

DATI GEOMETRICI

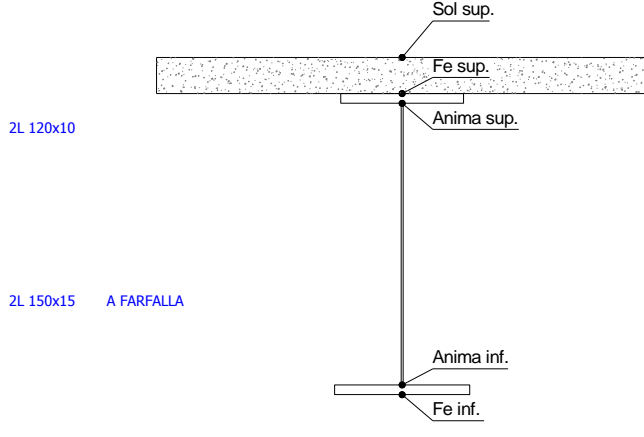
Foglio
1 di 15

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,6	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,6	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40	
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,57	
	Spessore equivalente t* (cm)	0,177	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	430,0	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	430,0	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
Numero pioli in linea n°		3	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6	
	Altezza gola anima inf. (mm)	6	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

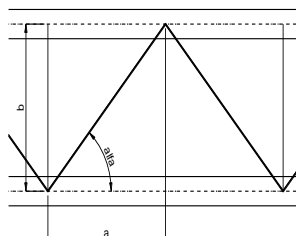
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C1
FRAME	201
JOINT	201
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	21,50	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cmq)	33,10		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	21,50	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cmq)	33,10		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	775	119,8	7.800.130	3.943.485	0	59.894	65.127	61.067	66.572
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.556	194,7	16.540.730	12.101.564	3.157.509	299.275	84.942	313.453
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.771	227,3	20.376.393	13.414.655	2.282.731	897.628	89.645	1.008.719
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.647	198,9	17.021.813	12.309.088	3.022.060	332.783	85.601	349.884
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.423	187,8	15.731.893	11.707.325	3.420.439	252.895	83.773	263.484

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
Peso proprio acciaio	0	0	14	5	5		5	5	
Peso proprio soletta	0	0	58	19	19		19	19	
Permanenti	0	0	28	11	11		11	11	
Effetti primari del ritiro	318	453	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	0	0	124	153	153		153	153	
Vento	0	0	4	18	18		18	18	
Deformazioni termiche primarie	253	608	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	0	0	11	9	9		9	9	
Cedimenti	0	0	2	2	2		2	2	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-9	371	366	-91	-96	-10	445	439	-110	-115
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-10	445	439	-110	-115
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-10	445	439	-110	-115
Vento	0	0	0	0	0	-10	445	439	-110	-115
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-248	-245	60	63	-7	267	263	-66	-70
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-7	267	263	-66	-70
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	248	245	-60	-63	-13	623	615	-153	-161
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-13	623	615	-153	-161
Cedimenti	0	0	0	0	0	-7	623	615	-153	-161

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	25	39	28	34	53	37		3,29	4,44
Peso proprio soletta	105	161	115	176	270	192		12,50	21,32
Permanenti	66	78	43	275	387	256		6,09	30,45
Effetti primari del ritiro	0	0	0	275	387	256		0,00	30,45
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	275	387	256		0,00	30,45
Accidentali mezzi + folla	320	344	179	707	852	497		84,16	144,07
Vento	10	11	6	717	862	502		9,90	152,98
Deformazioni termiche	27	29	15	736	883	513		4,95	156,54
Cedimenti	5	6	3	742	889	517		1,11	157,87

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	29	42	31	39	57	42
Peso proprio soletta	117	174	127	197	291	213
Permanenti	72	84	49	305	417	286
Effetti primari del ritiro	0	0	0	305	417	286
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	305	417	286
Accidentali mezzi + folla	404	429	263	851	996	641
Vento	20	21	16	870	1.015	655
Deformazioni termiche	32	34	20	893	1.039	670
Cedimenti	6	7	4	900	1.047	675

τ_{media}
873,9

Rapp τ
0,54

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	67	72
Peso proprio soletta	341	369
Permanenti	529	496
Effetti primari del ritiro	688	508
Effetti secondari del ritiro	688	508
Accidentali mezzi + folla	1.539	1.116
Vento	1.569	1.140
Deformazioni termiche	1.664	1.170
Cedimenti	1.675	1.179

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI	TOTALI
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	0	0
Effetti primari del ritiro	425	510
Effetti secondari del ritiro	0	510
Accidentali mezzi + folla	0	510
Vento	0	510
Deformazioni termiche	284	714
Cedimenti	0	714

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,50	0,35

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-9	371	366	-91	-96	-9	371	366	-91	-96
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-9	371	366	-91	-96
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-9	371	366	-91	-96
Vento	0	0	0	0	0	-9	371	366	-91	-96
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-248	-245	60	63	-6	222	219	-55	-58
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-6	222	219	-55	-58
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	248	245	-60	-63	-11	519	513	-127	-134
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-11	519	513	-127	-134
Cedimenti	0	0	0	0	0	-6	519	513	-127	-134

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	25	39	28	25	39	28		3,29	3,29
Peso proprio soletta	105	161	115	130	200	142		12,50	15,79
Permanenti	66	78	43	196	278	185		6,09	21,88
Effetti primari del ritiro	0	0	0	196	278	185		0,00	21,88
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	196	278	185		0,00	21,88
Accidentali mezzi + folla	320	344	179	517	622	364		84,16	106,04
Vento	10	11	6	523	629	367		9,90	115,94
Deformazioni termiche	27	29	15	539	646	376		4,95	120,89
Cedimenti	5	6	3	544	652	379		1,11	122,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	29	42	31	29	42	31
Peso proprio soletta	117	174	127	146	216	158
Permanenti	72	84	49	218	300	207
Effetti primari del ritiro	0	0	0	218	300	207
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	218	300	207
Accidentali mezzi + folla	404	429	263	623	728	470
Vento	20	21	16	635	741	479
Deformazioni termiche	32	34	20	654	761	491
Cedimenti	6	7	4	660	768	495

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	50	54
Peso proprio soletta	253	274
Permanenti	378	358
Effetti primari del ritiro	526	369
Effetti secondari del ritiro	526	369
Accidentali mezzi + folla	1.139	818
Vento	1.159	835
Deformazioni termiche	1.244	860
Cedimenti	1.253	867

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,6	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		152	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,200	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,500	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,903	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,877	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 15

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.449	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	195	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale
piattabanda 12 classe 1
anima - classe -
profilo **classe 1**

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	61,5	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-15,3	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	35,4	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,2	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,903	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,877	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	1.119	mm	b_2 =	1.604	mm
ψ_1 =	0,575	-	ψ_2 =	-0,432	-	b_{2t} =	484	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,045	-	$k_{\sigma 2}$ =	12,360	-			
λ_{p1} =	0,988	-	λ_{p2} =	0,861	-			
ρ_1 =	0,811	-	ρ_2 =	0,971	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	371	[mm]	$b_{2,sup}$	448	mm			
$b_{1,inf}$	450	[mm]	$b_{2,lat}$	672	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	665	[mm]	$b_{2,eff}$	1.087	mm			
$b_{1,lat,eff}$	301	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	435	mm			
$b_{1,inf,eff}$	365	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	652	mm			
$x_{1,eff}$	155	[mm]	$x_{2,eff}$	33	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	21.383	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	44	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.935	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.616	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.449	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	9.520	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.409	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	4.182	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	20.758	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.812	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,954	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,285	[-]	snellezza
ψ	-0,249	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	21.383	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.935	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.812	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,927	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.401	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	4.168	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,281	[-]	snellezza
i	78	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	44	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	97	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	97	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,602	[-]	
Φ	0,564	[-]	
χ_c	0,950	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	0,950	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 34.069 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	15,2	[mm]
tsl,red	23,8	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animasup}$ (cm ³)	$W_{animasinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	780	117	7.350.931	3.943.485	0	55.168	62.961	56.223	64.395
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.560	16.473.402	12.101.564	3.084.021	288.983	85.357	302.237	86.522
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.775	20.492.130	13.414.655	2.253.944	863.478	90.566	965.150	91.619
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.652	16.977.056	12.309.088	2.956.101	321.527	86.091	337.508	87.241
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.427	15.626.936	11.707.325	3.332.039	243.862	84.052	253.762	85.244

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	M+N* e_{yk} (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo		e_{yk} (cm)	2°Nodo		valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	2°Nodo		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	0	0	14	5	5	-3,01	5	5	
Peso proprio soletta	0	0	58	19	19	-3,01	19	19	
Permanenti	0	0	28	11	11	-1,74	11	11	
Effetti primari del ritiro	325	453	0	0	0	-1,65	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,65	0	0	
Accidentali mezzi + folla	0	0	124	153	153	-1,03	153	153	
Vento	0	0	4	18	18	-1,03	18	18	
Deformazioni termiche primarie	260	608	0	0	0	-1,03	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	0	0	11	9	9	-1,03	9	9	
Cedimenti	0	0	2	2	2	-1,87	2	2	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-8	376	371	-99	-104	-10	451	445	-118	-124
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-10	451	445	-118	-124
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-10	451	445	-118	-124
Vento	0	0	0	0	0	-10	451	445	-118	-124
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-249	-246	64	68	-7	271	268	-72	-75
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-7	271	268	-72	-75
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	249	246	-64	-68	-13	630	622	-165	-173
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-13	630	622	-165	-173
Cedimenti	0	0	0	0	0	-7	630	622	-165	-173

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	27	39	29	37	53	39		3,29	4,44
Peso proprio soletta	114	161	118	191	270	198		12,50	21,32
Permanenti	68	78	42	293	387	262		6,09	30,45
Effetti primari del ritiro	0	0	0	293	387	262		0,00	30,45
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	293	387	262		0,00	30,45
Accidentali mezzi + folla	327	344	177	734	852	501		84,16	144,07
Vento	11	11	6	744	862	506		9,90	152,98
Deformazioni termiche	28	29	15	763	883	517		4,95	156,54
Cedimenti	5	6	3	769	889	521		1,11	157,87

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	31	42	32	42	57	43		
Peso proprio soletta	126	174	131	212	291	220		
Permanenti	74	84	48	323	417	292		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	323	417	292		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	323	417	292		
Accidentali mezzi + folla	411	429	261	878	996	645		
Vento	20	21	16	896	1.015	659		
Deformazioni termiche	33	34	20	920	1.039	673		
Cedimenti	6	7	4	927	1.047	678	884,2	0,54

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	Rapp σ sup	Rapp σ inf
	Anima sup	Anima inf			
Peso proprio acciaio	72	75			
Peso proprio soletta	368	381			
Permanenti	560	507			
Effetti primari del ritiro	715	520			
Effetti secondari del ritiro	715	520			
Accidentali mezzi + folla	1.585	1.123			
Vento	1.615	1.148			
Deformazioni termiche	1.711	1.178			
Cedimenti	1.722	1.187		0,51	0,35

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	Verifica del web breathing	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
	STRADALE	VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-8	376	371	-99	-104	-8	376	371	-99	-104
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-8	376	371	-99	-104
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-8	376	371	-99	-104
Vento	0	0	0	0	0	-8	376	371	-99	-104
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-249	-246	64	68	-6	226	223	-60	-63
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-6	226	223	-60	-63
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	249	246	-64	-68	-11	525	518	-137	-144
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-11	525	518	-137	-144
Cedimenti	0	0	0	0	0	-6	525	518	-137	-144

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	27	35	29	27	35	29		3,29	3,29
Peso proprio soletta	114	145	118	141	180	147		12,50	15,79
Permanenti	68	70	42	209	250	189		6,09	21,88
Effetti primari del ritiro	0	0	0	209	250	189		0,00	21,88
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	209	250	189		0,00	21,88
Accidentali mezzi + folla	327	310	177	454	483	322		84,16	85,00
Vento	11	10	6	454	483	322		9,90	85,00
Deformazioni termiche	28	26	15	471	498	331		4,95	87,97
Cedimenti	5	5	3	476	503	334		1,11	89,08

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	31	38	32	31	38	32
Peso proprio soletta	126	158	131	157	196	163
Permanenti	74	76	48	231	272	211
Effetti primari del ritiro	0	0	0	231	272	211
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	231	272	211
Accidentali mezzi + folla	411	394	261	539	567	407
Vento	20	20	16	539	567	407
Deformazioni termiche	33	31	20	559	586	419
Cedimenti	6	6	4	565	592	423

T_{media}
526,82

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	7,78	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	70,10	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	17,50	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	52,35	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	300	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	16
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	25,12	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	20,40	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,153	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,229	VERIFICA SODDISFATTA	0,21

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 15

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

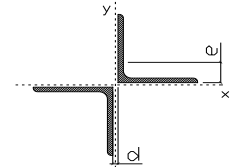
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ψ x-x	0,997
Coefficiente ψ y-y	0,795

W _{el} di 1 controvento (cm ³)	83,54
W _{eff} di 1 controvento (cm ³)	83,73
A _{eff} di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\phi,x-x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,24
$k_{\phi,y-y}$ (Tab. C4.2.IV)	0,99
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	5,26	1.783	0	2.406	0
Peso proprio soletta	20,00	6.774	0	11.551	0
Permanenti	9,74	3.299	0	16.500	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	16.500	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	16.500	0
Accidentali mezzi	134,66	45.607	0	78.070	0
Vento	15,84	5.366	0	82.899	0
Deformazioni termiche	7,92	2.683	0	84.831	0
Cedimenti	1,77	600	0	85.551	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	85.551
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,46
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,39

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	994,78 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	994,78 (daN/cm ²)	σ 1	994,78 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	994,78 (daN/cm ²)	σ 2	994,78 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k_{ϕ}	0,43 (-)	k_{ϕ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\phi}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI A_{eff} e J_{eff}

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	994,21 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	994,21 (daN/cm ²)	σ 1	994,21 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	994,21 (daN/cm ²)	σ 2	994,21 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k_{ϕ}	0,43 (-)	k_{ϕ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				A _{eff}	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ N	994,21 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)
				J _{eff}	898,04 (cm ⁴)	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 15

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	599	599
Effetti primari del ritiro	0	599
Effetti secondari del ritiro	0	599
Accidentali mezzi + folla	3.264	3.863
Vento	105	3.968
Deformazioni termiche	276	4.245
Cedimenti	40	4.285

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	32	43	35	47	0	0	0	0
Peso proprio soletta	132	221	144	241	0	0	0	0
Permanenti	83	346	54	322	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	346	0	322	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	346	0	322	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	403	889	225	625	0	0	0	0
Vento	13	901	7	631	0	0	0	0
Deformazioni termiche	34	926	19	645	0	0	0	0
Cedimenti	6	932	4	650	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	0	0	4	20	20	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	0	0	-36	-37	-37	
totale	0	0	40	57	57	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	167	110

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	APPOGGI	

Luce Campata - L i (m)	42,25
Luce Campata - L i+1 (m)	50,70

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	1,865	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,097	λ.v max	2,097

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,086	λ.v	1,652	Φ fat	1,30
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	0,00	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	45,40	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,84	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

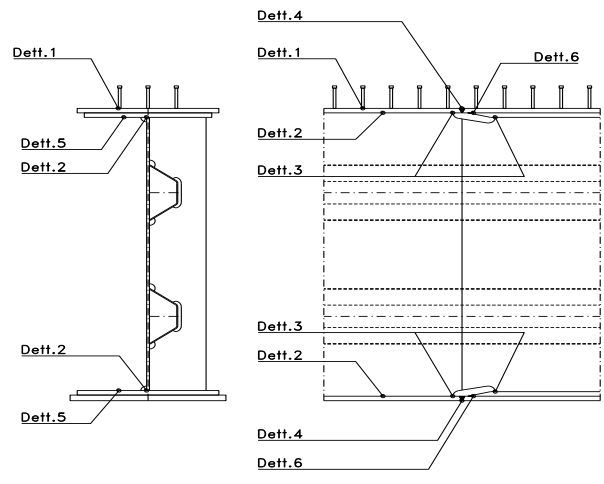
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	0,00	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,99	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	0,00	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	0,00	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
11 di 15

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'	0
------------	---

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.449	mm
tw	spessore dell'anima	16	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m	1
------------	---

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 153,06 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-62,20	N/mmq
σ_2	tensione normale al lembo 2	16,47	N/mmq
τ	tensione tangenziale media	88,42	N/mmq

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mmq)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 480 t1 = 16
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,25	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mmq
α	rapporto tra i lati del pannello	0,933	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,265	
δ	AL/(hw tw)	0,169	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,665	

0,933

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	6
α sup	1	60	11
Valore interpolato		51,96	9,88

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$	51,96	$\gamma(L,\sigma)$	9,88
------------------	-------	--------------------	------

$I_x = 155.080.208 > 97.418.039$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mmq)	y (mm)
anima	16	360	5.760	180
ala	388,8	16	6.221	368

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 b = 360 t = 16 b2 = 372,8
 b1=30xt1= 480 t1 = 16

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K	1,00	γ_T	30,68
---	------	------------	-------

$I_y = 1.091.410.330 > 46.161.101$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,933

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,68

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.449
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	$\sigma_1 = -62,2$	$\sigma_2 = 16,47$
	$\tau = 88,4$	y_n (mm) = 1.936,2

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
tl	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	16	16	16		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-62,2	-35,0	-8,3		
σ_2	-35,8	-9,1	18,1		
σ_1^*	62,2	35,0	8,3		
σ_2^*	35,8	9,1	-18,1		
τ	88,4	88,4	88,4		
ψ	0,58	0,26	-2,18		
σ_{id}	165,30	157,10	153,37		
$\sigma_{cr,0}$	70,80	73,01	70,80		
$k\sigma$	5,011	6,180	-		
$k\sigma$	-	-	-		
$k\sigma$	-	-	23,900		
$k\tau$	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	354,82	451,24	-		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	-	1692,23		
τ_{cr}	414,62	426,40	414,62		
$\sigma_{cr,id}$	537,86	658,66	723,78		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	339,11	344,51	346,34		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	2,05	2,19	2,26		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.141	Msd= 5.532
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd = 18.874	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M'rd = 30.309	kNm
Spessore equivalente anima:	twe2 = 16,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	414,62	bs 700	bi 800
σ_{td}	-362,28	ts 25	ti 26
θ	0,820	Nfd 7.627.457	
Φ	0,547	Mfs 19.701.144	Mfi 3.217.110
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw twe2 τ^* =	16.246.292	N
Vt =	0	N
VRd =	16.246.292	N
Verifica=	16.246.292	N
	>=	3.140.770

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	16	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.714	mm
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr=	3.249.258	N
Area = A=	12.237	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	279,64	mm
Inerzia = J=	266.729.974	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	147,64	mm
Snellezza = λ =	11,61	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	15.373	N/mm ²
Forza critica euleriana = NcrE=	188.112.308	N
Carico resistente a instabilità = NRd=	4.344.064	N

NRd =	4.344.064	>=	Nird =	3.249.258
-------	-----------	----	--------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	16	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	156,25	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η_T	1,20	[-]
Coefficiente ϵ	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 22,05 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 156,250 > 31/\eta^* \epsilon^* \sqrt{k_T} = 98,689$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ϵ t	195,268	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ϵ t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 104.417.603 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 208.835.206 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	22,046	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	7,782	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	171,573	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,094	[-]

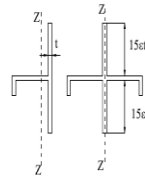


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k_{T,1}$			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$			$\lambda_{w,1}$	1,593	[-]

Snellezza di calcolo λ_w	1,593	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,759	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	5658,608	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	26	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	20.800	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	626	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	585,56	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.526	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	14,036	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	13.367	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **3.429** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	3.141	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	9.627	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	5.532	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 1,61$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 5.659$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,56$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

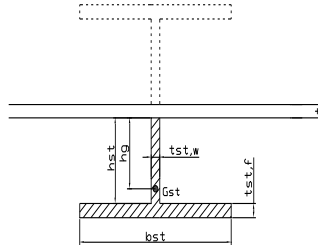
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	16	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	5.600	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	57.166.667	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	18.386.490	[mm ⁴]

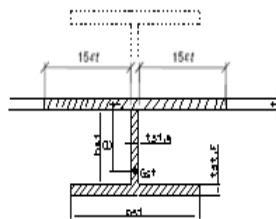
L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)



Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	12.105	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	85	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	158.082.003	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	4.168,31	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	4.182,03	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	19.812	[mm ²]



σ_{max}	62,20	[MPa]
N_{Ed}	616,10	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,21	[MPa]

$e_{max} = 273,34$ [-]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,34$ [-]

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 1.288.846$ [mm⁴]

$I_s = 158.082.003$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 1.288.846$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

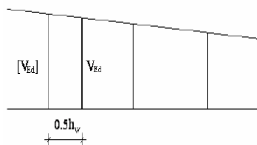
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
15 di 15

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.141 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 203,226322 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 =$ 136,15 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 339,37 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 12.105 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 158.082.003 [mm⁴]

e_{max} 273 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 52.423 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} =$ 6,66 [-]

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,46 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] **OK**

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 54,53 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] **OK** VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_y 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 12.105 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 158.082.003 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 52.423 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.735,09 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 203,23 [kN]

Indice di resistenza 0,05 [-] VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI

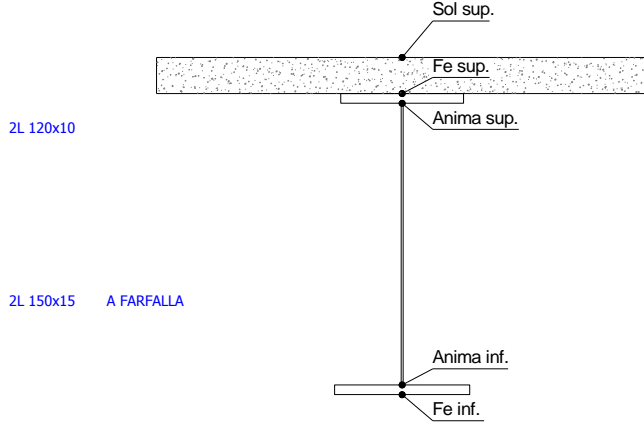
Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,6	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,6	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40	
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	430,0	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	430,0	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
Numero pioli in linea n°		3	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6	
	Altezza gola anima inf. (mm)	6	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

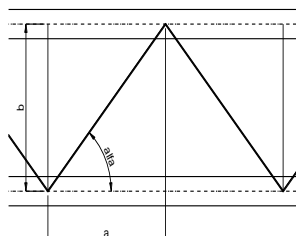
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C1
FRAME	201
JOINT	204
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	21,50	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cmq)	33,10		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	21,50	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cmq)	33,10		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	775	119,8	7.800.130	3.943.485	0	59.894	65.127	61.067	66.572
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.556	194,7	16.540.730	12.101.564	3.157.509	299.275	84.942	313.453
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.771	227,3	20.376.393	13.414.655	2.282.731	897.628	89.645	1.008.719
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.647	198,9	17.021.813	12.309.088	3.022.060	332.783	85.601	349.884
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.423	187,8	15.731.893	11.707.325	3.420.439	252.895	83.773	263.484

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	99	0	4	6	6		6	6			
Peso proprio soletta	407	0	14	25	25		25	25			
Permanenti	200	0	7	14	14		14	14			
Effetti primari del ritiro	318	453	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	856	0	74	132	132		132	132			
Vento	16	0	0	10	10		10	10			
Deformazioni termiche primarie	253	608	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	114	0	10	10	10		10	10			
Cedimenti	22	0	2	2	2		2	2			

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	165	162	-149	-152	0	223	219	-201	-205
Peso proprio soletta	0	680	666	-611	-625	0	1.141	1.119	-1.026	-1.049
Permanenti	6	67	64	-232	-235	10	1.241	1.214	-1.375	-1.402
Effetti primari del ritiro	-9	371	366	-91	-96	-1	1.686	1.654	-1.484	-1.518
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.686	1.654	-1.484	-1.518
Accidentali mezzi + folla	37	95	85	-944	-955	50	1.814	1.768	-2.759	-2.807
Vento	1	2	2	-18	-18	50	1.816	1.770	-2.774	-2.823
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-248	-245	60	63	53	1.638	1.593	-2.731	-2.777
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	11	-126	-127	57	1.647	1.602	-2.822	-2.869
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	248	245	-60	-63	47	1.994	1.946	-2.818	-2.868
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-11	126	127	44	1.985	1.937	-2.727	-2.777
Cedimenti	1	9	8	-26	-26	58	2.005	1.956	-2.853	-2.900

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	11	8	10	15	11		3,95	5,33
Peso proprio soletta	25	39	28	44	68	48		16,45	27,53
Permanenti	17	19	11	69	97	64		7,75	39,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	69	97	64		0,00	39,16
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	69	97	64		0,00	39,16
Accidentali mezzi + folla	191	206	107	327	374	208		72,61	137,18
Vento	0	0	0	327	374	208		5,50	142,13
Deformazioni termiche	26	28	14	345	394	218		5,50	146,09
Cedimenti	5	6	3	351	401	222		1,11	147,42

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	11	15	12	15	20	16
Peso proprio soletta	42	55	44	71	95	76
Permanenti	24	27	18	108	136	103
Effetti primari del ritiro	0	0	0	108	136	103
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	108	136	103
Accidentali mezzi + folla	264	278	179	464	511	345
Vento	6	6	6	469	516	350
Deformazioni termiche	31	33	20	491	540	364
Cedimenti	6	7	4	498	548	369

τ_{media}
472,0

Rapp τ
0,28

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	220	203
Peso proprio soletta	1.125	1.034
Permanenti	1.229	1.386
Effetti primari del ritiro	1.664	1.495
Effetti secondari del ritiro	1.664	1.495
Accidentali mezzi + folla	1.942	2.823
Vento	1.947	2.840
Deformazioni termiche	2.116	2.891
Cedimenti	2.138	2.924

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	102	153	102	153
Effetti primari del ritiro	425	663	425	663
Effetti secondari del ritiro	0	663	0	663
Accidentali mezzi + folla	217	956	217	956
Vento	4	959	4	959
Deformazioni termiche	284	1.164	284	1.164
Cedimenti	13	1.179	13	1.179

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,63	0,86

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	165	162	-149	-152	0	165	162	-149	-152
Peso proprio soletta	0	680	666	-611	-625	0	845	829	-760	-777
Permanenti	6	67	64	-232	-235	6	912	892	-992	-1.012
Effetti primari del ritiro	-9	371	366	-91	-96	-2	1.282	1.258	-1.084	-1.109
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.282	1.258	-1.084	-1.109
Accidentali mezzi + folla	37	95	85	-944	-955	35	1.378	1.343	-2.028	-2.063
Vento	1	2	2	-18	-18	36	1.379	1.344	-2.038	-2.074
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-248	-245	60	63	38	1.230	1.198	-2.002	-2.036
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	11	-126	-127	41	1.238	1.204	-2.078	-2.112
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	248	245	-60	-63	33	1.527	1.491	-2.074	-2.112
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-11	126	127	30	1.520	1.484	-1.999	-2.036
Cedimenti	1	9	8	-26	-26	42	1.536	1.499	-2.104	-2.139

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	11	8	7	11	8		3,95	3,95
Peso proprio soletta	25	39	28	33	50	36		16,45	20,39
Permanenti	17	19	11	49	69	46		7,75	28,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	49	69	46		0,00	28,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	49	69	46		0,00	28,14
Accidentali mezzi + folla	191	206	107	240	275	153		72,61	100,75
Vento	0	0	0	240	275	153		5,50	106,25
Deformazioni termiche	26	28	14	256	292	162		5,50	111,75
Cedimenti	5	6	3	260	297	165		1,11	112,86

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	11	15	12	11	15	12
Peso proprio soletta	42	55	44	53	70	56
Permanenti	24	27	18	77	98	74
Effetti primari del ritiro	0	0	0	77	98	74
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	77	98	74
Accidentali mezzi + folla	264	278	179	341	376	254
Vento	6	6	6	344	379	257
Deformazioni termiche	31	33	20	363	399	269
Cedimenti	6	7	4	369	406	273

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	163	150
Peso proprio soletta	834	766
Permanenti	902	1.001
Effetti primari del ritiro	1.266	1.091
Effetti secondari del ritiro	1.266	1.091
Accidentali mezzi + folla	1.467	2.075
Vento	1.471	2.086
Deformazioni termiche	1.618	2.129
Cedimenti	1.630	2.156

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,6	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		152	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,200	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,500	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma' =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,903	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,877	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.449	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	195	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	202,0	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-287,7	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	35,4	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,2	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,903	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,877	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	176	mm	b_2 =	1.604	mm
ψ_1 =	0,175	-	ψ_2 =	-8,119	-	b_{2t} =	1.428	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,692	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,858	-	λ_{p2} =	0,097	-			
ρ_1 =	0,928	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	340	[mm]	$b_{2,sup}$	70	mm			
$b_{1,inf}$	480	[mm]	$b_{2,lat}$	106	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	762	[mm]	$b_{2,eff}$	176	mm			
$b_{1,lat,eff}$	316	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	70	mm			
$b_{1,inf,eff}$	446	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	106	mm			
$x_{1,eff}$	59	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	15.836	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	59	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.503	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.616	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.449	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	9.245	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.894	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	15.695	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	15.211	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	15.285	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,005	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,151	[-]	snellezza
ψ	-1,424	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	15.836	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.503	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	15.285	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,965	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.884	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	15.637	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,148	[-]	snellezza
i	85	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	59	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	82	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	82	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,576	[-]	
Φ	0,496	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,004	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 22.025 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	16,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	810	119	7.498.633	3.943.485	0	57.260	62.991	58.374	64.398
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.591	16.520.091	12.101.564	3.082.555	288.294	85.731	301.446	86.903
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.806	20.603.566	13.414.655	2.245.185	849.173	91.272	946.720	92.336
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.682	17.028.207	12.309.088	2.952.684	320.324	86.508	336.131	87.666
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.458	15.668.515	11.707.325	3.334.824	243.838	84.356	253.708	85.554

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	M+N* e_d (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo		e_d (cm)
				Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	99	0	4	6	6	-0,73
Peso proprio soletta	407	0	14	25	25	-0,73
Permanenti	200	0	7	14	14	-2,03
Effetti primari del ritiro	327	453	0	0	0	-2,01
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,01
Accidentali mezzi + folla	856	0	74	132	132	-1,56
Vento	16	0	0	10	10	-1,56
Deformazioni termiche primarie	263	608	0	0	0	-1,56
Deformazioni termiche secondarie	114	0	10	10	10	-1,56
Cedimenti	22	0	2	2	2	-2,05

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
6	6
25	25
14	14
0	0
0	0
132	132
10	10
0	0
10	10
2	2

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	173	170	-154	-157	0	233	229	-208	-212
Peso proprio soletta	0	711	697	-632	-646	0	1.193	1.170	-1.061	-1.084
Permanenti	6	69	66	-230	-233	10	1.297	1.270	-1.406	-1.434
Effetti primari del ritiro	-9	371	367	-104	-109	-1	1.743	1.710	-1.530	-1.565
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.743	1.710	-1.530	-1.565
Accidentali mezzi + folla	38	101	90	-927	-938	51	1.879	1.832	-2.782	-2.831
Vento	1	2	2	-17	-18	52	1.881	1.833	-2.797	-2.847
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-248	-244	68	71	55	1.702	1.657	-2.748	-2.795
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	12	-123	-125	58	1.712	1.666	-2.837	-2.885
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	248	244	-68	-71	49	2.059	2.009	-2.846	-2.898
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-12	123	125	45	2.049	2.001	-2.758	-2.808
Cedimenti	1	9	9	-26	-26	59	2.070	2.020	-2.877	-2.929

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	11	8	10	15	11		3,95	5,33
Peso proprio soletta	26	39	29	46	68	50		16,45	27,53
Permanenti	17	19	11	72	97	65		7,75	39,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	72	97	65		0,00	39,16
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	72	97	65		0,00	39,16
Accidentali mezzi + folla	196	206	105	337	374	207		72,61	137,18
Vento	0	0	0	337	374	207		5,50	142,13
Deformazioni termiche	27	28	14	356	394	217		5,50	146,09
Cedimenti	5	6	3	362	401	221		1,11	147,42

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	12	15	12	16	20	16
Peso proprio soletta	43	55	45	74	95	77
Permanenti	25	27	18	111	136	105
Effetti primari del ritiro	0	0	0	111	136	105
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	111	136	105
Accidentali mezzi + folla	269	278	177	474	511	344
Vento	6	6	6	479	516	349
Deformazioni termiche	32	33	20	502	540	363
Cedimenti	6	7	4	509	548	368

τ_{media}
475,1

Rapp τ
0,28

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	231	209
Peso proprio soletta	1.177	1.069
Permanenti	1.284	1.418
Effetti primari del ritiro	1.720	1.541
Effetti secondari del ritiro	1.720	1.541
Accidentali mezzi + folla	2.007	2.845
Vento	2.012	2.862
Deformazioni termiche	2.189	2.915
Cedimenti	2.204	2.947

Rapp σ sup
0,65
Rapp σ inf
0,87

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
--------------------	----------

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA
----------------------------	--------------------------------

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	173	170	-154	-157	0	173	170	-154	-157
Peso proprio soletta	0	711	697	-632	-646	0	884	867	-786	-803
Permanenti	6	69	66	-230	-233	6	953	933	-1.016	-1.037
Effetti primari del ritiro	-9	371	367	-104	-109	-2	1.325	1.300	-1.120	-1.145
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.325	1.300	-1.120	-1.145
Accidentali mezzi + folla	38	101	90	-927	-938	27	1.400	1.368	-1.815	-1.849
Vento	1	2	2	-17	-18	27	1.400	1.368	-1.815	-1.849
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-248	-244	68	71	29	1.252	1.221	-1.774	-1.806
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	12	-123	-125	32	1.260	1.228	-1.848	-1.881
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	248	244	-68	-71	24	1.549	1.514	-1.856	-1.891
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-12	123	125	21	1.541	1.507	-1.782	-1.817
Cedimenti	1	9	9	-26	-26	33	1.558	1.523	-1.881	-1.918

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	10	8	8	10	8		3,95	3,95
Peso proprio soletta	26	35	29	34	45	37		16,45	20,39
Permanenti	17	18	11	51	63	47		7,75	28,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	51	63	47		0,00	28,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	51	63	47		0,00	28,14
Accidentali mezzi + folla	196	185	105	198	201	126		72,61	82,60
Vento	0	0	0	198	201	126		5,50	82,60
Deformazioni termiche	27	25	14	214	216	134		5,50	85,90
Cedimenti	5	5	3	219	221	137		1,11	87,01

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	12	14	12	12	14	12
Peso proprio soletta	43	51	45	54	65	57
Permanenti	25	25	18	79	91	75
Effetti primari del ritiro	0	0	0	79	91	75
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	79	91	75
Accidentali mezzi + folla	269	258	177	281	284	208
Vento	6	6	6	281	284	208
Deformazioni termiche	32	31	20	300	302	220
Cedimenti	6	6	4	306	308	224

τ_{media}	279,60
----------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	7,78	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	70,10	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	17,50	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	138,16	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	389	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	16
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	25,12	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	20,40	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,333	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,133	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,30
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

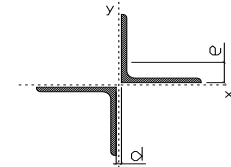
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,22
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	0,98
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	6,32	2.139	0	2.888	0
Peso proprio soletta	26,32	8.913	0	14.920	0
Permanenti	12,40	4.199	0	21.219	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Accidentali mezzi	116,17	39.348	0	74.338	0
Vento	8,80	2.981	0	77.021	0
Deformazioni termiche	8,80	2.981	0	79.167	0
Cedimenti	1,77	600	0	79.888	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	79.888
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,43
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,36

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	928,93 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	928,93 (daN/cm ²)	σ_1	928,93 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	928,93 (daN/cm ²)	σ_2	928,93 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	928,39 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	928,39 (daN/cm ²)	σ_1	928,39 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	928,39 (daN/cm ²)	σ_2	928,39 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,52 (-)	λp	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	928,39 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	150	150
Effetti primari del ritiro	0	150
Effetti secondari del ritiro	0	150
Accidentali mezzi + folla	1.948	2.098
Vento	0	2.098
Deformazioni termiche	263	2.361
Cedimenti	40	2.401

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	9	12	10	13	0	0	0	0
Peso proprio soletta	32	55	35	60	0	0	0	0
Permanenti	21	86	13	80	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	86	0	80	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	86	0	80	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	240	411	134	261	0	0	0	0
Vento	0	411	0	261	0	0	0	0
Deformazioni termiche	32	434	18	275	0	0	0	0
Cedimenti	6	441	4	279	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G1

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	2,60
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

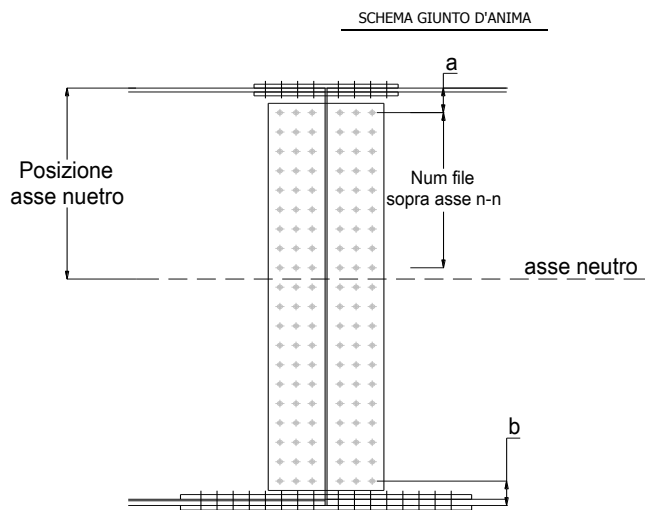
VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	346.517	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	265.588	
	Sforzo di taglio (daN)	173.259	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	353.788	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.131.672	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.790.100	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	536.112	591.667
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.093		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.926		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	598.294	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	441.197	
	Sforzo di taglio (daN)	299.147	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	675.118	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.810.676	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.109.437	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	678.586	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	771.120	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.615.680	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	653.028	703.238
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	3.045		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.904		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	102
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	
AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		144.300
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		155.942
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		331.422
	Azione max bulloni sup. (daN)		13.690
	Azione max bulloni inf. (daN)		19.401
	Azione verticale sul bullone (daN)		2.775
	Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)		19.598
VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		1.379
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		2.096
	Sforzo nel coprighiunto sup.(daN/cm ²)		1.064
	Sforzo nel coprighiunto inf.(daN/cm ²)		1.546
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		607.779
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		792.646
	Scorrimento superiore (daN)		165.524
	Scorrimento inferiore (daN)		343.112
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	198	0	12	10	10
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-39	0	-20	-32	-32
totale	237	0	32	42	42

valori x10⁴

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	10	26	23	-261	-264

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	132	86

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	42,25

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m)	50,70
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,228	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,36	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	26,31	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	17,13	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

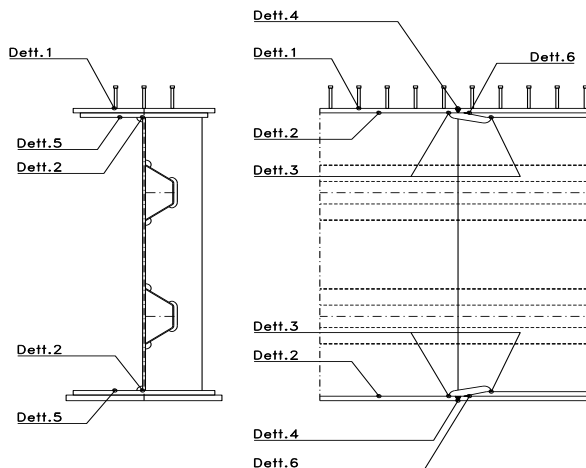
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	52,27	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,99	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	53,29	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	52,87	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' **0**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.449	mm
tw	spessore dell'anima	16	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m **1**

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 153,06 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-201,97	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	287,73	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	47,51	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito **b/t <= 12**
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 480 t1 = 16
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,25	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,933	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,425	
δ	AL/(hw tw)	0,169	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,665	

0,933

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		51,96	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ **51,96** $\gamma(L, \sigma)$ **3,78**

$I_t = 155.080.208 > 97.418.039$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	16	360	5.760	180
ala	388,8	16	6.221	368

Pareti sottili con bordo irrigidito **b/t <= 12**
 b = 360 t = 16 b2 = 372,8
 b1=30xt1= 480 t1 = 16

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **30,68**

$I_t = 1.091.410.330 > 46.161.101$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,933

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,68

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.449
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -202,0	σ_2 = 287,73
	τ = 47,5	y_n (mm)= 1.010,0

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	16	16	16		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-202,0	-32,9	133,7		
σ_2	-37,9	128,7	297,7		
σ_1^*	202,0	32,9	-133,7		
σ_2^*	37,9	-128,7	-297,7		
τ	47,5	47,5	47,5		
ψ	0,19	-3,91	2,23		
σ_{id}	218,09	88,63	156,97		
$\sigma_{cr,0}$	70,80	73,01	70,80		
k_{σ}	6,524	-	2,524		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	461,89	-	178,74		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1745,00	-		
τ_{cr}	414,62	426,40	414,62		
$\sigma_{cr,id}$	476,26	865,76	718,14		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	334,54	348,98	346,20		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,53	3,94	2,21		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

- Caso II
- Caso III
- Caso IV
- Caso I
- Caso II
- Caso III
- Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.416	Msd= 26.108
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 18.874	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 30.309	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 16,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr}+V_t				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	414,62	bs	700	bi	800
σ_{td}	-362,28	ts	25	ti	26
θ	0,820	N_{fd}	7.627.457		
ϕ	0,547	M_{fs}	19.701.144	M_{fi}	3.217.110
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V_{cr} = h_w t_{we2} τ^*	=	16.246.292	N
V_t	=	0	N
V_{rd}	=	16.246.292	N
Verifica=		9.847.068	N
	>=	1.415.583	

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b_e+t_e	=	16	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	=	1.714	mm
Sforzo normale = N_{rd}=V_{rd}-0,8*V_{cr}	=	3.249.258	N
Area = A	=	12.237	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	=	279,64	mm
Inerzia = J	=	266.729.974	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	=	147,64	mm
Snellezza = λ	=	11,61	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	=	15.373	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	=	188.112.308	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	=	4.344.064	N

N_{Rd}	=	4.344.064	N
>=		3.249.258	N

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	16	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	156,25	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η_T	1,20	[-]
Coefficiente ϵ	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 22,05 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 156,250 > 31/\eta^* \epsilon^* \sqrt{k_T} = 98,689$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ϵ t	195,268	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ϵ t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 104.417.603 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 208.835.206 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	22,046	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	7,782	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	171,573	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,094	[-]

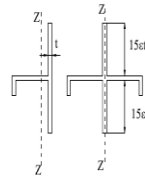


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k_{T,1}$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,593	[-]

Snellezza di calcolo λ_w	1,593	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,759	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	5658,608	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	26	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	20.800	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	626	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	585,56	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.526	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	14,036	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	13.367	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **3.429** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.416	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	9.627	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	26.108	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
M_{Ed}/M_{f,red} = **7,61** [-]
Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:
V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **5.659** [kN]

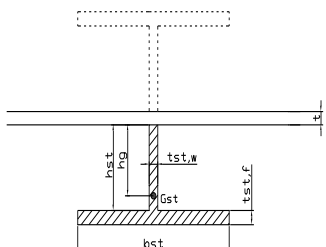
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,25$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	16	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	5.600	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	57.166,667	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I _{limite}	18.386,490	[mm ⁴]

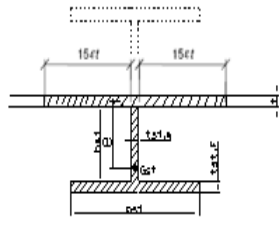


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	12.105	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	85	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	158.082,003	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	15.637,27	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	15.695,13	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	15.285	[mm ²]



σ_{max}	201,97	[MPa]
N _{Ed}	1.543,55	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,54	[MPa]
e _{max}	273,34	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,34	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 3.227.696 \text{ [mm}^4\text{]}$$

I_s = 158.082.003 [mm⁴] ≥ I_{st} = 3.227.696 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

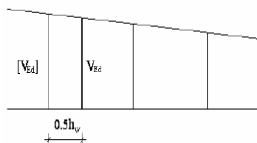
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$V_{Ed} = 1.416$ [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 340,96$ [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 340,96$ [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) = 12.105 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) = 158.082.003 [mm⁴]

$e_{max} = 273$ [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w = 2.500$ [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st} = 52.423$ [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00$ [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 8,33$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 4,52$ [MPa] ≤ $322,73$ [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento $f_yk = 355$ [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) = 12.105 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) = 158.082.003 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w = 2.500$ [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st} = 52.423$ [kN]

Snellezza adimensionale $\lambda = 0,29$ [-]

Coefficiente di imperfezione $\alpha = 0,49$ [-]

Coefficiente $\phi = 0,56$

Coefficiente di riduzione $\chi = 0,96$

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento = 3.735,09 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten} = 0,00$ [kN]

Indice di resistenza = 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,4	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,2	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
Area controventi superiori (cm ²)		46,40	
Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)		30,0	
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0	
Numero controventi		2	
Angolo α travi princ. e controventi		47,6	
Spessore equivalente t* (cm)		0,18	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33	
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	448,6	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	448,6	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
		Numero pioli in linea n°	3
passo pioli (cm)		40	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6	
	Altezza gola anima inf. (mm)	6	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

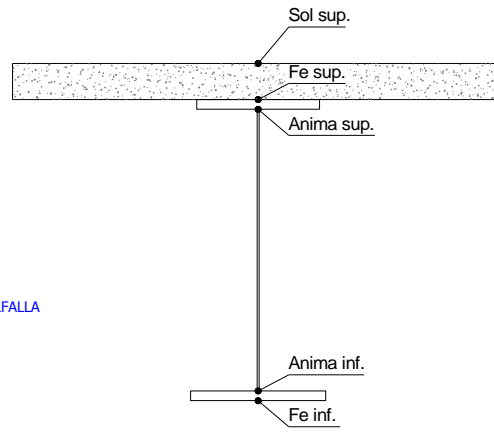
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C2
FRAME	202
JOINT	204
num. Travi	2

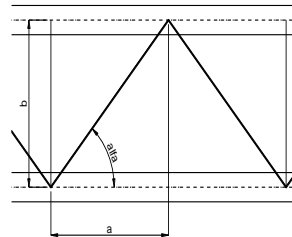
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	22,43	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cmq)	34,53		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	22,43	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cmq)	34,53		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	773	112,3	8.155.012	3.914.469	0	59.225	72.616	60.320	74.745
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.588	17.977.565	11.871.851	3.357.015	314.098	93.262	328.444	94.836
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.855	22.149.488	13.129.645	2.450.998	946.947	97.743	1.060.270	99.143
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.683	18.505.408	12.071.292	3.217.840	349.699	93.897	367.039	95.447
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.449	17.087.119	11.492.485	3.626.588	264.791	92.129	275.463	93.747

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	99	0	4	6	6		6	6	
Peso proprio soletta	407	0	14	25	25		25	25	
Permanenti	200	0	7	14	14		14	14	
Effetti primari del ritiro	340	473	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	856	0	74	132	132		132	132	
Vento	16	0	0	10	10		10	10	
Deformazioni termiche primarie	269	634	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	114	0	10	10	10		10	10	
Cedimenti	22	0	2	2	2		2	2	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	167	164	-132	-136	0	226	222	-179	-184
Peso proprio soletta	0	687	675	-545	-560	0	1.153	1.132	-914	-941
Permanenti	6	64	61	-211	-214	9	1.249	1.224	-1.230	-1.262
Effetti primari del ritiro	-8	378	374	-75	-81	-1	1.703	1.672	-1.321	-1.360
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.703	1.672	-1.321	-1.360
Accidentali mezzi + folla	35	90	81	-863	-876	46	1.825	1.781	-2.486	-2.542
Vento	1	2	2	-16	-16	47	1.826	1.782	-2.501	-2.557
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	49	53	50	1.646	1.604	-2.465	-2.519
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	12	11	-115	-117	53	1.655	1.612	-2.548	-2.603
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-49	-53	44	2.007	1.961	-2.536	-2.595
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-12	-11	115	117	41	1.998	1.953	-2.453	-2.511
Cedimenti	1	8	8	-23	-24	54	2.017	1.970	-2.576	-2.631

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	13	10	11	17	13		4,51	6,09
Peso proprio soletta	29	44	35	51	77	60		18,80	31,47
Permanenti	19	22	14	79	110	81		8,86	44,75
Effetti primari del ritiro	0	0	0	79	110	81		0,00	44,75
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	79	110	81		0,00	44,75
Accidentali mezzi + folla	213	235	137	366	428	266		82,98	156,78
Vento	0	0	0	366	428	266		6,29	162,43
Deformazioni termiche	29	32	19	387	450	280		6,29	166,96
Cedimenti	5	6	4	393	458	284		1,27	168,48

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	13	17	14	17	23	19
Peso proprio soletta	48	63	54	82	109	92
Permanenti	27	31	22	123	155	125
Effetti primari del ritiro	0	0	0	123	155	125
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	123	155	125
Accidentali mezzi + folla	296	318	220	523	584	423
Vento	6	6	6	528	590	429
Deformazioni termiche	35	38	25	554	617	447
Cedimenti	6	8	5	561	627	453

τ_{media}
546,9

Rapp τ
0,32

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	224	182
Peso proprio soletta	1.141	928
Permanenti	1.242	1.249
Effetti primari del ritiro	1.686	1.338
Effetti secondari del ritiro	1.686	1.338
Accidentali mezzi + folla	1.998	2.592
Vento	2.004	2.609
Deformazioni termiche	2.176	2.663
Cedimenti	2.197	2.693

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI	
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	96	144
Effetti primari del ritiro	431	662
Effetti secondari del ritiro	0	662
Accidentali mezzi + folla	202	935
Vento	4	938
Deformazioni termiche	286	1.144
Cedimenti	12	1.158

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,65	0,80

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	167	164	-132	-136	0	167	164	-132	-136
Peso proprio soletta	0	687	675	-545	-560	0	854	839	-677	-697
Permanenti	6	64	61	-211	-214	6	918	900	-888	-911
Effetti primari del ritiro	-8	378	374	-75	-81	-2	1.296	1.273	-963	-992
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.296	1.273	-963	-992
Accidentali mezzi + folla	35	90	81	-863	-876	33	1.387	1.354	-1.827	-1.868
Vento	1	2	2	-16	-16	33	1.388	1.355	-1.836	-1.878
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	49	53	35	1.237	1.206	-1.807	-1.846
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	12	11	-115	-117	38	1.245	1.213	-1.876	-1.916
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-49	-53	31	1.538	1.503	-1.866	-1.910
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-12	-11	115	117	28	1.531	1.497	-1.797	-1.840
Cedimenti	1	8	8	-23	-24	39	1.546	1.511	-1.899	-1.940

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	13	10	8	13	10		4,51	4,51
Peso proprio soletta	29	44	35	38	57	45		18,80	23,31
Permanenti	19	22	14	56	79	58		8,86	32,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	56	79	58		0,00	32,16
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	56	79	58		0,00	32,16
Accidentali mezzi + folla	213	235	137	269	314	196		82,98	115,15
Vento	0	0	0	269	314	196		6,29	121,43
Deformazioni termiche	29	32	19	286	333	207		6,29	127,72
Cedimenti	5	6	4	291	340	211		1,27	128,99

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	13	17	14	13	17	14
Peso proprio soletta	48	63	54	61	80	68
Permanenti	27	31	22	88	112	90
Effetti primari del ritiro	0	0	0	88	112	90
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	88	112	90
Accidentali mezzi + folla	296	318	220	384	429	311
Vento	6	6	6	388	433	315
Deformazioni termiche	35	38	25	409	456	330
Cedimenti	6	8	5	415	464	335

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	166	135
Peso proprio soletta	845	687
Permanenti	913	902
Effetti primari del ritiro	1.282	976
Effetti secondari del ritiro	1.282	976
Accidentali mezzi + folla	1.509	1.904
Vento	1.512	1.915
Deformazioni termiche	1.662	1.961
Cedimenti	1.674	1.986

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		173	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,300	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,500	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma' =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,905	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,875	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.443	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	206,4	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-259,5	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	47,5	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	247	mm	b_2 =	1.598	mm
ψ_1 =	0,230	-	ψ_2 =	-5,459	-	b_{2t} =	1.350	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,405	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	1,002	-	λ_{p2} =	0,156	-			
ρ_1 =	0,821	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	344	[mm]	$b_{2,sup}$	99	mm			
$b_{1,inf}$	476	[mm]	$b_{2,lat}$	148	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	674	[mm]	$b_{2,eff}$	247	mm			
$b_{1,lat,eff}$	282	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	99	mm			
$b_{1,inf,eff}$	391	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	148	mm			
$x_{1,eff}$	147	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	15.030	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	61	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.101	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.610	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.443	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.115	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.939	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	12.362	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	14.405	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.836	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,960	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,166	[-]	snellezza
ψ	-1,257	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	15.030	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.101	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.836	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,921	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.932	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	12.330	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,163	[-]	snellezza
i	86	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	61	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	78	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	78	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,572	[-]	
Φ	0,503	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 19.868 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	797	110	7.727.181	3.914.469	0	55.368	69.967	56.378	72.055
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.611	17.938.929	11.871.851	3.273.229	302.275	94.092	315.568	95.698
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.879	22.369.270	13.129.645	2.412.785	900.102	99.354	1.000.776	100.786
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.707	18.496.559	12.071.292	3.141.232	336.476	94.840	352.507	96.422
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.473	17.000.247	11.492.485	3.528.851	254.791	92.757	264.709	94.405

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{el} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{el} (cm)			
Peso proprio acciaio	99	0	4	6	6	-1,86	6	6	
Peso proprio soletta	407	0	14	25	25	-1,86	25	25	
Permanenti	200	0	7	14	14	-2,11	14	14	
Effetti primari del ritiro	350	473	0	0	0	-2,05	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,05	0	0	
Accidentali mezzi + folla	856	0	74	132	132	-1,46	132	132	
Vento	16	0	0	10	10	-1,46	10	10	
Deformazioni termiche primarie	278	634	0	0	0	-1,46	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	114	0	10	10	10	-1,46	10	10	
Cedimenti	22	0	2	2	2	-2,19	2	2	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	179	176	-137	-141	0	241	237	-185	-191
Peso proprio soletta	0	735	722	-565	-582	0	1.234	1.212	-948	-976
Permanenti	6	66	63	-209	-213	9	1.333	1.307	-1.262	-1.295
Effetti primari del ritiro	-8	381	376	-86	-92	0	1.790	1.758	-1.364	-1.405
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	1.790	1.758	-1.364	-1.405
Accidentali mezzi + folla	35	95	86	-849	-862	48	1.918	1.874	-2.511	-2.568
Vento	1	2	2	-16	-16	48	1.920	1.875	-2.525	-2.583
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	56	60	51	1.739	1.696	-2.485	-2.540
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	11	-113	-115	54	1.748	1.705	-2.567	-2.623
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-56	-60	45	2.101	2.054	-2.565	-2.626
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-11	113	115	42	2.092	2.045	-2.484	-2.543
Cedimenti	1	9	8	-23	-24	55	2.111	2.064	-2.595	-2.654

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	9	13	10	12	17	14		4,51	6,09
Peso proprio soletta	31	44	36	54	77	63		18,80	31,47
Permanenti	19	22	13	83	110	83		8,86	44,75
Effetti primari del ritiro	0	0	0	83	110	83		0,00	44,75
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	83	110	83		0,00	44,75
Accidentali mezzi + folla	218	235	135	378	428	265		82,98	156,78
Vento	0	0	0	378	428	265		6,29	162,43
Deformazioni termiche	30	32	18	399	450	279		6,29	166,96
Cedimenti	5	6	4	405	458	283		1,27	168,48

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	13	17	15	18	23	20		
Peso proprio soletta	50	63	55	86	109	94		
Permanenti	28	31	22	128	155	128		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	128	155	128		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	128	155	128		
Accidentali mezzi + folla	301	318	218	535	584	422		
Vento	6	6	6	540	590	428		
Deformazioni termiche	36	38	25	566	617	445		
Cedimenti	7	8	5	574	627	452	550,7	0,32

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	239	189	
Peso proprio soletta	1.221	962	
Permanenti	1.325	1.281	
Effetti primari del ritiro	1.772	1.382	
Effetti secondari del ritiro	1.772	1.382	
Accidentali mezzi + folla	2.090	2.615	
Vento	2.096	2.632	
Deformazioni termiche	2.276	2.680	
Cedimenti	2.291	2.710	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	179	176	-137	-141	0	179	176	-137	-141
Peso proprio soletta	0	735	722	-565	-582	0	914	898	-702	-723
Permanenti	6	66	63	-209	-213	6	980	961	-911	-936
Effetti primari del ritiro	-8	381	376	-86	-92	-2	1.361	1.337	-997	-1.027
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.361	1.337	-997	-1.027
Accidentali mezzi + folla	35	95	86	-849	-862	25	1.432	1.401	-1.634	-1.674
Vento	1	2	2	-16	-16	25	1.432	1.401	-1.634	-1.674
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	56	60	27	1.282	1.252	-1.601	-1.638
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	11	-113	-115	30	1.289	1.259	-1.668	-1.707
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-56	-60	23	1.583	1.550	-1.667	-1.709
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-11	113	115	20	1.575	1.543	-1.599	-1.641
Cedimenti	1	9	8	-23	-24	30	1.592	1.558	-1.692	-1.733

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	9	11	10	9	11	10		4,51	4,51
Peso proprio soletta	31	40	36	40	51	46		18,80	23,31
Permanenti	19	20	13	59	71	60		8,86	32,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	59	71	60		0,00	32,16
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	59	71	60		0,00	32,16
Accidentali mezzi + folla	218	211	135	223	230	161		82,98	94,40
Vento	0	0	0	223	230	161		6,29	94,40
Deformazioni termiche	30	29	18	241	247	172		6,29	98,17
Cedimenti	5	6	4	246	253	176		1,27	99,44

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	13	16	15	13	16	15
Peso proprio soletta	50	59	55	64	75	70
Permanenti	28	29	22	92	104	92
Effetti primari del ritiro	0	0	0	92	104	92
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	92	104	92
Accidentali mezzi + folla	301	294	218	318	324	256
Vento	6	6	6	318	324	256
Deformazioni termiche	36	35	25	339	345	270
Cedimenti	7	7	5	346	352	276

T_{media}
324,50

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	130,13	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	475	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,464	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,198	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1
0,42

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

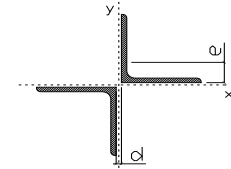
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,22
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	0,98
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	6,32	2.139	0	2.888	0
Peso proprio soletta	26,32	8.913	0	14.920	0
Permanenti	12,40	4.199	0	21.219	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Accidentali mezzi	116,17	39.348	0	74.338	0
Vento	8,80	2.981	0	77.021	0
Deformazioni termiche	8,80	2.981	0	79.167	0
Cedimenti	1,77	600	0	79.888	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	79.888
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,43
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,36

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	928,93 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	928,93 (daN/cm ²)	σ_1	928,93 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	928,93 (daN/cm ²)	σ_2	928,93 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	928,39 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	928,39 (daN/cm ²)	σ_1	928,39 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	928,39 (daN/cm ²)	σ_2	928,39 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	928,39 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	295	295
Effetti primari del ritiro	0	295
Effetti secondari del ritiro	0	295
Accidentali mezzi + folla	3.801	4.096
Vento	0	4.096
Deformazioni termiche	514	4.610
Cedimenti	79	4.689

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	10	14	12	17	0	0	0	0
Peso proprio soletta	36	63	43	75	0	0	0	0
Permanenti	23	97	17	100	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	97	0	100	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	97	0	100	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	263	453	170	330	0	0	0	0
Vento	0	453	0	330	0	0	0	0
Deformazioni termiche	36	479	23	346	0	0	0	0
Cedimenti	6	486	5	352	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G1

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

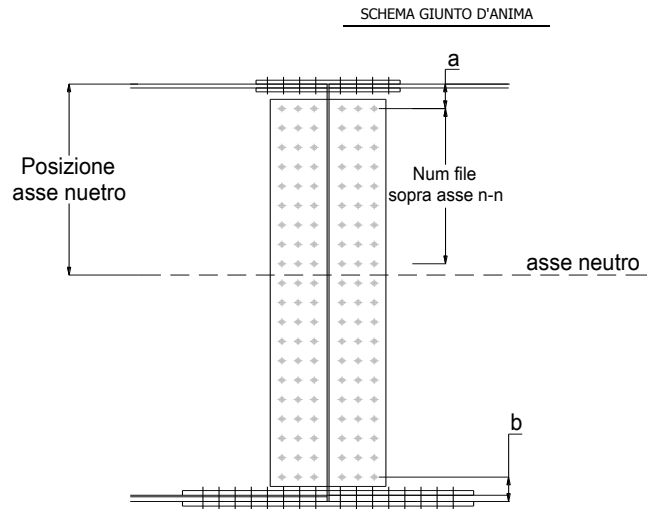
VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	348.839	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	267.541	
	Sforzo di taglio (daN)	174.419	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	353.788	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.131.672	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.790.100	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	536.112	591.667
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.107		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.939		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	666.584	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	491.444	
	Sforzo di taglio (daN)	333.292	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	675.118	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.228.524	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.596.231	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	678.586	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	771.120	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.615.680	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	803.727	865.524
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.756		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.629		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	108
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	
AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		144.300
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		146.140
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		249.477
	Azione max bulloni sup. (daN)		12.192
	Azione max bulloni inf. (daN)		15.280
	Azione verticale sul bullone (daN)		2.775
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)		15.530
VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		1.356
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		1.938
	Sforzo nel coprighiunto sup. (daN/cm ²)		904
	Sforzo nel coprighiunto inf. (daN/cm ²)		1.252
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		693.565
	Scorrimento superiore (daN)		156.324
	Scorrimento inferiore (daN)		264.810
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	198	0	12	10	10
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-39	0	-20	-32	-32
totale	237	0	32	42	42

valori x10⁴

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	10	25	22	-239	-242

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	145	105

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i (m) **42,25**

Luce Campata - L i+1 (m) **50,70**

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,228	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,13	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,10	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	21,03	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

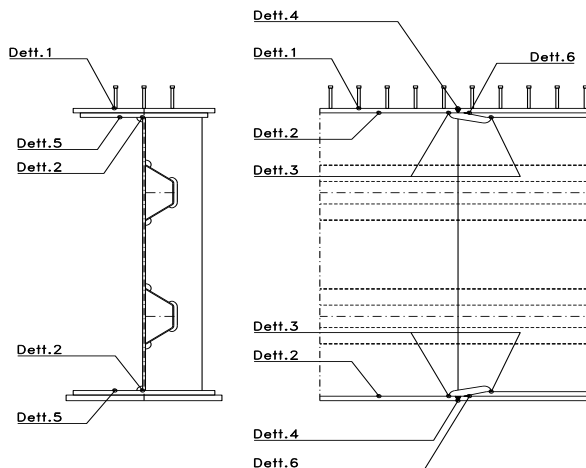
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	47,81	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	50,95	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	48,49	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' **0**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.443	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m **1**

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,50 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-206,36	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	259,45	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	55,07	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,935	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,257	
δ	AL/(hw tw)	0,194	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,667	

0,935			
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,24	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ **52,24** $\gamma(L,\sigma)$ **3,78**

$I_t = 155.080.208 > 82.338.254$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **30,59**

$I_t = 859.302.562 > 30.756.398$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,935		
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,59

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.443
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -206,4	σ_2 = 259,45
	τ = 55,1	y_n (mm)= 1.082,3

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-206,4	-45,1	113,7		
σ_2	-49,9	108,9	270,1		
σ_1^*	206,4	45,1	-113,7		
σ_2^*	49,9	-108,9	-270,1		
τ	55,1	55,1	55,1		
ψ	0,24	-2,41	2,38		
σ_{id}	227,34	105,53	148,40		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
k_{σ}	6,260	-	2,416		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	339,35	-	131,00		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	353,79	648,05	549,82		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	315,95	344,16	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,39	3,26	2,29		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.416	Msd= 26.477
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 23.130	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 33.046	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	25	ti	32
θ	0,819	Nfd	9.358.491		
ϕ	0,546	Mfs	49.281.883	Mfi	4.392.257
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t_{we2} τ^*	=	10.857.081 N	
Vt	=	0 N	
VRd	=	10.857.081 N	
Verifica=		8.836.937 N	>= 1.415.583

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	14 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.710 mm
Sforzo normale = N_{rd}=V_{rd}-0,8*V_{cr}=	2.171.416 N
Area = A=	9.999 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41 mm
Inerzia = J=	200.836.195 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	141,73 mm
Snellezza = λ=	12,07
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}=	14.235 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}=	142.337.066 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}=	3.549.574 N

NRd =	3.549.574	>=	N_{rd} =	2.171.416
--------------	-----------	----	-------------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio $k\tau$	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σE	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τcr	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λw	1,191	[-]

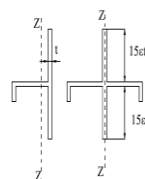


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k\tau,1$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λw	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χw (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	32	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	25.600	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.529	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	14,008	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	13.341	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **4.145** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.416	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	10.044	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	26.477	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
M_{Ed}/M_{f,red} = **6,39** [-]
Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:
V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **4.546** [kN]

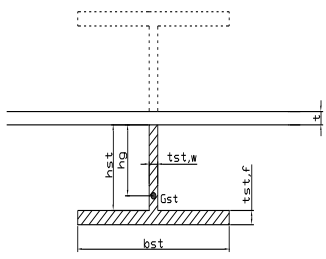
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,31$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	14	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I _{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

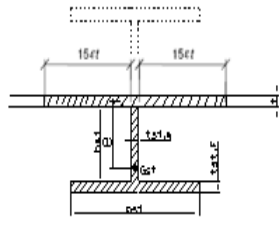


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	12.329,93	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	12.361,76	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.836	[mm ²]



σ_{max}	206,36	[MPa]
N _{Ed}	1.427,60	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,50	[MPa]
e _{max}	266,74	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,28	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.939.377 \text{ [mm}^4\text{]}$$

I_s = 131.913.621 [mm⁴] ≥ I_{st} = 2.939.377 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

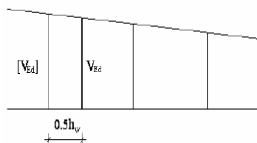
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.416 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} \cdot \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \cdot \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 315,70 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 315,70 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 4,90 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

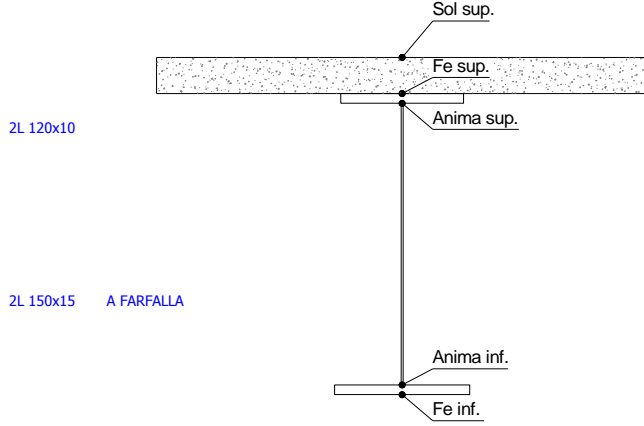
Foglio
1 di 15

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,2
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	448,6
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	448,6
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
PIOLI	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	40
	Altezza gola anima sup. (mm)	6
SALDATURE	Altezza gola anima inf. (mm)	6
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

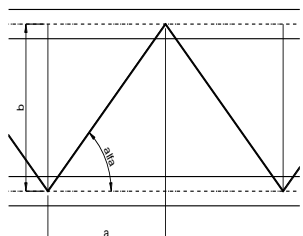
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C2
FRAME	202
JOINT	
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	22,43	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cmq)	34,53		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	22,43	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cmq)	34,53		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	773	112,3	8.155.012	3.914.469	0	59.225	72.616	60.320	74.745
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.588	17.977.565	11.871.851	3.357.015	314.098	93.262	328.444	94.836
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.855	22.149.488	13.129.645	2.450.998	946.947	97.743	1.060.270	99.143
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.683	18.505.408	12.071.292	3.217.840	349.699	93.897	367.039	95.447
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.449	17.087.119	11.492.485	3.626.588	264.791	92.129	275.463	93.747

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	105	0	0	1	1		1	1			
Peso proprio soletta	432	0	0	1	1		1	1			
Permanenti	215	0	0	1	1		1	1			
Effetti primari del ritiro	340	473	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	992	0	61	55	55		55	55			
Vento	15	0	0	3	3		3	3			
Deformazioni termiche primarie	269	634	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	194	0	0	0	0		0	0			
Cedimenti	39	0	2	1	1		1	1			

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	177	174	-140	-145	0	239	235	-190	-195
Peso proprio soletta	0	729	716	-578	-595	0	1.224	1.202	-970	-998
Permanenti	6	68	65	-227	-231	10	1.327	1.300	-1.310	-1.344
Effetti primari del ritiro	-8	378	374	-75	-81	0	1.781	1.748	-1.400	-1.442
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	1.781	1.748	-1.400	-1.442
Accidentali mezzi + folla	40	105	94	-1.001	-1.015	54	1.922	1.875	-2.751	-2.812
Vento	1	2	1	-15	-15	55	1.923	1.876	-2.765	-2.825
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	49	53	58	1.743	1.698	-2.729	-2.787
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	20	18	-195	-198	63	1.758	1.711	-2.870	-2.930
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-49	-53	52	2.104	2.054	-2.800	-2.864
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-20	-18	195	198	46	2.089	2.041	-2.659	-2.721
Cedimenti	1	15	14	-42	-42	65	2.121	2.071	-2.920	-2.981

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	1,02
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	2,03
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Accidentali mezzi + folla	175	194	113	237	261	153		34,58	49,66
Vento	0	0	0	237	261	153		1,89	51,35
Deformazioni termiche	0	0	0	237	261	153		0,00	51,35
Cedimenti	5	6	4	243	269	158		0,63	52,11

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	3	3	3
Effetti primari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Accidentali mezzi + folla	210	228	148	287	311	203
Vento	2	2	2	288	313	204
Deformazioni termiche	0	0	0	288	313	204
Cedimenti	6	7	5	295	321	210

τ_{media}
275,4

Rapp τ
0,16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	235	190
Peso proprio soletta	1.202	970
Permanenti	1.300	1.310
Effetti primari del ritiro	1.748	1.400
Effetti secondari del ritiro	1.748	1.400
Accidentali mezzi + folla	1.939	2.773
Vento	1.941	2.787
Deformazioni termiche	2.101	2.892
Cedimenti	2.133	2.942

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	103	155	103	155
Effetti primari del ritiro	431	672	431	672
Effetti secondari del ritiro	0	672	0	672
Accidentali mezzi + folla	235	989	235	989
Vento	4	992	4	992
Deformazioni termiche	286	1.198	286	1.198
Cedimenti	21	1.224	21	1.224

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,63	0,88

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	177	174	-140	-145	0	177	174	-140	-145
Peso proprio soletta	0	729	716	-578	-595	0	907	890	-718	-740
Permanenti	6	68	65	-227	-231	6	975	956	-945	-970
Effetti primari del ritiro	-8	378	374	-75	-81	-2	1.353	1.329	-1.020	-1.051
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.353	1.329	-1.020	-1.051
Accidentali mezzi + folla	40	105	94	-1.001	-1.015	39	1.458	1.423	-2.021	-2.066
Vento	1	2	1	-15	-15	39	1.459	1.424	-2.030	-2.075
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	49	53	41	1.309	1.275	-2.001	-2.044
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	20	18	-195	-198	46	1.321	1.286	-2.118	-2.162
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-49	-53	37	1.609	1.572	-2.059	-2.107
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-20	-18	195	198	32	1.597	1.561	-1.942	-1.988
Cedimenti	1	15	14	-42	-42	47	1.624	1.586	-2.159	-2.205

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	0,75
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	1,50
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Accidentali mezzi + folla	175	194	113	175	194	113		34,58	36,71
Vento	0	0	0	175	194	113		1,89	38,60
Deformazioni termiche	0	0	0	175	194	113		0,00	38,60
Cedimenti	5	6	4	181	200	117		0,63	39,23

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	2	2	2
Effetti primari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Accidentali mezzi + folla	210	228	148	212	230	150
Vento	2	2	2	213	231	151
Deformazioni termiche	0	0	0	213	231	151
Cedimenti	6	7	5	219	238	156

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	174	140
Peso proprio soletta	890	718
Permanenti	956	945
Effetti primari del ritiro	1.329	1.020
Effetti secondari del ritiro	1.329	1.020
Accidentali mezzi + folla	1.470	2.038
Vento	1.471	2.047
Deformazioni termiche	1.615	2.134
Cedimenti	1.631	2.176

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		173	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

b_p	34,300	cm	b_{radd}	0,000	cm
t_{fp}	2,500	cm	t_{radd}	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma$	0,430	-	$\kappa\sigma'$	0,430	-
λ_{pp}	0,905	-	λ_{pradd}	0,000	-
ρ_p	0,875	-	ρ_{radd}	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 15

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.443	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	216,7	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-293,6	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	42,7	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{radd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	203	mm	b_2 =	1.598	mm
ψ_1 =	0,197	-	ψ_2 =	-6,876	-	b_{2t} =	1.395	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,576	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,989	-	λ_{p2} =	0,128	-			
ρ_1 =	0,831	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	342	[mm]	$b_{2,sup}$	81	mm			
$b_{1,inf}$	479	[mm]	$b_{2,lat}$	122	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	682	[mm]	$b_{2,eff}$	203	mm			
$b_{1,lat,eff}$	284	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	81	mm			
$b_{1,inf,eff}$	398	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	122	mm			
$x_{1,eff}$	138	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.815	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	62	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.017	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.610	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.443	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.096	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.960	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	14.409	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	14.190	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.683	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,964	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,154	[-]	snellezza
ψ	-1,355	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	14.815	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.017	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.683	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,924	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.952	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	14.372	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,151	[-]	snellezza
i	86	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	62	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	77	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	77	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,570	[-]	
Φ	0,497	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{i,at,eff} \cdot t$ 19.364 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	798	111	7.738.460	3.914.469	0	55.507	69.977	56.520	72.063
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.613	17.939.318	11.871.851	3.273.744	302.345	94.088	315.645	95.694
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.880	22.369.690	13.129.645	2.412.527	899.855	99.359	1.000.469	100.791
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.708	18.496.796	12.071.292	3.141.584	336.534	94.837	352.571	96.419
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.474	17.000.996	11.492.485	3.529.702	254.877	92.751	264.802	94.399

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo		
	M+N* e_{yk} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{yk} (cm)
Peso proprio acciaio	105	0	0	1	1	-1,72
Peso proprio soletta	432	0	0	1	1	-1,72
Permanenti	215	0	0	1	1	-2,10
Effetti primari del ritiro	350	473	0	0	0	-2,04
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,04
Accidentali mezzi + folla	992	0	61	55	55	-1,47
Vento	15	0	0	3	3	-1,47
Deformazioni termiche primarie	278	634	0	0	0	-1,47
Deformazioni termiche secondarie	194	0	0	0	0	-1,47
Cedimenti	39	0	2	1	1	-2,17

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
1	1
1	1
1	1
0	0
0	0
55	55
3	3
0	0
0	0
1	1

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	189	186	-146	-150	0	255	251	-197	-203
Peso proprio soletta	0	778	764	-599	-617	0	1.306	1.283	-1.006	-1.036
Permanenti	7	71	68	-225	-229	10	1.413	1.385	-1.343	-1.379
Effetti primari del ritiro	-8	381	376	-86	-92	0	1.870	1.836	-1.446	-1.489
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	1.870	1.836	-1.446	-1.489
Accidentali mezzi + folla	41	110	99	-984	-998	56	2.018	1.970	-2.775	-2.837
Vento	1	2	1	-15	-15	56	2.020	1.971	-2.788	-2.850
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	56	60	59	1.839	1.793	-2.748	-2.807
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	22	19	-192	-195	65	1.855	1.807	-2.886	-2.948
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-56	-60	54	2.201	2.150	-2.828	-2.893
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-22	-19	192	195	48	2.185	2.136	-2.690	-2.753
Cedimenti	1	15	15	-41	-42	66	2.219	2.167	-2.936	-2.998

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	1,02
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	2,03
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Accidentali mezzi + folla	180	194	111	243	261	150		34,58	49,66
Vento	0	0	0	243	261	150		1,89	51,35
Deformazioni termiche	0	0	0	243	261	150		0,00	51,35
Cedimenti	5	6	4	249	269	155		0,63	52,11

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	3	3	3
Effetti primari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Accidentali mezzi + folla	215	228	146	293	311	200
Vento	2	2	2	294	313	202
Deformazioni termiche	0	0	0	294	313	202
Cedimenti	6	7	5	302	321	207

τ_{media}
276,7

Rapp τ
0,16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	251	197
Peso proprio soletta	1.283	1.006
Permanenti	1.385	1.343
Effetti primari del ritiro	1.836	1.446
Effetti secondari del ritiro	1.836	1.446
Accidentali mezzi + folla	2.034	2.796
Vento	2.036	2.810
Deformazioni termiche	2.209	2.907
Cedimenti	2.229	2.958

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,66	0,89

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	189	186	-146	-150	0	189	186	-146	-150
Peso proprio soletta	0	778	764	-599	-617	0	967	950	-745	-767
Permanenti	7	71	68	-225	-229	7	1.039	1.018	-970	-996
Effetti primari del ritiro	-8	381	376	-86	-92	-1	1.419	1.394	-1.056	-1.088
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.419	1.394	-1.056	-1.088
Accidentali mezzi + folla	41	110	99	-984	-998	29	1.502	1.469	-1.794	-1.837
Vento	1	2	1	-15	-15	29	1.502	1.469	-1.794	-1.837
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	56	60	32	1.351	1.320	-1.760	-1.801
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	22	19	-192	-195	36	1.364	1.331	-1.876	-1.918
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-56	-60	27	1.653	1.617	-1.827	-1.872
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-22	-19	192	195	22	1.640	1.606	-1.712	-1.756
Cedimenti	1	15	15	-41	-42	38	1.668	1.632	-1.917	-1.960

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	0,75
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	1,50
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Accidentali mezzi + folla	180	174	111	135	131	84		34,58	28,07
Vento	0	0	0	135	131	84		1,89	28,07
Deformazioni termiche	0	0	0	135	131	84		0,00	28,07
Cedimenti	5	6	4	140	136	88		0,63	28,70

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	2	2	2
Effetti primari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Accidentali mezzi + folla	215	209	146	163	159	112
Vento	2	2	2	163	159	112
Deformazioni termiche	0	0	0	163	159	112
Cedimenti	6	6	5	169	165	116

T_{media}
150,13

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	135,03	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	450	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,473	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η_1
Pannello inf.	0,153	VERIFICA SODDISFATTA	0,43

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 15

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

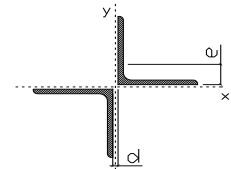
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente Φ x-x	0,910
Coefficiente Φ y-y	0,743

W _{el} di 1 controvento (cm ³)	83,54
W _{eff} di 1 controvento (cm ³)	67,99
A _{eff} di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente λ x-x	0,732
Coefficiente λ y-y	0,841
Coefficiente λ min	0,732
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,07
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	0,86
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	1,05	357	0	481	0
Peso proprio soletta	1,05	357	0	963	0
Permanenti	0,89	300	0	1.413	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	1.413	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	1.413	0
Accidentali mezzi	48,41	16.395	0	23.545	0
Vento	2,64	894	0	24.350	0
Deformazioni termiche	0,00	0	0	24.350	0
Cedimenti	0,89	300	0	24.711	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	24.711
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,14
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,13

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	287,33 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	287,33 (daN/cm ²)	σ_1	287,33 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	287,33 (daN/cm ²)	σ_2	287,33 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,5			$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,5	Classe pannello verticale	3				
Classe	4	Classe pannello orizzontale	3				
		Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI A_{eff} e J_{eff}

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	354,68 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	354,68 (daN/cm ²)	σ_1	354,68 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	354,68 (daN/cm ²)	σ_2	354,68 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,67 (-)	λ_p	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				A _{eff}	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,16 (cm)	σ_N	354,68 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				J _{eff}	736,92 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 15

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0
Accidentali mezzi + folla	3.133	3.133
Vento	0	3.133
Deformazioni termiche	0	3.133
Cedimenti	79	3.212

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	217	293	140	189	0	0	0	0
Vento	0	293	0	189	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	293	0	189	0	0	0	0
Cedimenti	6	301	5	195	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

			1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	220	0	16	8	8
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-59	0	-17	-18	-18
totale	279	0	33	26	26

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	11	29	26	-281	-285

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	137	95

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	Luce Campata - L i (m) 42,25

Luce Campata - L i+1 (m)	50,70
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,228	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,87	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	27,40	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	19,08	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

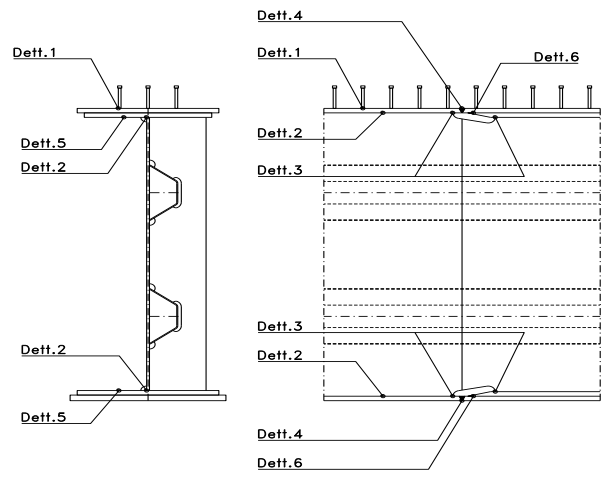
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	56,28	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	59,98	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	57,09	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
11 di 15

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'	0
------------	---

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.443	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m	1
------------	---

Deve essere verificata la limitazione: $hw/tw \leq 400$ (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 174,50 \leq 400$ OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-216,74	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	293,58	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	27,67	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 265$ $t = 25$ $b/t = 10,60 \leq 12$ OK
 $b_1 = 30 \times t_1 = 420$ $t_1 = 14$

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 m L \gamma_L hw tw^3$

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 \leq 0,015 (hw/tw - 70) \leq 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,935	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,354	
δ	$AL/(hw tw)$	0,194	
η_1	h_1/hw	-	
η_2	h_2/hw	0,667	

0,935			
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,24	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$	52,24	$\gamma(L, \sigma)$	3,78
-------------------	-------	---------------------	------

$I_L = 155.080.208 > 82.338.254$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 360$ $t = 14$ $b/t = 25,71 > 12$
 $b_1 = 30 \times t_1 = 420$ $t_1 = 14$

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 \gamma_L hw tw e_1^3$

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K	1,00	γ_{τ}	30,59
---	------	-----------------	-------

0,935		
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,59

$I_L = 859.302.562 > 30.756.398$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.443
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -216,7	σ_2 = 293,58
	τ = 27,7	y_n (mm)= 1.037,6

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
tl	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-216,7	-40,1	133,9		
σ_2	-45,3	128,7	305,3		
σ_1^*	216,7	40,1	-133,9		
σ_2^*	45,3	-128,7	-305,3		
τ	27,7	27,7	27,7		
ψ	0,21	-3,21	2,28		
σ_{id}	221,97	62,50	142,20		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
$k\sigma$	6,416	-	2,485		
$k\sigma$	-	-	-		
$k\sigma$	-	23,900	-		
$k\tau$	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	347,81	-	134,71		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	351,33	779,84	549,82		
$0.8 \cdot fd$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	315,32	347,56	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,42	5,56	2,39		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 831	Msd= 28.539
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd = 23.130	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M'rd = 33.046	kNm
Spessore equivalente anima:	twe2 = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs 700	bi 800
σ_{td}	-194,17	ts 25	ti 32
θ	0,819	Nfd 9.358.491	
Φ	0,546	Mfs 49.281.883	Mfi 4.392.257
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw twe2 τ^*	=	10.857.081 N	
Vt	=	0 N	
VRd	=	10.857.081 N	
Verifica=	7.319.826 N	>=	831.398

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	14 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.710 mm
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr=	2.171.416 N
Area = A=	9.999 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41 mm
Inerzia = J=	200.836.195 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	141,73 mm
Snellezza = λ =	12,07
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	14.235 N/mm ²
Forza critica euleriana = NcrE=	142.337.066 N
Carico resistente a instabilità = NRd=	3.549.574 N

NRd =	3.549.574	>=	Nird =	2.171.416
-------	-----------	----	--------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio $k\tau$	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σE	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τcr	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λw	1,191	[-]

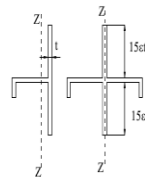


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k\tau,1$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λw	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χw (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
$\gamma M1$	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	32	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	25.600	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.529	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	14,008	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	13.341	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **4.145** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	831	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	10.044	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	28.539	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

M_{Ed}/M_{f,red} = **6,88** [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:

V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **4.546** [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,18$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

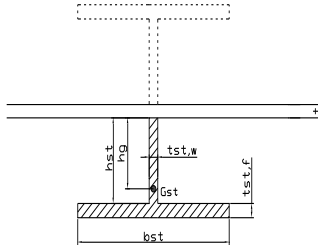
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	14	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I _{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

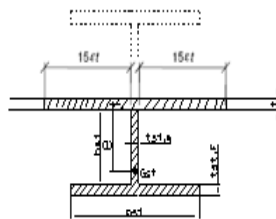
L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)



Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	14.371,96	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	14.409,34	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.683	[mm ²]



σ_{max}	216,74	[MPa]
N _{Ed}	1.482,88	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,52	[MPa]

$e_{max} = 266,74$ [-]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,28$ [-]

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 3.053.155$ [mm⁴]

I_s = 131.913.621 [mm⁴] **≥** **I_{st} = 3.053.155** [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

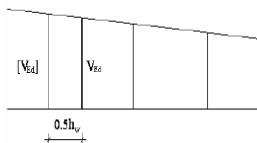
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
15 di 15

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 831 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 327,92 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 327,92 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 5,09 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,4	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,2	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
Area controventi superiori (cm ²)		46,40	
Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)		30,0	
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0	
Numero controventi		2	
Angolo α travi princ. e controventi		47,6	
Spessore equivalente t* (cm)		0,18	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33	
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	448,6	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	448,6	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
		Numero pioli in linea n°	3
passo pioli (cm)		40	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6	
	Altezza gola anima inf. (mm)	6	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

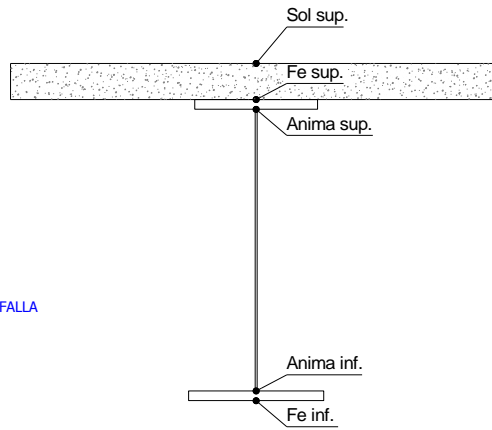
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C2
FRAME	202
JOINT	208
num. Travi	2

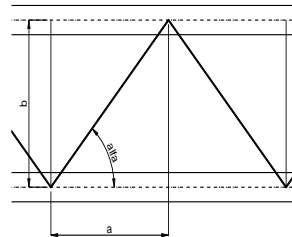
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	22,43	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	45,10		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	22,43	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	34,53		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	773	112,3	8.155.012	3.914.469	0	59.225	72.616	60.320	74.745
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.598	193,3	18.055.535	11.871.851	3.392.271	318.524	93.400	333.220
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.866	226,8	22.178.356	13.129.645	2.462.147	955.624	97.792	1.070.991
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.693	197,6	18.575.794	12.071.292	3.248.705	354.327	94.019	372.070
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.459	186,1	17.178.780	11.492.485	3.670.718	268.944	92.297	279.899

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	64	0	9	5	5		5	5		
Peso proprio soletta	240	0	40	20	20		20	20		
Permanenti	139	0	17	12	12		12	12		
Effetti primari del ritiro	338	473	0	0	0		0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	10	0	0		0	0		
Accidentali mezzi + folla	959	0	78	93	93		93	93		
Vento	11	0	0	10	10		10	10		
Deformazioni termiche primarie	268	634	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche secondarie	249	0	0	18	18		18	18		
Cedimenti	48	0	2	4	4		4	4		

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	108	106	-86	-88	0	146	143	-116	-119
Peso proprio soletta	0	405	398	-321	-331	0	693	680	-549	-565
Permanenti	4	44	42	-146	-149	6	758	743	-769	-788
Effetti primari del ritiro	-9	374	370	-74	-80	-4	1.208	1.187	-858	-884
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	1.208	1.187	-858	-884
Accidentali mezzi + folla	39	100	90	-967	-981	48	1.343	1.308	-2.163	-2.208
Vento	0	1	1	-11	-11	49	1.344	1.309	-2.173	-2.218
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-249	-246	49	52	52	1.165	1.131	-2.138	-2.181
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	26	23	-251	-255	59	1.184	1.148	-2.319	-2.364
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	249	246	-49	-52	46	1.524	1.486	-2.208	-2.256
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-26	-23	251	255	39	1.505	1.469	-2.027	-2.073
Cedimenti	1	18	17	-51	-52	61	1.545	1.507	-2.380	-2.426

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	19	29	22	25	39	30		3,76	5,08		
Peso proprio soletta	84	127	99	138	210	164		15,04	25,38		
Permanenti	44	54	33	205	291	214		7,59	36,76		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	205	291	214		0,00	36,76		
Effetti secondari del ritiro	27	32	19	237	329	237		0,00	36,76		
Accidentali mezzi + folla	223	248	145	538	663	432		58,46	115,69		
Vento	0	0	0	538	663	432		6,29	121,35		
Deformazioni termiche	0	0	0	538	663	432		11,32	129,49		
Cedimenti	5	6	4	544	671	437		2,53	132,53		

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	23	32	26	30	44	35
Peso proprio soletta	99	142	114	164	235	190
Permanenti	52	62	41	242	328	250
Effetti primari del ritiro	0	0	0	242	328	250
Effetti secondari del ritiro	27	32	19	274	366	274
Accidentali mezzi + folla	282	306	203	654	779	548
Vento	6	6	6	659	785	554
Deformazioni termiche	11	11	11	668	793	562
Cedimenti	8	9	6	677	803	570

τ_{media}
683,3

Rapp τ
0,41

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	153	131
Peso proprio soletta	737	640
Permanenti	853	883
Effetti primari del ritiro	1.259	961
Effetti secondari del ritiro	1.278	980
Accidentali mezzi + folla	1.730	2.362
Vento	1.737	2.375
Deformazioni termiche	1.870	2.515
Cedimenti	1.909	2.576

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	66	99	66	99
Effetti primari del ritiro	427	612	427	612
Effetti secondari del ritiro	0	612	0	612
Accidentali mezzi + folla	226	916	226	916
Vento	3	919	3	919
Deformazioni termiche	284	1.123	284	1.123
Cedimenti	26	1.154	26	1.154

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,56	0,76

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	108	106	-86	-88	0	108	106	-86	-88
Peso proprio soletta	0	405	398	-321	-331	0	513	504	-407	-419
Permanenti	4	44	42	-146	-149	4	557	546	-553	-567
Effetti primari del ritiro	-9	374	370	-74	-80	-4	931	916	-627	-647
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	931	916	-627	-647
Accidentali mezzi + folla	39	100	90	-967	-981	34	1.032	1.005	-1.594	-1.628
Vento	0	1	1	-11	-11	35	1.032	1.006	-1.601	-1.635
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-249	-246	49	52	37	883	858	-1.572	-1.603
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	26	23	-251	-255	43	899	872	-1.722	-1.756
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	249	246	-49	-52	32	1.182	1.154	-1.630	-1.666
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-26	-23	251	255	26	1.166	1.140	-1.479	-1.514
Cedimenti	1	18	17	-51	-52	45	1.200	1.171	-1.773	-1.808

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	19	29	22	19	29	22		3,76	3,76
Peso proprio soletta	84	127	99	102	156	122		15,04	18,80
Permanenti	44	54	33	147	210	155		7,59	26,39
Effetti primari del ritiro	0	0	0	147	210	155		0,00	26,39
Effetti secondari del ritiro	27	32	19	173	241	174		0,00	26,39
Accidentali mezzi + folla	223	248	145	397	489	319		58,46	84,85
Vento	0	0	0	397	489	319		6,29	91,14
Deformazioni termiche	0	0	0	397	489	319		11,32	102,45
Cedimenti	5	6	4	402	495	323		2,53	104,99

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	23	32	26	23	32	26
Peso proprio soletta	99	142	114	121	174	140
Permanenti	52	62	41	173	236	181
Effetti primari del ritiro	0	0	0	173	236	181
Effetti secondari del ritiro	27	32	19	200	268	200
Accidentali mezzi + folla	282	306	203	481	574	404
Vento	6	6	6	485	578	407
Deformazioni termiche	11	11	11	492	584	414
Cedimenti	8	9	6	500	593	421

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	113	97
Peso proprio soletta	546	474
Permanenti	623	636
Effetti primari del ritiro	964	701
Effetti secondari del ritiro	979	717
Accidentali mezzi + folla	1.306	1.741
Vento	1.311	1.749
Deformazioni termiche	1.434	1.866
Cedimenti	1.456	1.917

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		173	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	34,300	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,905	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,875	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.443	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	156,2	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-238,1	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	21,8	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	134	mm	b_2 =	1.598	mm
ψ_1 =	0,139	-	ψ_2 =	-10,945	-	b_{2t} =	1.464	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,895	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,966	-	λ_{p2} =	0,085	-			
ρ_1 =	0,850	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	338	[mm]	$b_{2,sup}$	53	mm			
$b_{1,inf}$	483	[mm]	$b_{2,lat}$	80	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	698	[mm]	$b_{2,eff}$	134	mm			
$b_{1,lat,eff}$	287	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	53	mm			
$b_{1,inf,eff}$	411	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	80	mm			
$x_{1,eff}$	123	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.484	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	64	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.885	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.610	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.443	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.066	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.991	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	20.029	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.859	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.472	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,972	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,131	[-]	snellezza
ψ	-1,524	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	14.484	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.885	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.472	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,930	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.983	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	19.977	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,129	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	64	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	76	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	76	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,569	[-]	
Φ	0,488	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 18.614 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sf} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animasup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (cm ³)
Sezione metallica	800	111	7.759.315	3.914.469	0	55.763	69.998	56.783	72.078
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.625	18.021.863	11.871.851	3.309.551	306.728	94.235	320.359	95.838
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.893	22.400.911	13.129.645	2.423.150	907.436	99.421	1.009.689	100.853
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.721	18.571.190	12.071.292	3.172.770	341.079	94.968	357.493	96.548
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.487	17.098.355	11.492.485	3.574.867	259.039	92.929	269.237	94.574

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{it} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{it} (cm)			
Peso proprio acciaio	64	0	9	5	5	-1,45	5	5	
Peso proprio soletta	240	0	40	20	20	-1,45	20	20	
Permanenti	139	0	17	12	12	-2,07	12	12	
Effetti primari del ritiro	347	473	0	0	0	-2,02	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	10	0	0	-2,02	0	0	
Accidentali mezzi + folla	959	0	78	93	93	-1,48	93	93	
Vento	11	0	0	10	10	-1,48	10	10	
Deformazioni termiche primarie	277	634	0	0	0	-1,48	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	249	0	0	18	18	-1,48	18	18	
Cedimenti	48	0	2	4	4	-2,13	4	4	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	115	113	-89	-91	0	155	152	-120	-123
Peso proprio soletta	0	430	423	-333	-343	0	736	723	-569	-586
Permanenti	4	45	43	-145	-148	6	804	788	-787	-808
Effetti primari del ritiro	-8	377	372	-85	-91	-4	1.256	1.234	-889	-917
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	1.256	1.234	-889	-917
Accidentali mezzi + folla	40	106	95	-951	-965	50	1.399	1.362	-2.172	-2.219
Vento	0	1	1	-11	-11	50	1.400	1.363	-2.182	-2.229
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	55	59	53	1.220	1.186	-2.142	-2.186
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	27	25	-247	-250	60	1.240	1.203	-2.320	-2.366
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-55	-59	47	1.579	1.541	-2.222	-2.272
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-27	-25	247	250	40	1.560	1.523	-2.044	-2.091
Cedimenti	1	19	18	-51	-52	62	1.602	1.562	-2.381	-2.428

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	20	29	23	27	39	31		3,76	5,08
Peso proprio soletta	89	127	103	147	210	170		15,04	25,38
Permanenti	46	54	33	216	291	219		7,59	36,76
Effetti primari del ritiro	0	0	0	216	291	219		0,00	36,76
Effetti secondari del ritiro	27	32	19	249	329	242		0,00	36,76
Accidentali mezzi + folla	229	248	142	558	663	435		58,46	115,69
Vento	0	0	0	558	663	435		6,29	121,35
Deformazioni termiche	0	0	0	558	663	435		11,32	129,49
Cedimenti	5	6	4	564	671	439		2,53	132,53

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	24	32	27	32	44	36		
Peso proprio soletta	104	142	118	172	235	196		
Permanenti	53	62	40	252	328	256		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	252	328	256		
Effetti secondari del ritiro	27	32	19	285	366	279		
Accidentali mezzi + folla	287	306	201	673	779	550		
Vento	6	6	6	679	785	556		
Deformazioni termiche	11	11	11	687	793	564		
Cedimenti	8	9	6	696	803	572	690,6	0,41

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	162	135	
Peso proprio soletta	782	663	
Permanenti	901	903	
Effetti primari del ritiro	1.309	993	
Effetti secondari del ritiro	1.329	1.012	
Accidentali mezzi + folla	1.793	2.372	
Vento	1.800	2.385	
Deformazioni termiche	1.947	2.517	
Cedimenti	1.974	2.579	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	STRADALE	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing		VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	115	113	-89	-91	0	115	113	-89	-91
Peso proprio soletta	0	430	423	-333	-343	0	545	535	-422	-434
Permanenti	4	45	43	-145	-148	4	590	579	-567	-582
Effetti primari del ritiro	-8	377	372	-85	-91	-4	967	951	-652	-673
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	967	951	-652	-673
Accidentali mezzi + folla	40	106	95	-951	-965	26	1.046	1.022	-1.365	-1.396
Vento	0	1	1	-11	-11	26	1.046	1.022	-1.365	-1.396
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	55	59	28	896	874	-1.332	-1.360
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	27	25	-247	-250	34	913	889	-1.480	-1.511
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-55	-59	23	1.196	1.170	-1.398	-1.432
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-27	-25	247	250	17	1.180	1.155	-1.250	-1.281
Cedimenti	1	19	18	-51	-52	35	1.215	1.188	-1.530	-1.562

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	20	26	23	20	26	23		3,76	3,76
Peso proprio soletta	89	114	103	109	140	126		15,04	18,80
Permanenti	46	49	33	155	189	159		7,59	26,39
Effetti primari del ritiro	0	0	0	155	189	159		0,00	26,39
Effetti secondari del ritiro	27	29	19	182	217	178		0,00	26,39
Accidentali mezzi + folla	229	223	142	354	384	285		58,46	70,24
Vento	0	0	0	354	384	285		6,29	70,24
Deformazioni termiche	0	0	0	354	384	285		11,32	77,03
Cedimenti	5	6	4	359	390	289		2,53	79,56

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	24	29	27	24	29	27
Peso proprio soletta	104	129	118	128	159	145
Permanenti	53	56	40	181	215	185
Effetti primari del ritiro	0	0	0	181	215	185
Effetti secondari del ritiro	27	29	19	208	244	204
Accidentali mezzi + folla	287	281	201	424	455	355
Vento	6	6	6	424	455	355
Deformazioni termiche	11	11	11	431	461	362
Cedimenti	8	8	6	439	470	368

τ_{media}	425,44
----------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	140,76	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	282	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,330	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,195	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,30
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

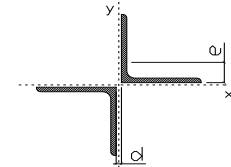
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente ϕ x-x	0,910
Coefficiente ϕ y-y	0,743

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	67,99
Aeff di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente χ x-x	0,732
Coefficiente χ y-y	0,841
Coefficiente χ min	0,732
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,18
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	0,94
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	5,26	1.783	0	2.406	0
Peso proprio soletta	21,05	7.130	0	12.032	0
Permanenti	10,63	3.599	0	17.432	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	17.432	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	17.432	0
Accidentali mezzi	81,85	27.722	0	54.856	0
Vento	8,80	2.981	0	57.539	0
Deformazioni termiche	15,84	5.366	0	61.402	0
Cedimenti	3,54	1.201	0	62.843	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	62.843
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,37
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,32

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	730,73 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	730,73 (daN/cm ²)	σ 1	730,73 (daN/cm ²)
t (mm)	12	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	730,73 (daN/cm ²)	σ 2	730,73 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,5	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,5	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	902,02 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	902,02 (daN/cm ²)	σ 1	902,02 (daN/cm ²)
t (mm)	12	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	902,02 (daN/cm ²)	σ 2	902,02 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	λ p	0,67 (-)	λ p	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,16 (cm)	σ N	902,02 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	736,92 (cm ⁴)	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	708	708
Effetti primari del ritiro	0	708
Effetti secondari del ritiro	431	1.139
Accidentali mezzi + folla	3.984	5.123
Vento	0	5.123
Deformazioni termiche	0	5.123
Cedimenti	78	5.202

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	23	31	28	37	0	0	0	0
Peso proprio soletta	104	171	123	203	0	0	0	0
Permanenti	55	254	41	264	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	254	0	264	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	33	293	24	293	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	276	666	179	535	0	0	0	0
Vento	0	666	0	535	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	666	0	535	0	0	0	0
Cedimenti	6	673	5	541	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G2

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	267.027	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	207.423	
	Sforzo di taglio (daN)	133.514	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	353.788	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.131.672	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.790.100	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	536.112	591.667
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.613		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.485		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	615.204	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	458.430	
	Sforzo di taglio (daN)	307.602	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	675.118	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.228.524	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.596.231	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	678.586	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	771.120	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.615.680	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	803.727	865.524
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.544		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.426		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

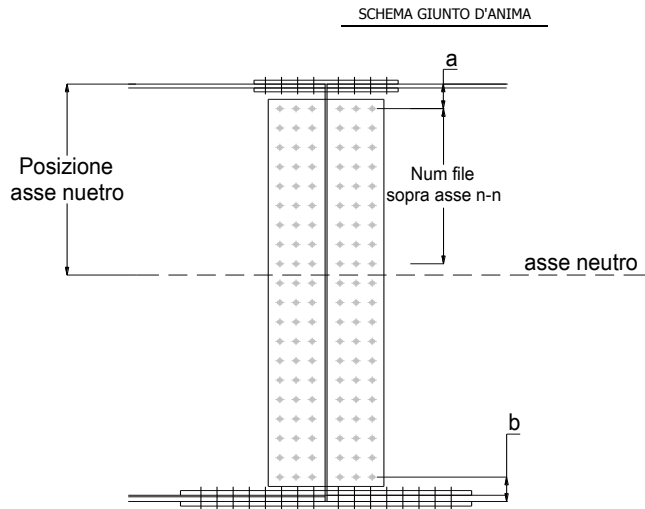
Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	97
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI COLLETTANTI	Taglio max (daN)	211.350
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	99.938
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	249.114
	Azione max bulloni sup. (daN)	9.202
	Azione max bulloni inf. (daN)	14.134
	Azione verticale sul bullone (daN)	4.064
	Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	14.707

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.085
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.725
	Sforzo nel coprighiunto sup.(daN/cm ²)	741
	Sforzo nel coprighiunto inf.(daN/cm ²)	1.101
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	693.565
	Scorrimento superiore (daN)	128.824
	Scorrimento inferiore (daN)	281.023
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	202	0	20	25	25	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-84	0	-14	-10	-10	
totale	286	0	34	35	35	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	12	30	27	-288	-292

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	147	104

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i (m) **42,25**

Luce Campata - L i+1 (m) **50,70**

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,228	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,94	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,33	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	20,89	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

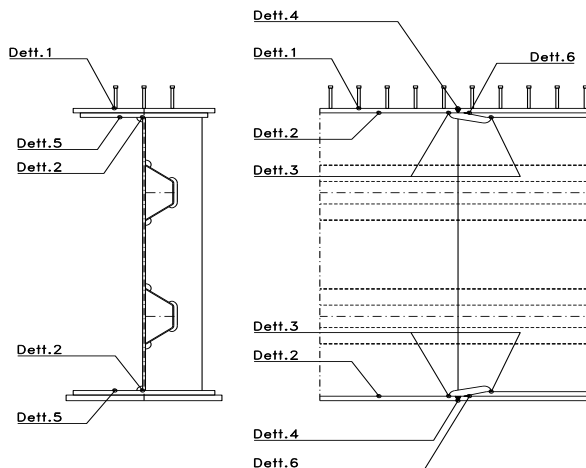
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	57,67	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	61,45	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	58,49	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.443	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,50 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-156,23	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	238,10	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	69,06	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,935	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,524	
δ	AL/(hw tw)	0,194	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,667	

0,935

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,24	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,24 $\gamma(L,\sigma)$ 3,78

$I_t = 155.080.208 > 82.338.254$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,59

$I_t = 859.302.562 > 30.756.398$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,935

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,59

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.443
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -156,2	σ_2 = 238,10
	τ = 69,1	y_n (mm)= 967,9

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-156,2	-19,8	114,7		
σ_2	-23,8	110,7	247,1		
σ_1^*	156,2	19,8	-114,7		
σ_2^*	23,8	-110,7	-247,1		
τ	69,1	69,1	69,1		
ψ	0,15	-5,60	2,15		
σ_{id}	196,76	121,23	165,72		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
k_{σ}	6,708	-	2,581		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	363,63	-	139,91		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	394,22	615,72	549,82		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	324,35	342,97	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,65	2,83	2,05		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 2.073	Msd= 23.541
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 23.130	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 33.063	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr}+V_t				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	25	ti	32
θ	0,819	N_{fd}	9.358.491		
ϕ	0,546	M_{fs}	49.281.883	M_{fi}	4.392.257
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V_{cr} = h_w t_{we2} τ^*	=	10.857.081	N
V_t	=	0	N
V_{rd}	=	10.857.081	N
Verifica=		10.629.995	N
	>=		2.073.344

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b_e+t_w	=	14	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	=	1.710	mm
Sforzo normale = N_{rd}=V_{rd}-0,8*V_{cr}	=	2.171.416	N
Area = A	=	9.999	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	=	272,41	mm
Inerzia = J	=	200.836.195	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	=	141,73	mm
Snellezza = λ	=	12,07	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	=	14.235	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	=	142.337.066	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	=	3.549.574	N

N_{Rd}	=	3.549.574
>=		N_{rd}
		=
		2.171.416

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

 Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η_T	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

 Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 24,28 [-]

 Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta^* \varepsilon \sqrt{k_T} = 103,563$

 a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

 Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

 Isl, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

 Isl 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,191	[-]

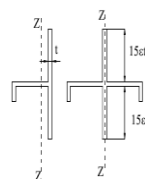


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

 Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k_{T,1}$			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$			$\lambda_{w,1}$	1,820	[-]

Snellezza di calcolo λ_w	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

 Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	32	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	25.600	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.529	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	14,008	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	13.341	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **4.145** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	2.073	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	10.044	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	23.541	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = **5,68** [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = **4.546** [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = **0,46** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

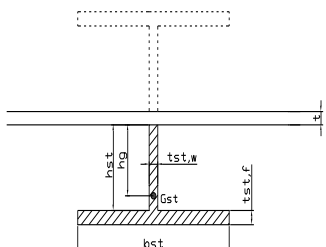
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	14	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	50.020,833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	12.317,512	[mm ⁴]

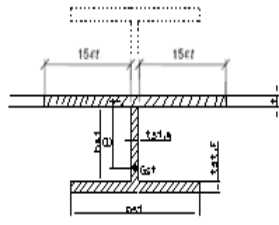
L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)



Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913,621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	19.976,68	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	20.029,27	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.472	[mm ²]



σ_{max}	156,23	[MPa]
N_{Ed}	1.052,34	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,37	[MPa]
e_{max}	266,74	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,28	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.166.618 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 131.913.621$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.166.618$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

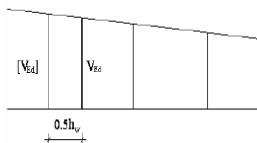
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 2.073 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 105,4189993 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 =$ 232,70 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 338,12 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} =$ 3,69 [-]

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,33 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] **OK**

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 37,44 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] **OK** VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 105,42 [kN]

Indice di resistenza 0,03 [-] VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,2
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C3
FRAME	203
JOINT	208
num. Travi	2

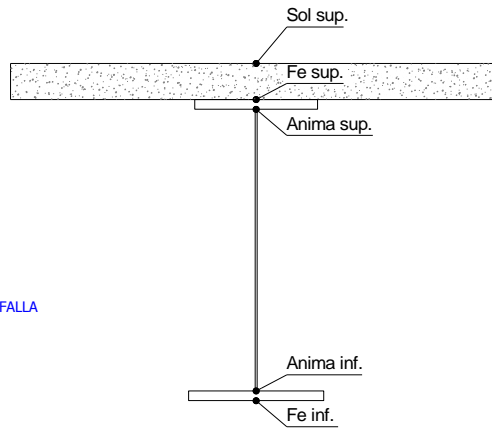
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 150x15 A FARFALLA

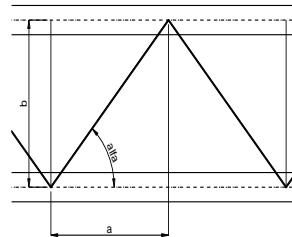


SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	462,9

diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	23,15	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	46,54		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	23,15	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	35,63		

COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04

PIOLI	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25



SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	7
	Altezza gola anima inf. (mm)	7
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Larghezza gola anima sup. (mm)	10
Larghezza gola anima inf. (mm)	10
Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	1.009	117,9	10.793.230	3.966.352	0	81.702	91.549	83.731	94.350
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.860	187,1	21.444.297	12.286.469	3.769.706	341.184	114.585	359.486
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.168	220,9	26.665.640	13.645.030	2.681.076	917.535	120.693	1.031.064
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.959	191,3	22.075.356	12.500.618	3.594.887	375.795	115.422	397.446
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.717	180,3	20.398.479	11.880.058	4.112.601	292.779	113.119	306.874

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	64	0	9	5	5			5	5	
Peso proprio soletta	240	0	40	20	20			20	20	
Permanenti	139	0	17	12	12			12	12	
Effetti primari del ritiro	379	488	0	0	0			0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	10	0	0			0	0	
Accidentali mezzi + folla	959	0	78	93	93			93	93	
Vento	11	0	0	10	10			10	10	
Deformazioni termiche primarie	314	654	0	0	0			0	0	
Deformazioni termiche secondarie	249	0	0	18	18			18	18	
Cedimenti	48	0	2	4	4			4	4	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	78	76	-68	-70	0	106	103	-92	-94
Peso proprio soletta	0	294	287	-254	-262	0	502	490	-435	-448
Permanenti	4	41	39	-119	-121	6	563	548	-614	-630
Effetti primari del ritiro	-10	350	344	-74	-80	-7	983	962	-702	-726
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	983	962	-702	-726
Accidentali mezzi + folla	36	105	93	-782	-795	41	1.124	1.087	-1.757	-1.798
Vento	0	1	1	-9	-9	42	1.126	1.088	-1.765	-1.807
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-241	-237	50	54	46	952	917	-1.730	-1.768
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	27	24	-203	-206	52	972	935	-1.876	-1.916
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	241	237	-50	-54	38	1.299	1.259	-1.801	-1.845
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-27	-24	203	206	31	1.279	1.241	-1.655	-1.697
Cedimenti	1	16	16	-42	-42	54	1.319	1.277	-1.926	-1.967

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	15	22	17	21	30	23		2,92	3,95
Peso proprio soletta	69	99	75	114	163	125		11,70	19,74
Permanenti	35	42	26	166	226	163		5,90	28,59
Effetti primari del ritiro	0	0	0	166	226	163		0,00	28,59
Effetti secondari del ritiro	21	25	15	190	256	181		0,00	28,59
Accidentali mezzi + folla	174	193	112	425	516	333		45,47	89,98
Vento	0	0	0	425	516	333		4,89	94,38
Deformazioni termiche	0	0	0	425	516	333		8,80	100,72
Cedimenti	4	5	3	430	522	336		1,97	103,08

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	18	25	20	25	34	27
Peso proprio soletta	80	110	87	133	183	144
Permanenti	41	48	32	194	255	192
Effetti primari del ritiro	0	0	0	194	255	192
Effetti secondari del ritiro	21	25	15	219	285	210
Accidentali mezzi + folla	219	238	158	515	606	423
Vento	5	5	5	519	610	427
Deformazioni termiche	9	9	9	526	617	433
Cedimenti	6	7	5	533	625	439

τ_{media}
532,4

Rapp τ
0,32

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	112	103
Peso proprio soletta	542	502
Permanenti	643	698
Effetti primari del ritiro	1.019	776
Effetti secondari del ritiro	1.034	790
Accidentali mezzi + folla	1.406	1.904
Vento	1.412	1.914
Deformazioni termiche	1.539	2.020
Cedimenti	1.576	2.071

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI
	arm sup	arm sup	
Peso proprio acciaio	0	0	
Peso proprio soletta	0	0	
Permanenti	60	89	
Effetti primari del ritiro	400	569	
Effetti secondari del ritiro	0	569	
Accidentali mezzi + folla	209	851	
Vento	2	853	
Deformazioni termiche	275	1.051	
Cedimenti	23	1.079	

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,47	0,61

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	78	76	-68	-70	0	78	76	-68	-70
Peso proprio soletta	0	294	287	-254	-262	0	372	363	-322	-332
Permanenti	4	41	39	-119	-121	4	413	402	-441	-453
Effetti primari del ritiro	-10	350	344	-74	-80	-7	763	746	-515	-533
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	763	746	-515	-533
Accidentali mezzi + folla	36	105	93	-782	-795	29	867	839	-1.297	-1.327
Vento	0	1	1	-9	-9	29	868	840	-1.302	-1.333
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-241	-237	50	54	33	724	698	-1.272	-1.301
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	27	24	-203	-206	38	740	712	-1.394	-1.424
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	241	237	-50	-54	26	1.013	982	-1.332	-1.365
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-27	-24	203	206	20	996	968	-1.210	-1.242
Cedimenti	1	16	16	-42	-42	39	1.029	998	-1.436	-1.467

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	15	22	17	15	22	17		2,92	2,92
Peso proprio soletta	69	99	75	84	121	92		11,70	14,62
Permanenti	35	42	26	119	163	118		5,90	20,52
Effetti primari del ritiro	0	0	0	119	163	118		0,00	20,52
Effetti secondari del ritiro	21	25	15	140	188	133		0,00	20,52
Accidentali mezzi + folla	174	193	112	313	380	245		45,47	66,00
Vento	0	0	0	313	380	245		4,89	70,89
Deformazioni termiche	0	0	0	313	380	245		8,80	79,69
Cedimenti	4	5	3	317	385	248		1,97	81,66

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	18	25	20	18	25	20
Peso proprio soletta	80	110	87	99	136	107
Permanenti	41	48	32	139	183	139
Effetti primari del ritiro	0	0	0	139	183	139
Effetti secondari del ritiro	21	25	15	160	208	154
Accidentali mezzi + folla	219	238	158	379	446	311
Vento	5	5	5	382	449	314
Deformazioni termiche	9	9	9	387	454	319
Cedimenti	6	7	5	393	461	324

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	83	76
Peso proprio soletta	401	372
Permanenti	469	502
Effetti primari del ritiro	784	568
Effetti secondari del ritiro	796	579
Accidentali mezzi + folla	1.066	1.404
Vento	1.069	1.411
Deformazioni termiche	1.189	1.500
Cedimenti	1.208	1.542

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	40	cm
Spessore	t	3,2	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12,50	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	39,100	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	3,200	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,806	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,951	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.433	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	127,8	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-192,4	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	18,2	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	39,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,2	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,806	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,951	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	137	mm	b_2 =	1.588	mm
ψ_1 =	0,142	-	ψ_2 =	-10,588	-	b_{2t} =	1.451	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,878	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,752	-	λ_{p2} =	0,067	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	338	[mm]	$b_{2,sup}$	55	mm			
$b_{1,inf}$	483	[mm]	$b_{2,lat}$	82	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	137	mm			
$b_{1,lat,eff}$	338	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	55	mm			
$b_{1,inf,eff}$	483	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	82	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	16.750	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	56	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.923	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.600	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.433	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.511	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.840	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	18.666	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	16.125	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	16.750	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,039	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,141	[-]	snellezza
ψ	-1,505	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	16.750	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.923	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	16.750	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.826	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	18.570	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,138	[-]	snellezza
i	84	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	56	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	86	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	86	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,581	[-]	
Φ	0,492	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 24.310 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.063	119	10.720.168	3.966.352	0	81.998	89.886	84.056	92.604
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.914	21.427.107	12.286.469	3.720.742	334.609	115.222	352.210	117.432
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.222	26.860.394	13.645.030	2.646.657	885.648	122.275	990.117	124.255
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.012	22.077.317	12.500.618	3.547.437	368.088	116.183	388.833	118.363
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.771	20.353.504	11.880.058	4.061.115	287.705	113.545	301.336	115.806

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo					valori x10 ⁴
	M+N* e_{xi} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{xi} (cm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	64	0	9	5	5	1,37	5	5	
Peso proprio soletta	240	0	40	20	20	1,37	20	20	
Permanenti	139	0	17	12	12	-1,18	12	12	
Effetti primari del ritiro	385	488	0	0	0	-1,24	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	10	0	0	-1,24	0	0	
Accidentali mezzi + folla	959	0	78	93	93	-1,27	93	93	
Vento	11	0	0	10	10	-1,27	10	10	
Deformazioni termiche primarie	323	654	0	0	0	-1,27	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	249	0	0	18	18	-1,27	18	18	
Cedimenti	48	0	2	4	4	-1,07	4	4	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	78	76	-69	-71	0	105	103	-93	-96
Peso proprio soletta	0	293	286	-259	-267	0	500	488	-443	-457
Permanenti	4	42	39	-118	-121	6	563	547	-621	-638
Effetti primari del ritiro	-11	347	341	-83	-89	-7	979	957	-720	-745
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	979	957	-720	-745
Accidentali mezzi + folla	36	108	97	-772	-784	42	1.125	1.088	-1.762	-1.803
Vento	0	1	1	-9	-9	42	1.127	1.089	-1.770	-1.811
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-240	-236	57	61	46	954	919	-1.730	-1.768
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	28	25	-200	-204	53	974	937	-1.874	-1.914
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	240	236	-57	-61	38	1.299	1.259	-1.811	-1.855
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-28	-25	200	204	31	1.279	1.241	-1.667	-1.709
Cedimenti	1	17	16	-41	-42	55	1.319	1.278	-1.924	-1.965

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	15	22	17	21	30	23		2,92	3,95
Peso proprio soletta	69	99	77	113	163	127		11,70	19,74
Permanenti	35	42	26	166	226	165		5,90	28,59
Effetti primari del ritiro	0	0	0	166	226	165		0,00	28,59
Effetti secondari del ritiro	21	25	15	191	256	183		0,00	28,59
Accidentali mezzi + folla	177	193	111	431	516	333		45,47	89,98
Vento	0	0	0	431	516	333		4,89	94,38
Deformazioni termiche	0	0	0	431	516	333		8,80	100,72
Cedimenti	4	5	3	435	522	336		1,97	103,08

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	18	25	20	25	34	27	534,3	0,32
Peso proprio soletta	80	110	88	133	183	147		
Permanenti	41	48	31	195	255	194		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	195	255	194		
Effetti secondari del ritiro	21	25	15	220	285	212		
Accidentali mezzi + folla	223	238	156	520	606	423		
Vento	5	5	5	525	610	427		
Deformazioni termiche	9	9	9	531	617	433		
Cedimenti	6	7	5	538	625	439		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	
	Anima sup	Anima inf		
Peso proprio acciaio	111	105	Rapp σ sup 0,47	
Peso proprio soletta	540	511		
Permanenti	643	706		
Effetti primari del ritiro	1.015	795		
Effetti secondari del ritiro	1.030	808		
Accidentali mezzi + folla	1.413	1.908		
Vento	1.419	1.919		
Deformazioni termiche	1.559	2.019		
Cedimenti	1.582	2.069		Rapp σ inf 0,61

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE		$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	78	76	-69	-71	0	78	76	-69	-71
Peso proprio soletta	0	293	286	-259	-267	0	371	362	-328	-338
Permanenti	4	42	39	-118	-121	4	412	401	-447	-459
Effetti primari del ritiro	-11	347	341	-83	-89	-7	759	743	-530	-548
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	759	743	-530	-548
Accidentali mezzi + folla	36	108	97	-772	-784	20	841	815	-1.109	-1.136
Vento	0	1	1	-9	-9	20	841	815	-1.109	-1.136
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-240	-236	57	61	24	697	674	-1.075	-1.100
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	28	25	-200	-204	29	714	689	-1.195	-1.222
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	240	236	-57	-61	17	984	957	-1.143	-1.173
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-28	-25	200	204	11	967	942	-1.022	-1.051
Cedimenti	1	17	16	-41	-42	31	1.001	973	-1.236	-1.264

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	15	20	17	15	20	17		2,92	2,92
Peso proprio soletta	69	89	77	84	109	94		11,70	14,62
Permanenti	35	38	26	119	147	120		5,90	20,52
Effetti primari del ritiro	0	0	0	119	147	120		0,00	20,52
Effetti secondari del ritiro	21	22	15	140	169	134		0,00	20,52
Accidentali mezzi + folla	177	173	111	273	299	218		45,47	54,63
Vento	0	0	0	273	299	218		4,89	54,63
Deformazioni termiche	0	0	0	273	299	218		8,80	59,91
Cedimenti	4	4	3	277	303	221		1,97	61,88

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	18	23	20	18	23	20
Peso proprio soletta	80	101	88	99	124	109
Permanenti	41	44	31	140	167	140
Effetti primari del ritiro	0	0	0	140	167	140
Effetti secondari del ritiro	21	22	15	161	189	155
Accidentali mezzi + folla	223	219	156	328	354	272
Vento	5	5	5	328	354	272
Deformazioni termiche	9	9	9	333	359	277
Cedimenti	6	6	5	339	365	282

T _{media}	328,88
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	9,85	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	88,72	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	22,15	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	139,92	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	237	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	22,93	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	19,13	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,165	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,105	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,15
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

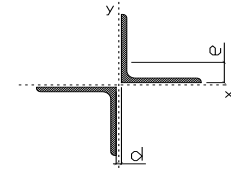
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente ϕ x-x	0,910
Coefficiente ϕ y-y	0,743

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
W _{eff} di 1 controvento (cm ³)	67,99
A _{eff} di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente λ x-x	0,732
Coefficiente λ y-y	0,841
Coefficiente λ min	0,732
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,18
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	0,94
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	5,26	1.783	0	2.406	0
Peso proprio soletta	21,05	7.130	0	12.032	0
Permanenti	10,63	3.599	0	17.432	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	17.432	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	17.432	0
Accidentali mezzi	81,85	27.722	0	54.856	0
Vento	8,80	2.981	0	57.539	0
Deformazioni termiche	15,84	5.366	0	61.402	0
Cedimenti	3,54	1.201	0	62.843	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	62.843
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,37
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,32

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	730,73 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	730,73 (daN/cm ²)	σ 1	730,73 (daN/cm ²)
t (mm)	12	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	730,73 (daN/cm ²)	σ 2	730,73 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,5	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,5	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI A_{eff} e J_{eff}

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	902,02 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	902,02 (daN/cm ²)	σ 1	902,02 (daN/cm ²)
t (mm)	12	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	902,02 (daN/cm ²)	σ 2	902,02 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	λ p	0,67 (-)	λ p	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				A _{eff}	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e _{eff}	4,16 (cm)	σ N	902,02 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	736,92 (cm ⁴)	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	333	333
Effetti primari del ritiro	0	333
Effetti secondari del ritiro	204	536
Accidentali mezzi + folla	1.947	2.483
Vento	0	2.483
Deformazioni termiche	0	2.483
Cedimenti	36	2.520

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	20	27	22	29	0	0	0	0
Peso proprio soletta	88	145	96	159	0	0	0	0
Permanenti	44	211	33	208	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	211	0	208	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	26	242	19	231	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	221	541	143	423	0	0	0	0
Vento	0	541	0	423	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	541	0	423	0	0	0	0
Cedimenti	5	547	4	428	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G2

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,50
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

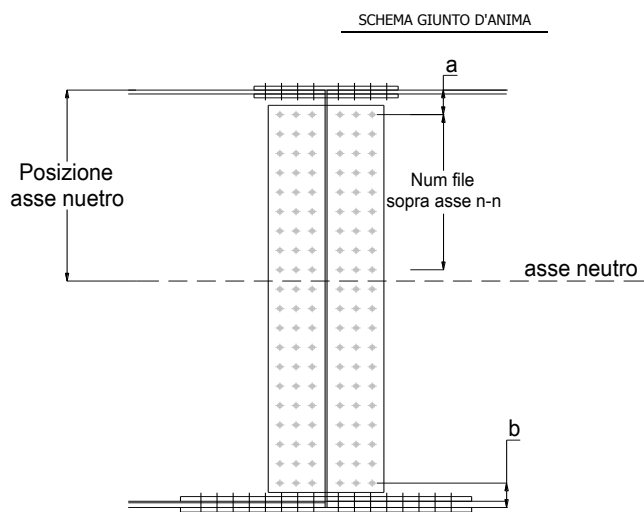
VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)		332.298
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		259.408
	Sforzo di taglio (daN)		166.149
	Resistenza coprighiunto R_{dcrig} (daN)		353.788
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.448.541
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		2.291.328
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		400.982
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		455.662
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		954.720
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		803.727
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			865.524
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		1.356	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		1.249	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)		613.114
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		457.118
	Sforzo di taglio (daN)		306.557
	Resistenza coprighiunto R_{dcrig} (daN)		675.118
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		2.437.448
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		2.839.627
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		678.586
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		771.120
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		1.615.680
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		1.007.597
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			1.065.000
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.043	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		1.948	

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

 Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	100
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	
AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		211.350
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		111.671
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		253.331
	Azione max bulloni sup. (daN)		9.972
	Azione max bulloni inf. (daN)		14.650
	Azione verticale sul bullone (daN)		4.064
Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)		15.204	
VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		911
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		1.411
	Sforzo nel coprigiunto sup.(daN/cm ²)		786
	Sforzo nel coprigiunto inf.(daN/cm ²)		1.158
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		683.752
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		891.726
	Scorrimento superiore (daN)		138.124
	Scorrimento inferiore (daN)		284.767
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	202	0	20	25	25
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-84	0	-14	-10	-10
totale	286	0	34	35	35

valori x10⁴

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	11	31	28	-233	-237

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	117	83

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 42,25

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m) 50,70

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,228	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	5,15	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	23,36	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	16,54	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

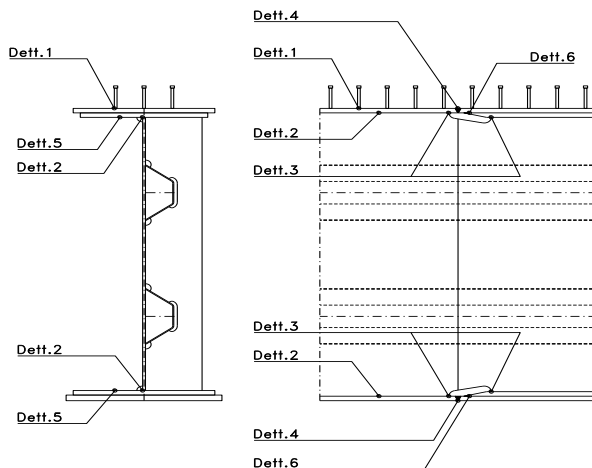
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	46,64	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,93	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	50,69	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	47,39	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.433	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 135,17 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-127,78	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	192,35	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	53,43	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,939	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,505	
δ	AL/(hw tw)	0,151	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,669	

0,939

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,70	3,80

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,70 $\gamma(L,\sigma)$ 3,80

$I_t = 155.080.208 > 112.166.856$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1 ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,43

0,939

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,43

$I_t = 1.352.171.362 > 64.773.691$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.433
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -127,8	σ_2 = 192,35
	τ = 53,4	y_n (mm)= 971,1

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-127,8	-16,5	93,1		
σ_2	-19,8	89,8	201,0		
σ_1^*	127,8	16,5	-93,1		
σ_2^*	19,8	-89,8	-201,0		
τ	53,4	53,4	53,4		
ψ	0,16	-5,43	2,16		
σ_{id}	157,77	94,00	131,25		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	6,693	-	2,577		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	599,75	-	230,91		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	646,37	1022,26	908,89		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	344,10	350,69	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	2,18	3,73	2,66		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio

per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 2.073	Msd= 24.361
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 28.346	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M_{r,d} = 40.806	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs 800	bi 900
σ_{td}	-552,81	ts 32	ti 35
θ	0,817	Nfd 11.492.514	
ϕ	0,545	Mfs 43.561.744	Mfi 5.500.453
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t_{we2} τ^*	=	22.980.800 N	
Vt	=	0 N	
Vrd	=	22.980.800 N	
Verifica=		22.980.800 N	>= 2.073.344

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	18 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.703 mm
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr=	4.596.160 N
Area = A=	14.677 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21 mm
Inerzia = J=	349.627.316 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	154,34 mm
Snellezza = λ=	11,03
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}=	17.022 N/mm ²
Forza critica euleriana = NcrE=	249.829.718 N
Carico resistente a instabilità = NRd=	5.210.406 N

NRd =	5.210.406	>=	Nird =	4.596.160
--------------	-----------	--------------	---------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 112.992.103 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 225.984.207 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

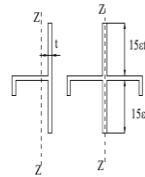


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)		0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3		6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	32	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	35	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	25.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	31.500	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	32	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	799	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	597,84	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.534	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	22.998	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	21.903	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **10.144** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	2.073	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	10.364	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	24.361	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 2,40$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6.900$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,30$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

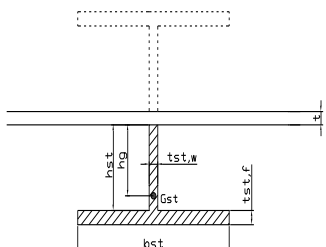
Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

$\sqrt{2}$

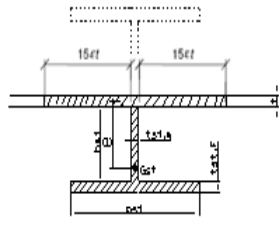


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	18.569,97	[MPa]
$\sigma_{cr,D}$ critica per instabilità di piastra	18.665,62	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,D}$	0,99	[-]
Ac,eff	16.750	[mm ²]



>>>>>

σ_{max}	127,78	[MPa]
N_{Ed}	1.070,15	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,37	[MPa]
e_{max}	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.267.377 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.267.377$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

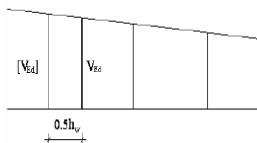
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 2.073 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} \cdot \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \cdot \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 236,05 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 236,05 \quad [\text{kN}]$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	14.532	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
e_{max}	279	[-]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	61.469	[kN]

massima distanza tra lembi e baricentro

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 2,72 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] -$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	14.532	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	61.469	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,29	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,56	
Coefficiente di riduzione χ	0,95	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	4.476,11	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,2
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	48
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
SOLETTA	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	462,9
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	462,9
	Spessore predalle (cm)	5
COEFF.	diametro ferri superiori soletta (cm)	1,8
	n° ferri superiori	23,15
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,8
	n° ferri inferiori	23,15
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
PIOLI	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
SALDATURE	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	7
FAST	Altezza gola anima inf. (mm)	7
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Larghezza gola anima sup. (mm)	10
	Larghezza gola anima inf. (mm)	10
	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C3
FRAME	203
JOINT	211
num. Travi	2

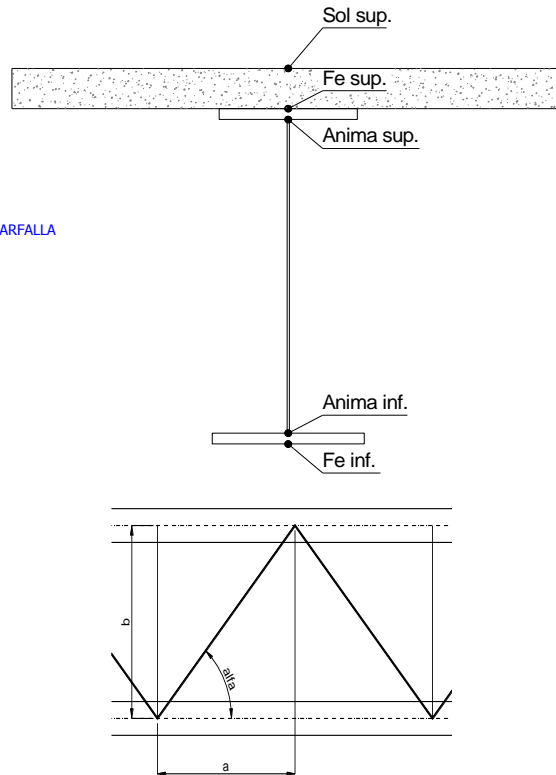
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

φ 18/20 cm

φ 18/20 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.009	118	10.793.230	3.966.352	0	81.702	91.549	83.731	94.350
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.778	20.808.888	12.286.469	3.515.509	311.800	113.547	327.503	115.758
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.086	26.434.051	13.645.030	2.601.659	869.505	120.374	971.795	122.324
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.876	21.500.322	12.500.618	3.372.519	345.416	114.513	364.136	116.688
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.635	19.655.846	11.880.058	3.794.076	264.762	111.833	276.688	114.106
Sezione metallica + ferri	1.127	134	13.168.135	3.966.352	90.522	113.061	98.615	116.255	101.269

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-112	0	21	9	9	
Peso proprio soletta	-456	0	81	38	38	
Permanenti	-169	0	37	14	14	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	-350	0	21	33	33	
Accidentali mezzi + folla	-728	0	126	153	153	
Vento	-22	0	6	11	11	
Deformazioni termiche primarie	323	654	0	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	294	0	3	34	34	
Cedimenti	-54	0	2	7	7	

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	9	9
	38	38
	14	14
	0	0
	33	33
	153	153
	11	11
	0	0
	34	34
	7	7

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-137	-134	119	122	0	-185	-181	160	165
Peso proprio soletta	0	-558	-545	483	498	0	-939	-916	813	838
Permanenti	-187	-149	-145	167	171	-280	-1.163	-1.134	1.063	1.095
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-280	-1.163	-1.134	1.063	1.095
Effetti secondari del ritiro	-387	-310	-301	346	355	-744	-1.534	-1.495	1.478	1.521
Accidentali mezzi + folla	-804	-644	-626	719	738	-1.830	-2.403	-2.341	2.448	2.517
Vento	-24	-19	-19	22	22	-1.852	-2.421	-2.358	2.468	2.537
Deformazioni termiche primarie +DT	938	-249	-245	52	57	-1.176	-2.600	-2.534	2.505	2.578
Deformazioni termiche secondarie +DT	-325	260	253	-290	-298	-1.410	-2.413	-2.352	2.296	2.363
Deformazioni termiche primarie -DT	-938	249	245	-52	-57	-2.527	-2.242	-2.181	2.430	2.497
Deformazioni termiche secondarie -DT	325	-260	-253	290	298	-2.293	-2.429	-2.363	2.639	2.711
Cedimenti	-60	-48	-46	53	55	-2.586	-2.658	-2.590	2.703	2.777

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	52	40	49	70	53		5,26	7,11
Peso proprio soletta	139	200	153	237	340	259		22,22	37,11
Permanenti	71	91	65	343	477	357		6,89	47,44
Effetti primari del ritiro	0	0	0	343	477	357		0,00	47,44
Effetti secondari del ritiro	40	52	37	391	539	401		16,23	66,91
Accidentali mezzi + folla	240	311	221	715	959	699		74,81	167,90
Vento	11	15	11	725	973	708		5,38	172,75
Deformazioni termiche	6	7	5	729	978	712		16,62	184,72
Cedimenti	4	5	4	734	984	716		3,45	188,85

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	57	45	56	77	60
Peso proprio soletta	162	222	175	274	377	296
Permanenti	77	98	72	390	524	404
Effetti primari del ritiro	0	0	0	390	524	404
Effetti secondari del ritiro	56	68	53	458	606	468
Accidentali mezzi + folla	315	386	295	883	1.127	866
Vento	17	20	16	898	1.145	881
Deformazioni termiche	22	24	22	914	1.163	896
Cedimenti	7	8	7	923	1.173	905

τ media (daN/cm2)
1.000,1

Rapp τ
0,60

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	205	191
Peso proprio soletta	1.031	961
Permanenti	1.320	1.273
Effetti primari del ritiro	1.320	1.273
Effetti secondari del ritiro	1.692	1.685
Accidentali mezzi + folla	2.796	2.872
Vento	2.824	2.901
Deformazioni termiche	2.844	3.062
Cedimenti	3.043	3.125

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup
0,90

Rapp σ inf
0,92

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-137	-134	119	122	0	-137	-134	119	122
Peso proprio soletta	0	-558	-545	483	498	0	-695	-678	602	620
Permanenti	-187	-149	-145	167	171	-187	-845	-824	769	792
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-187	-845	-824	769	792
Effetti secondari del ritiro	-387	-310	-301	346	355	-573	-1.154	-1.125	1.115	1.147
Accidentali mezzi + folla	-804	-644	-626	719	738	-1.378	-1.798	-1.751	1.833	1.885
Vento	-24	-19	-19	22	22	-1.392	-1.810	-1.762	1.846	1.898
Deformazioni termiche primarie +DT	938	-249	-245	52	57	-829	-1.959	-1.910	1.878	1.932
Deformazioni termiche secondarie +DT	325	260	253	-290	-298	-635	-1.803	-1.758	1.704	1.753
Deformazioni termiche primarie -DT	-938	249	245	52	-57	-1.955	-1.660	-1.615	1.878	1.864
Deformazioni termiche secondarie -DT	-325	-260	-253	290	298	-2.150	-1.816	-1.767	2.052	2.043
Cedimenti	-60	-48	-46	53	55	-2.209	-2.007	-1.956	2.105	2.098

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	52	40	36	52	40		5,26	5,26
Peso proprio soletta	139	200	153	175	252	192		22,22	27,49
Permanenti	71	91	65	246	343	257		6,89	34,37
Effetti primari del ritiro	0	0	0	246	343	257		0,00	34,37
Effetti secondari del ritiro	40	52	37	286	395	294		16,23	50,60
Accidentali mezzi + folla	240	311	221	526	706	514		74,81	125,41
Vento	11	15	11	533	715	521		5,38	130,79
Deformazioni termiche	6	7	5	536	720	524		16,62	147,41
Cedimenti	4	5	4	540	724	527		3,13	150,54

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	57	45	41	57	45
Peso proprio soletta	162	222	175	203	279	220
Permanenti	77	98	72	280	378	291
Effetti primari del ritiro	0	0	0	280	378	291
Effetti secondari del ritiro	56	68	53	337	446	344
Accidentali mezzi + folla	315	386	295	652	832	640
Vento	17	20	16	662	844	649
Deformazioni termiche	22	24	22	675	858	662
Cedimenti	7	8	7	682	866	669

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	152	142
Peso proprio soletta	764	712
Permanenti	956	920
Effetti primari del ritiro	956	920
Effetti secondari del ritiro	1.267	1.264
Accidentali mezzi + folla	2.083	2.142
Vento	2.102	2.162
Deformazioni termiche	2.119	2.351
Cedimenti	2.285	2.403

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	3,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		13	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,100$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 3,500$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,832$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 0,931$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.433	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	278,1	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-263,3	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	92,7	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,832	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,931	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	413	mm	b_2 =	1.588	mm
ψ_1 =	0,333	-	ψ_2 =	-2,839	-	b_{2t} =	1.174	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,927	-	$k_{\sigma 2}$ =	88,141	-			
λ_{p1} =	0,810	-	λ_{p2} =	0,106	-			
ρ_1 =	0,955	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	352	[mm]	$b_{2,sup}$	165	mm			
$b_{1,inf}$	469	[mm]	$b_{2,lat}$	248	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	783	[mm]	$b_{2,eff}$	413	mm			
$b_{1,lat,eff}$	336	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	165	mm			
$b_{1,inf,eff}$	448	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	248	mm			
$x_{1,eff}$	37	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	18.491	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	51	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.421	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.600	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.433	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.599	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.680	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	7.920	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	17.866	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	18.111	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,014	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,213	[-]	snellezza
ψ	-0,947	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	18.491	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.421	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	18.111	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,979	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.667	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.881	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,210	[-]	snellezza
i	82	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	51	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	91	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	91	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,590	[-]	
Φ	0,525	[-]	
χ_c	0,994	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	0,994	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 28.510 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	17,9	[mm]
tsl,red	24,8	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.046	119	10.524.048	3.966.352	0	80.273	88.514	82.282	91.198
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.815	20.559.396	12.286.469	3.447.685	304.671	112.642	319.838	114.845
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.123	26.329.603	13.645.030	2.556.777	842.296	120.369	938.355	122.326
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.913	21.263.489	12.500.618	3.307.911	337.326	113.730	355.366	115.900
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.672	19.388.505	11.880.058	3.720.206	258.922	110.717	270.481	112.975
Sezione metallica + ferri	1.163	134	12.876.013	3.966.352	88.763	110.942	96.134	114.087	98.713

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-112	0	21	9	9	1,00
Peso proprio soletta	-456	0	81	38	38	1,00
Permanenti	-169	0	37	14	14	0,41
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0,41
Effetti secondari del ritiro	-350	0	21	33	33	0,41
Accidentali mezzi + folla	-728	0	126	153	153	0,41
Vento	-22	0	6	11	11	0,41
Deformazioni termiche primarie	321	654	0	0	0	0,41
Deformazioni termiche secondarie	294	0	3	34	34	0,41
Cedimenti	-54	0	2	7	7	0,41

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
9	9
38	38
14	14
0	0
33	33
153	153
11	11
0	0
34	34
7	7

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-140	-136	123	127	0	-188	-184	166	171
Peso proprio soletta	0	-568	-554	500	515	0	-955	-932	841	866
Permanenti	-190	-152	-148	171	176	-286	-1.184	-1.154	1.098	1.130
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-286	-1.184	-1.154	1.098	1.130
Effetti secondari del ritiro	-394	-315	-307	355	364	-759	-1.562	-1.522	1.523	1.567
Accidentali mezzi + folla	-820	-656	-638	737	757	-1.866	-2.448	-2.384	2.519	2.589
Vento	-25	-20	-19	22	23	-1.888	-2.466	-2.401	2.539	2.610
Deformazioni termiche primarie +DT	924	-248	-244	53	57	-1.223	-2.644	-2.577	2.577	2.651
Deformazioni termiche secondarie +DT	331	265	258	-298	-306	-985	-2.453	-2.391	2.362	2.431
Deformazioni termiche primarie -DT	-924	248	244	-53	-57	-2.553	-2.288	-2.226	2.501	2.569
Deformazioni termiche secondarie -DT	-331	-265	-258	298	306	-2.792	-2.479	-2.411	2.715	2.789
Cedimenti	-61	-49	-47	55	56	-2.853	-2.703	-2.633	2.781	2.857

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	52	41	50	70	55		5,26	7,11
Peso proprio soletta	142	200	158	241	340	268		22,22	37,11
Permanenti	72	91	66	349	477	368		6,89	47,44
Effetti primari del ritiro	0	0	0	349	477	368		0,00	47,44
Effetti secondari del ritiro	41	52	38	398	539	413		16,23	66,91
Accidentali mezzi + folla	245	311	226	728	959	719		74,81	167,90
Vento	12	15	11	739	973	729		5,38	172,75
Deformazioni termiche	6	7	5	743	978	732		16,62	184,72
Cedimenti	4	5	4	748	984	737		3,44	188,85

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	42	57	46	57	77	62
Peso proprio soletta	164	222	180	278	377	305
Permanenti	79	98	73	396	524	415
Effetti primari del ritiro	0	0	0	396	524	415
Effetti secondari del ritiro	57	68	54	465	606	480
Accidentali mezzi + folla	320	386	301	896	1.127	887
Vento	17	20	16	911	1.145	901
Deformazioni termiche	22	24	22	928	1.163	917
Cedimenti	7	8	7	936	1.173	926

τ_{media}
1.011,6

Rapp τ
0,60

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	208	198
Peso proprio soletta	1.049	993
Permanenti	1.343	1.312
Effetti primari del ritiro	1.343	1.312
Effetti secondari del ritiro	1.722	1.735
Accidentali mezzi + folla	2.845	2.950
Vento	2.874	2.980
Deformazioni termiche	2.897	3.146
Cedimenti	3.093	3.210

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,91 0,95

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-140	-136	123	127	0	-140	-136	123	127
Peso proprio soletta	0	-568	-554	500	515	0	-708	-690	623	642
Permanenti	-190	-152	-148	171	176	-190	-860	-838	794	818
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-190	-860	-838	794	818
Effetti secondari del ritiro	-394	-315	-307	355	364	-585	-1.175	-1.145	1.149	1.182
Accidentali mezzi + folla	-820	-656	-638	737	757	-1.200	-1.668	-1.624	1.702	1.750
Vento	-25	-20	-19	22	23	-1.200	-1.668	-1.624	1.702	1.750
Deformazioni termiche primarie +DT	924	-248	-244	53	57	-646	-1.816	-1.770	1.733	1.784
Deformazioni termiche secondarie +DT	331	265	258	-298	-306	-447	-1.657	-1.615	1.555	1.600
Deformazioni termiche primarie -DT	-924	248	244	-53	-57	-1.754	-1.519	-1.478	1.670	1.715
Deformazioni termiche secondarie -DT	-331	-265	-258	298	306	-1.953	-1.678	-1.632	1.849	1.899
Cedimenti	-61	-49	-47	55	56	-2.014	-1.865	-1.817	1.904	1.955

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	47	41	37	47	41		5,26	5,26
Peso proprio soletta	142	180	158	179	227	199		22,22	27,49
Permanenti	72	82	66	250	309	265		6,89	34,37
Effetti primari del ritiro	0	0	0	250	309	265		0,00	34,37
Effetti secondari del ritiro	41	47	38	291	356	303		16,23	50,60
Accidentali mezzi + folla	245	280	226	475	566	473		74,81	106,71
Vento	12	13	11	475	566	473		5,38	106,71
Deformazioni termiche	6	7	5	478	570	476		16,62	116,68
Cedimenti	4	4	4	482	574	480		3,44	120,13

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	42	52	46	42	52	46
Peso proprio soletta	164	202	180	206	254	226
Permanenti	79	89	73	285	343	300
Effetti primari del ritiro	0	0	0	285	343	300
Effetti secondari del ritiro	57	63	54	342	406	354
Accidentali mezzi + folla	320	355	301	582	672	579
Vento	17	19	16	582	672	579
Deformazioni termiche	22	23	22	595	686	593
Cedimenti	7	8	7	602	694	600

T _{media}	632,02
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,939	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	10,40	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	24,05	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	88,72	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	118,83	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	630	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	243,3
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,05	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	18,77	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,27	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,172	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,126	VERIFICA SODDISFATTA	0,16

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

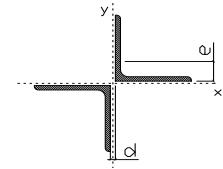
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{x-x} (Tab. C4.2.IV)	1,32
k_{y-y} (Tab. C4.2.IV)	1,06
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	9,47	3.209	0	4.332	0
Peso proprio soletta	40,00	13.548	0	22.621	0
Permanenti	12,40	4.199	0	28.920	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	28.920	0
Effetti secondari del ritiro	29,21	9.894	0	40.793	0
Accidentali mezzi	134,66	45.607	0	102.362	0
Vento	9,68	3.279	0	105.314	0
Deformazioni termiche	29,92	10.135	0	112.611	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	115.132	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	115.132
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,62
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,52

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.338,74 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.338,74 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.338,74 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.338,74 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.338,74 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.337,98 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.337,98 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.337,98 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.337,98 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.337,98 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.337,98 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	782	782
Effetti primari del ritiro	0	782
Effetti secondari del ritiro	459	1.241
Accidentali mezzi + folla	3.261	4.501
Folla	155	4.657
Deformazioni termiche	78	4.734
Cedimenti	40	4.774

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	46	62	50	68	0	0	0	0
Peso proprio soletta	177	301	194	330	0	0	0	0
Permanenti	90	436	82	454	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	436	0	454	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	51	497	47	510	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	306	910	281	889	0	0	0	0
Folla	15	923	13	901	0	0	0	0
Deformazioni termiche	7	928	7	906	0	0	0	0
Cedimenti	5	934	4	911	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G3

COPRIGIUNTO SUPERIORE **DOPPIA SEZIONE**

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE **DOPPIA SEZIONE**

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,50
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	671.693	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	507.273	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	335.847	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	722.182	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.633.710	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.068.273	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	822.528	865.524
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.785	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.677		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	863.121	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	662.025	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	431.561	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	900.698	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.213.000	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.743.145	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	963.900	1.065.000
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.888	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.787		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

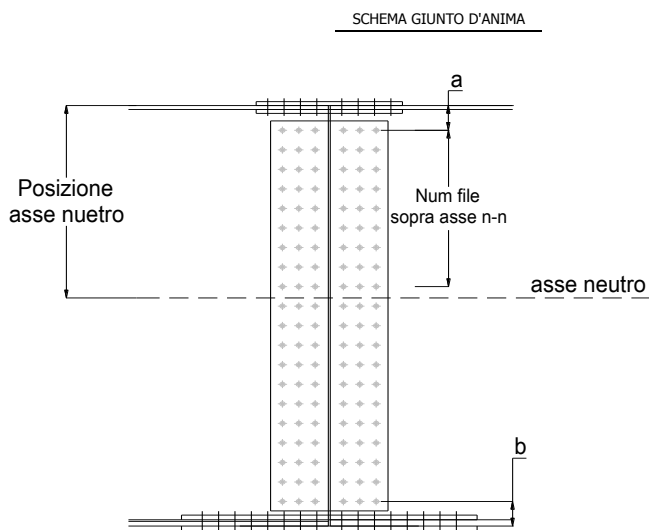
 Foglio
10 di 17

 COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	122
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	398.460
	Azione anima sup. S_{av} (daN) (SLU)	277.512
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	302.267
	Azione max bulloni sup. (daN)	20.119
	Azione max bulloni inf. (daN)	20.664
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.663
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	22.039

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.830
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	2.008
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)	1.534
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)	1.678
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	820.502
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.070.071
	Scorrimento superiore (daN)	332.918
	Scorrimento inferiore (daN)	370.674
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

Foglio
11 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	89	0	30	34	34	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-139	0	-5	-24	-24	
totale	228	0	35	58	58	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	9	202	196	-225	-231

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	137	98

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 42,25

Luce Campata - L i+1 (m) 50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,228	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	33,31	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	27,38	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	19,63	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

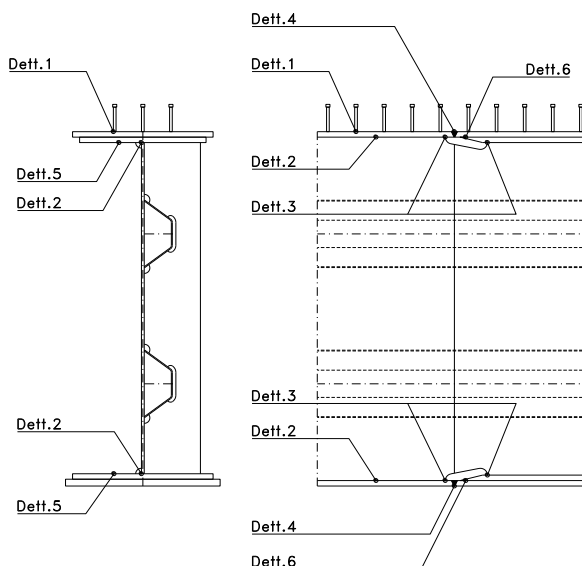
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	45,03	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,93	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	49,46	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	46,24	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	4.629	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]

ARMATURA TESA

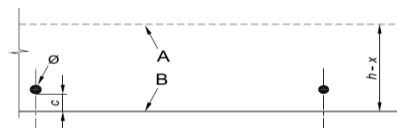
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	23	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	5.889,69	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	201,35	[MPa]
x	0	[mm]



nf.2	23	[-]
φφ.2	18	[mm]
Asf.2	5.889,69	[mm ²]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

σs QP	127,29	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

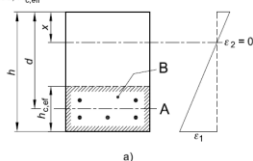
αe	6,24	[-]
As	11.779	[mm ²]
Ac,eff.1	925.800	[mm ²]
Ac,eff.2	509.190	[mm ²]
Ac,eff.3	763.785	[mm ²]
Ac,eff.min	509.190	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

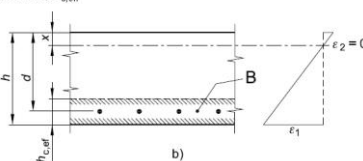
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

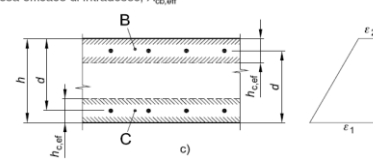
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Fattore di durata del carico

kt	0,40	[-]
----	------	-----

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000575	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000667	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000667	[-]

QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000364	[-]
QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000314	[-]
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000364	[-]

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k1	0,80	[-]
k2	0,50	[-]
k3	3,40	[-]
k4	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}$$

$$W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Distanza massima tra le fessure

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,29	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,16	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.433	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 135,17 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-278,10	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	263,33	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	101,16	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,939	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,947	
δ	AL/(hw tw)	0,151	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,669	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		52,70	6,59

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 112.166.856$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,43

$I_t = 1.352.171.362 > 64.773.691$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.433
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -278,1	σ_2 = 263,33
	τ = 101,2	y_n (mm)= 1.249,7

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-278,1	-89,9	95,4		
σ_2	-95,5	89,9	278,0		
σ_1^*	278,1	89,9	-95,4		
σ_2^*	95,5	-89,9	-278,0		
τ	101,2	101,2	101,2		
ψ	0,34	-1,00	2,91		
σ_{id}	328,69	196,95	199,51		
$\sigma_{r,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	5,819	-	2,093		
k_{σ}	-	17,239	-		
k_{σ}	-	-	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	521,49	-	187,56		
σ_{cr}	-	1593,02	-		
σ_{cr}	-	-	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	564,43	1006,01	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	340,61	350,55	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,04	1,78	1,75		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.909	Msd= 24.807
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 28.346	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M_{r,d} = 40.698	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs	900	bi	800
σ_{td}	-552,81	ts	35	ti	32
θ	0,817	Nfd	11.492.514		
ϕ	0,545	Mfs	5.500.453	Mfi	43.561.744
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t_{we2} τ^*	=	22.980.800	N
Vt	=	0	N
VRd	=	22.980.800	N
Verifica=		22.980.800	N
	>=	3.908.893	

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+te	=	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	=	1.703	mm
Sforzo normale = N_{rd}=V_{rd}-0,8*V_{cr}	=	4.596.160	N
Area = A	=	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =		286,21	mm
Inerzia = J	=	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	=	154,34	mm
Snellezza = λ	=	11,03	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	=	17.022	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	=	249.829.718	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	=	5.210.406	N

NRd =	5.210.406	>=	Nrd =	4.596.160
--------------	-----------	--------------	--------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 112.992.103 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 225.984.207 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

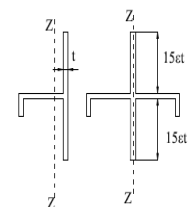
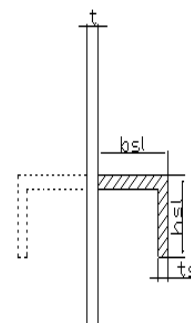


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	32	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	35	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	25.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	31.500	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	32	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	799	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	597,84	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.534	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	22.998	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	21.903	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **16.659** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	3.909	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.621	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	24.807	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = **1,49** [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

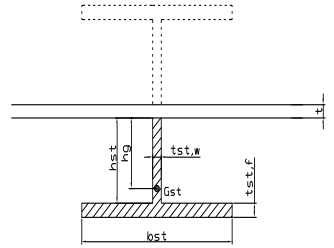
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = **6.900** [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = **0,57** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

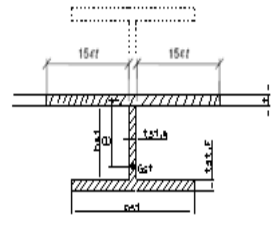


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	7.880,66	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	7.919,62	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	18.111	[mm ²]



σ_{max}	278,10	[MPa]
N_{Ed}	2.518,31	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,88	[MPa]
	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]
γ_{M1}		

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 5.336.768 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 5.336.768$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

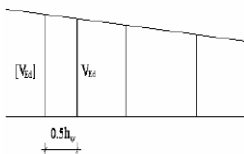
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.909 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2$ 555,58 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 555,58 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 6,43 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

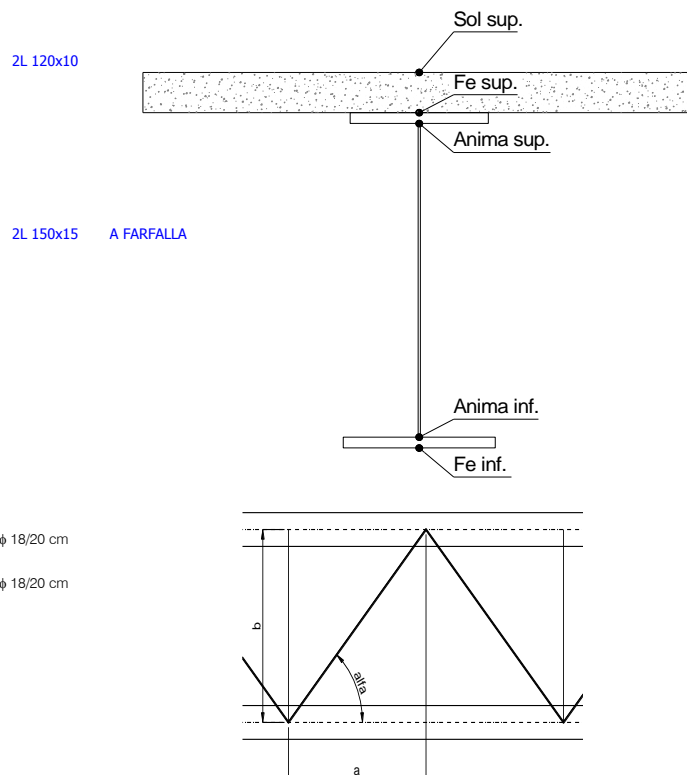
Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	2,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	48
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
SOLETTA	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	470,0
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	470,0
	Spessore predalle (cm)	5
COEFF.	diametro ferri superiori soletta (cm)	1,8
	n° ferri superiori	23,50
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,8
	n° ferri inferiori	23,50
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
TEMP	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
SALDATURE	Numero pioli in linea n°	4
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C4
FRAME	204
JOINT	211
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.945	180	22.950.239	12.438.513	3.765.190	329.238	127.294	349.281
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.273	216	29.246.862	13.835.107	2.735.509	867.464	135.224	984.234
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.045	185	23.704.094	12.658.188	3.599.868	362.583	128.391	386.214
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.800	173	21.705.448	12.021.958	4.089.526	282.378	125.368	297.879
Sezione metallica + ferri	1.284	134	14.979.211	3.984.838	103.619	129.623	111.419	134.270	114.836

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-112	0	21	9	9		9	9	
Peso proprio soletta	-456	0	81	38	38		38	38	
Permanenti	-169	0	37	14	14		14	14	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	-350	0	21	33	33		33	33	
Accidentali mezzi + folla	-728	0	126	153	153		153	153	
Vento	-22	0	6	11	11		11	11	
Deformazioni termiche primarie	350	664	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	294	0	3	34	34		34	34	
Cedimenti	-54	0	2	7	7		7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-115	-111	104	107	0	-155	-150	140	145
Peso proprio soletta	0	-467	-452	422	436	0	-785	-760	709	733
Permanenti	-163	-130	-126	147	152	-245	-980	-949	930	961
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-245	-980	-949	930	961
Effetti secondari del ritiro	-338	-270	-261	305	314	-650	-1.304	-1.262	1.295	1.338
Accidentali mezzi + folla	-703	-562	-542	634	653	-1.598	-2.062	-1.994	2.151	2.220
Vento	-21	-17	-16	19	20	-1.618	-2.078	-2.009	2.169	2.238
Deformazioni termiche primarie +DT	856	-243	-239	51	56	-1.002	-2.253	-2.180	2.205	2.278
Deformazioni termiche secondarie +DT	-284	227	219	-256	-264	-1.206	-2.090	-2.023	2.021	2.088
Deformazioni termiche primarie -DT	-856	243	239	-51	-56	-2.234	-1.902	-1.837	2.132	2.197
Deformazioni termiche secondarie -DT	284	-227	-219	256	264	-2.029	-2.066	-1.994	2.316	2.387
Cedimenti	-52	-42	-40	47	48	-2.286	-2.303	-2.229	2.372	2.445

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	47	36	46	63	48		4,74	6,39
Peso proprio soletta	131	180	137	222	306	233		20,00	33,39
Permanenti	65	82	59	319	429	321		6,20	42,69
Effetti primari del ritiro	0	0	0	319	429	321		0,00	42,69
Effetti secondari del ritiro	37	47	33	363	485	362		14,61	60,22
Accidentali mezzi + folla	220	280	201	659	863	632		67,33	151,11
Vento	10	13	10	669	875	641		4,84	155,47
Deformazioni termiche	5	7	5	673	880	644		14,96	166,24
Cedimenti	3	4	3	677	885	648		3,10	169,97

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	51	40	52	69	54
Peso proprio soletta	151	200	157	255	339	266
Permanenti	71	88	65	361	472	364
Effetti primari del ritiro	0	0	0	361	472	364
Effetti secondari del ritiro	51	61	48	423	546	422
Accidentali mezzi + folla	287	347	268	810	1.014	783
Vento	15	18	14	824	1.031	796
Deformazioni termiche	20	22	20	839	1.046	811
Cedimenti	7	8	6	847	1.055	818

τ media (daN/cm2)
906,7

Rapp τ
0,54

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	175	169
Peso proprio soletta	880	846
Permanenti	1.137	1.123
Effetti primari del ritiro	1.137	1.123
Effetti secondari del ritiro	1.459	1.487
Accidentali mezzi + folla	2.438	2.543
Vento	2.464	2.570
Deformazioni termiche	2.490	2.708
Cedimenti	2.668	2.763

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,79 0,82

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-115	-111	104	107	0	-115	-111	104	107
Peso proprio soletta	0	-467	-452	422	436	0	-581	-563	525	543
Permanenti	-163	-130	-126	147	152	-163	-712	-689	672	695
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-163	-712	-689	672	695
Effetti secondari del ritiro	-338	-270	-261	305	314	-501	-982	-950	977	1.009
Accidentali mezzi + folla	-703	-562	-542	634	653	-1.203	-1.543	-1.492	1.611	1.662
Vento	-21	-17	-16	19	20	-1.216	-1.553	-1.502	1.623	1.674
Deformazioni termiche primarie +DT	856	-243	-239	51	56	-703	-1.699	-1.645	1.653	1.708
Deformazioni termiche secondarie +DT	284	227	219	-256	-264	-533	-1.563	-1.513	1.500	1.549
Deformazioni termiche primarie -DT	-856	243	239	51	-56	-1.729	-1.407	-1.359	1.653	1.641
Deformazioni termiche secondarie -DT	-284	-227	-219	256	264	-1.900	-1.543	-1.490	1.807	1.799
Cedimenti	-52	-42	-40	47	48	-1.952	-1.741	-1.685	1.854	1.847

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	47	36	34	47	36		4,74	4,74
Peso proprio soletta	131	180	137	164	227	173		20,00	24,74
Permanenti	65	82	59	229	309	232		6,20	30,94
Effetti primari del ritiro	0	0	0	229	309	232		0,00	30,94
Effetti secondari del ritiro	37	47	33	266	356	265		14,61	45,54
Accidentali mezzi + folla	220	280	201	485	636	465		67,33	112,87
Vento	10	13	10	492	644	471		4,84	117,71
Deformazioni termiche	5	7	5	495	648	474		14,96	132,67
Cedimenti	3	4	3	498	652	477		2,81	135,49

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	51	40	39	51	40
Peso proprio soletta	151	200	157	189	251	197
Permanenti	71	88	65	260	340	262
Effetti primari del ritiro	0	0	0	260	340	262
Effetti secondari del ritiro	51	61	48	311	401	311
Accidentali mezzi + folla	287	347	268	598	748	578
Vento	15	18	14	607	759	587
Deformazioni termiche	20	22	20	619	772	599
Cedimenti	6	7	6	626	780	605

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	130	125
Peso proprio soletta	652	627
Permanenti	823	812
Effetti primari del ritiro	823	812
Effetti secondari del ritiro	1.092	1.115
Accidentali mezzi + folla	1.816	1.897
Vento	1.834	1.915
Deformazioni termiche	1.855	2.083
Cedimenti	2.004	2.129

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_{p0} = 44,000$ cm $b_{radd0} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	231,2	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-224,9	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	74,2	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	391	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,321	-	ψ_2 =	-3,031	-	b_{2t} =	1.184	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,981	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,726	-	λ_{p2} =	0,173	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	351	[mm]	$b_{2,sup}$	156	mm
$b_{1,inf}$	470	[mm]	$b_{2,lat}$	234	mm

larghezze efficaci

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	391	mm
$b_{1,lat,eff}$	351	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	156	mm
$b_{1,inf,eff}$	470	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	234	mm
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.646	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	48	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.837	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	7.989	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.611	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	8.006	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.021	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.646	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,033	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_D	0,214	[-]	snellezza
ψ	-0,973	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.646	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Ist,1	12.837	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.646	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.594	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.954	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,211	[-]	snellezza
i	81	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	48	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	94	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	94	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,595	[-]	
Φ	0,526	[-]	
χ_c	0,993	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,007	[-]	
ρ_c	0,993	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 31.212 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	19,9	[mm]
tsl,red	24,8	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sf6} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.229	119	12.697.396	3.984.838	0	96.939	106.686	99.993	110.396
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.010	23.490.316	12.438.513	3.744.574	323.101	132.491	341.912	135.549
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.338	30.301.547	13.835.107	2.731.642	836.619	141.741	940.486	144.444
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.110	24.296.762	12.658.188	3.581.133	355.409	133.765	377.497	136.777
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.865	22.164.114	12.021.958	4.065.670	277.584	130.260	292.223	133.396
Sezione metallica + ferri	1.348	132	15.114.725	3.984.838	102.948	128.288	114.348	132.797	117.916

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-112	0	21	9	9	-1,76
Peso proprio soletta	-456	0	81	38	38	-1,76
Permanenti	-169	0	37	14	14	-2,26
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,26
Effetti secondari del ritiro	-350	0	21	33	33	-2,26
Accidentali mezzi + folla	-728	0	126	153	153	-2,26
Vento	-22	0	6	11	11	-2,26
Deformazioni termiche primarie	365	664	0	0	0	-2,26
Deformazioni termiche secondarie	294	0	3	34	34	-2,26
Cedimenti	-54	0	2	7	7	-2,26

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
9	9
38	38
14	14
0	0
33	33
153	153
11	11
0	0
34	34
7	7

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-116	-112	101	105	0	-156	-151	137	142
Peso proprio soletta	0	-470	-456	413	427	0	-791	-767	695	719
Permanenti	-164	-132	-127	143	148	-246	-989	-958	910	940
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-246	-989	-958	910	940
Effetti secondari del ritiro	-340	-273	-264	297	306	-654	-1.316	-1.274	1.266	1.308
Accidentali mezzi + folla	-707	-567	-548	617	637	-1.609	-2.082	-2.014	2.099	2.167
Vento	-21	-17	-17	19	19	-1.628	-2.098	-2.029	2.116	2.185
Deformazioni termiche primarie +DT	847	-243	-238	54	59	-1.018	-2.272	-2.200	2.155	2.227
Deformazioni termiche secondarie +DT	286	229	221	-249	-257	-812	-2.107	-2.041	1.975	2.042
Deformazioni termiche primarie -DT	-847	243	238	-54	-59	-2.238	-1.923	-1.858	2.077	2.142
Deformazioni termiche secondarie -DT	-286	-229	-221	249	257	-2.444	-2.088	-2.017	2.257	2.327
Cedimenti	-52	-42	-41	46	47	-2.496	-2.323	-2.249	2.312	2.384

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	47	35	46	63	47		4,74	6,39
Peso proprio soletta	132	180	134	224	306	228		20,00	33,39
Permanenti	65	82	57	322	429	314		6,20	42,69
Effetti primari del ritiro	0	0	0	322	429	314		0,00	42,69
Effetti secondari del ritiro	37	47	33	366	485	354		14,61	60,22
Accidentali mezzi + folla	222	280	195	666	863	617		67,33	151,11
Vento	11	13	9	675	875	626		4,84	155,47
Deformazioni termiche	5	7	5	679	880	629		14,96	166,24
Cedimenti	4	4	3	683	885	633		3,10	169,96

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	51	40	52	69	53
Peso proprio soletta	152	200	154	257	339	262
Permanenti	71	88	64	364	472	357
Effetti primari del ritiro	0	0	0	364	472	357
Effetti secondari del ritiro	52	61	47	426	546	414
Accidentali mezzi + folla	289	347	263	817	1.014	768
Vento	15	18	14	830	1.031	781
Deformazioni termiche	20	22	20	845	1.046	795
Cedimenti	7	8	6	853	1.055	803

τ_{media}
903,7

Rapp τ
0,54

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	176	165
Peso proprio soletta	887	830
Permanenti	1.147	1.100
Effetti primari del ritiro	1.147	1.100
Effetti secondari del ritiro	1.472	1.455
Accidentali mezzi + folla	2.461	2.486
Vento	2.487	2.512
Deformazioni termiche	2.511	2.644
Cedimenti	2.691	2.698

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,80 0,80

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-116	-112	101	105	0	-116	-112	101	105
Peso proprio soletta	0	-470	-456	413	427	0	-586	-568	515	532
Permanenti	-164	-132	-127	143	148	-164	-718	-695	658	680
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-164	-718	-695	658	680
Effetti secondari del ritiro	-340	-273	-264	297	306	-504	-990	-959	955	986
Accidentali mezzi + folla	-707	-567	-548	617	637	-1.034	-1.416	-1.370	1.418	1.464
Vento	-21	-17	-17	19	19	-1.034	-1.416	-1.370	1.418	1.464
Deformazioni termiche primarie +DT	847	-243	-238	54	59	-526	-1.562	-1.513	1.450	1.499
Deformazioni termiche secondarie +DT	286	229	221	-249	-257	-355	-1.424	-1.380	1.300	1.345
Deformazioni termiche primarie -DT	-847	243	238	-54	-59	-1.543	-1.270	-1.227	1.385	1.429
Deformazioni termiche secondarie -DT	-286	-229	-221	249	257	-1.714	-1.408	-1.360	1.535	1.583
Cedimenti	-52	-42	-41	46	47	-1.767	-1.604	-1.553	1.581	1.630

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	42	35	34	42	35		4,74	4,74
Peso proprio soletta	132	162	134	166	204	169		20,00	24,74
Permanenti	65	74	57	231	278	227		6,20	30,94
Effetti primari del ritiro	0	0	0	231	278	227		0,00	30,94
Effetti secondari del ritiro	37	42	33	268	320	259		14,61	45,54
Accidentali mezzi + folla	222	252	195	434	509	406		67,33	96,04
Vento	11	12	9	434	509	406		4,84	96,04
Deformazioni termiche	5	6	5	438	513	408		14,96	105,02
Cedimenti	4	4	3	441	517	412		3,10	108,11

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	47	40	39	47	40
Peso proprio soletta	152	182	154	191	229	194
Permanenti	71	80	64	262	309	258
Effetti primari del ritiro	0	0	0	262	309	258
Effetti secondari del ritiro	52	57	47	313	366	305
Accidentali mezzi + folla	289	319	263	530	605	502
Vento	15	17	14	530	605	502
Deformazioni termiche	20	21	20	543	618	513
Cedimenti	7	7	6	549	625	520

T _{media}	564,51
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,944	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	119,94	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	502	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_T	9,99	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	17,75	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	20,61	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,146	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,082	VERIFICA SODDISFATTA	0,13

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

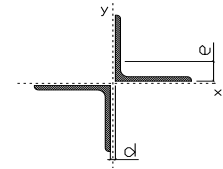
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,32
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,06
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	9,47	3.209	0	4.332	0
Peso proprio soletta	40,00	13.548	0	22.621	0
Permanenti	12,40	4.199	0	28.920	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	28.920	0
Effetti secondari del ritiro	29,21	9.894	0	40.793	0
Accidentali mezzi	134,66	45.607	0	102.362	0
Vento	9,68	3.279	0	105.314	0
Deformazioni termiche	29,92	10.135	0	112.611	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	115.132	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	115.132
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,62
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,52

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.338,74 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.338,74 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.338,74 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.338,74 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.338,74 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.337,98 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.337,98 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.337,98 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.337,98 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.337,98 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.337,98 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	558	558
Effetti primari del ritiro	0	558
Effetti secondari del ritiro	329	888
Accidentali mezzi + folla	2.395	3.282
Folla	114	3.397
Deformazioni termiche	57	3.454
Cedimenti	28	3.482

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	40	54	42	57	0	0	0	0
Peso proprio soletta	154	262	162	275	0	0	0	0
Permanenti	76	376	69	379	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	376	0	379	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	43	427	39	426	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	259	777	236	745	0	0	0	0
Folla	12	788	11	755	0	0	0	0
Deformazioni termiche	6	793	6	759	0	0	0	0
Cedimenti	4	798	4	764	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G3

COPRIGIUNTO SUPERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	725.031	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	548.179	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	362.516	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	794.400	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.292.138	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.835.341	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.028.160	1.081.905
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.405	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.311		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	867.203	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	666.232	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	433.602	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	990.768	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.672.000	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	4.277.880	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.101.600	1.217.143
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.539	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.451		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

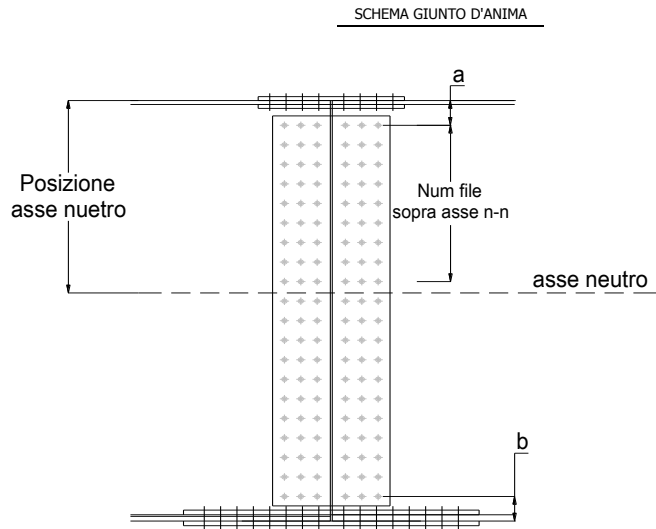
Foglio
10 di 17

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	2,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	121
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	398.460
	Azione anima sup. S_{av} (daN) (SLU)	261.299
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	295.965
	Azione max bulloni sup. (daN)	19.081
	Azione max bulloni inf. (daN)	20.067
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.663
Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	21.480	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.585
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.758
	Sforzo nel coprigiunto sup.(daN/cm ²)	1.464
	Sforzo nel coprigiunto inf.(daN/cm ²)	1.621
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	911.669
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.188.968
	Scorrimento superiore (daN)	319.528
	Scorrimento inferiore (daN)	365.553
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	89	0	30	34	34	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-139	0	-5	-24	-24	
totale	228	0	35	58	58	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	8	176	170	-199	-205

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	116	85

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) **42,25**

Luce Campata - L i+1 (m) **50,70**

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,228	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,05	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	23,22	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	16,98	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

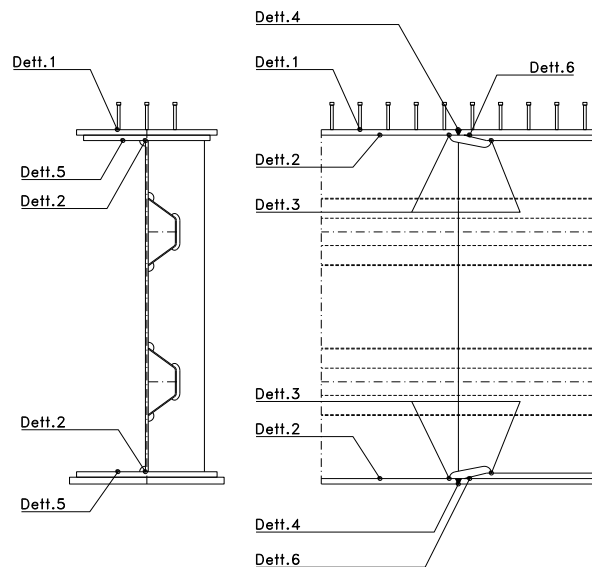
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	39,71	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	44,96	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

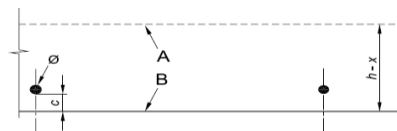
VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	40,93	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	4.700	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	24	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	5.980,02	[mm ²]

	nf.2	24	[-]
	φφ.2	18	[mm]
	Asf.2	5.980,02	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	176,67	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	112,31	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

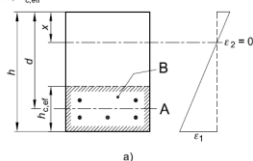
αe	6,24	[-]
As	11.960	[mm ²]
Ac,eff.1	940.000	[mm ²]
Ac,eff.2	517.000	[mm ²]
Ac,eff.3	775.500	[mm ²]
Ac,eff.min	517.000	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

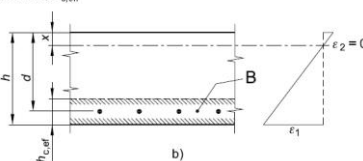
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

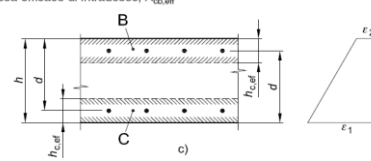
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Fattore di durata del carico

kt	0,40	[-]
----	------	-----

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000505	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000549	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000549	

QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000321	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000243	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000321	

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k1	0,80	[-]
k2	0,50	[-]
k3	3,40	[-]
k4	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Distanza massima tra le fessure

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,24	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,14	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 121,00 <= 400$ **OK**

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-231,17	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	224,91	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	90,37	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 $b = 265$ $t = 25$ $b2 = 0$
 $b1 = 30 \times t1 = 600$ $t1 = 20$
 $b/t = 10,60 <= 12,00$ **OK**

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,944	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,973	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

	0,944		
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato	53,31	6,63	

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 154.800.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 $b = 370$ $t = 22$ $b2 = 466$
 $b1 = 30 \times t1 = 600$ $t1 = 20$

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 87.792.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	0,944	
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato	30,23	

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -231,2	σ_2 = 224,91
	τ = 90,4	y_n (mm)= 1.226,6

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	20	20	20		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-231,2	-71,8	85,2		
σ_2	-76,5	80,4	239,8		
σ_1^*	231,2	71,8	-85,2		
σ_2^*	76,5	-80,4	-239,8		
τ	90,4	90,4	90,4		
ψ	0,33	-1,12	2,82		
σ_{id}	279,18	172,22	178,19		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,870	-	2,145		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	649,37	-	237,32		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2726,56	-		
τ_{cr}	647,84	666,26	647,84		
$\sigma_{cr,id}$	708,71	1252,18	1122,09		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,97	352,13	351,43		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,24	2,04	1,97		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.909	Msd= 24.998
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 32.264	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M_{rd} = 45.719	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr}+V_t		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	647,84	bs 900	bi 800
σ_{td}	-765,76	ts 40	ti 40
θ	0,814	N_{fd} 13.115.591	
ϕ	0,543	M_{fs} 6.799.939	M_{fi} 37.824.931
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 31.355.294 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 31.355.294 \text{ N}$
Verifica= 31.355.294 N \geq 3.908.893

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.694 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.271.059 N
Area = A	18.260 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53 mm
Inerzia = J	488.124.876 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	163,50 mm
Snellezza = λ	10,36
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	19.307 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	352.551.989 N
Carico resistente a instabilità = NR_d	6.482.300 N

NR_d = 6.482.300 \geq **N_{rd}** = 6.271.059

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 19,29 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 92,324$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 120.867.920 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 241.735.839 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	19,294	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	234,621	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,935	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,274	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,274	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,888	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	8271,396	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

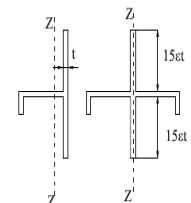
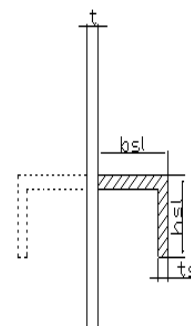


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	40	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	32.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	40	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	608,69	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.540	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	28,854	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	27,480	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **21.872** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	3.909	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.692	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	24.998	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 1,14$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 8.271$ [kN]

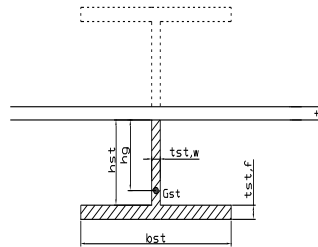
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,47$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7.000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458.333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	35.911.113	[mm ⁴]

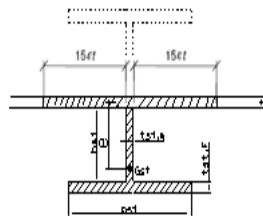


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17.163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662.733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	7.953,60	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	8.006,37	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
$A_{c,eff}$	19.646	[mm ²]



$\sigma_{max} = 231,17$ [MPa]

$N_{Ed} = 2.270,79$ [kN]

$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,79$ [MPa]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,44$ [-]

>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 4.866.901$ [mm⁴]

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] $\geq I_{st} = 4.866.901$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

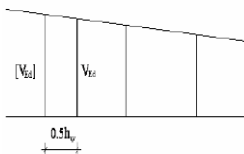
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.909 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 500,14 \quad \text{[kN]}$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 500,14 \quad \text{[kN]}$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad \text{[-]}$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,11 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \textbf{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	2,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
Area controventi superiori (cm ²)		46,40
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0
Numero controventi		2
Angolo α travi princ. e controventi		48
Spessore equivalente t* (cm)		0,18
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	470,0
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	470,0
	Spessore predalle (cm)	5
	diametro ferri superiori soletta (cm)	2,0
	n° ferri superiori	47,00
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	2,0
n° ferri inferiori	47,00	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
TEMP	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	4
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	152,3
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C4
FRAME	204
JOINT	FINE RADD
num. Travi	2

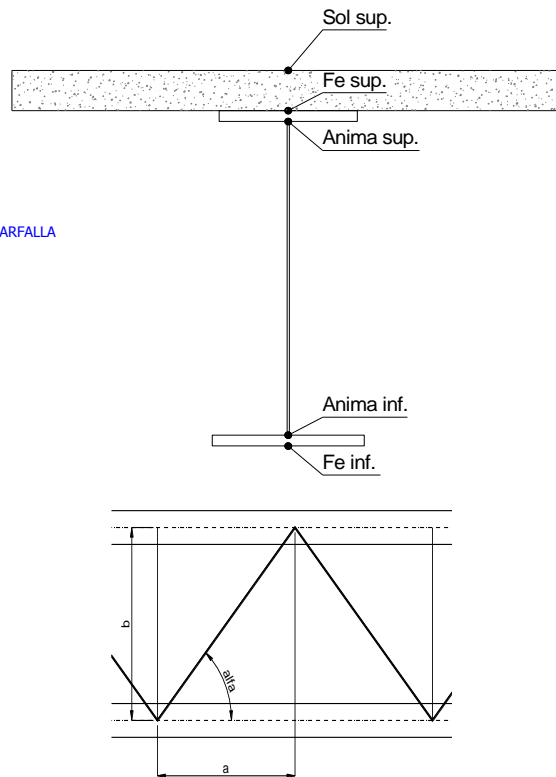
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 20/10 cm

ϕ 20/10 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.945	180	22.950.239	12.438.513	3.765.190	329.238	127.294	349.281
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.273	216	29.246.862	13.835.107	2.735.509	867.464	135.224	984.234
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.045	185	23.704.094	12.658.188	3.599.868	362.583	128.391	386.214
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.800	173	21.705.448	12.021.958	4.089.526	282.378	125.368	297.879
Sezione metallica + ferri	1.459	150	17.740.067	3.984.838	138.018	178.230	117.901	185.692	121.121

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-147	0	23	3	3		3	3	
Peso proprio soletta	-588	0	87	11	11		11	11	
Permanenti	-229	0	40	7	7		7	7	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	-374	0	21	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	-741	0	112	155	155		155	155	
Vento	-32	0	7	8	8		8	8	
Deformazioni termiche primarie	350	664	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	291	0	3	69	69		69	69	
Cedimenti	-50	0	2	6	6		6	6	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
(positive le compressioni)										
Peso proprio acciaio	0	-150	-146	136	141	0	-203	-197	183	190
Peso proprio soletta	0	-602	-583	544	562	0	-1.015	-984	917	949
Permanenti	-166	-128	-123	189	194	-249	-1.208	-1.169	1.201	1.240
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-249	-1.208	-1.169	1.201	1.240
Effetti secondari del ritiro	-271	-210	-201	309	317	-574	-1.460	-1.410	1.572	1.621
Accidentali mezzi + folla	-537	-416	-399	612	628	-1.299	-2.021	-1.949	2.397	2.469
Vento	-23	-18	-17	26	27	-1.320	-2.037	-1.965	2.421	2.494
Deformazioni termiche primarie +DT	709	-243	-239	51	56	-809	-2.212	-2.136	2.458	2.534
Deformazioni termiche secondarie +DT	-211	163	157	-240	-247	-961	-2.095	-2.024	2.285	2.356
Deformazioni termiche primarie -DT	-709	243	239	-51	-56	-1.830	-1.862	-1.793	2.384	2.453
Deformazioni termiche secondarie -DT	211	-163	-157	240	247	-1.678	-1.980	-1.906	2.557	2.631
Cedimenti	-36	-28	-27	41	42	-1.866	-2.246	-2.169	2.607	2.682

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	51	39	50	69	53		1,58	2,13
Peso proprio soletta	140	193	147	239	330	251		5,79	9,95
Permanenti	74	89	60	351	463	342		3,10	14,60
Effetti primari del ritiro	0	0	0	351	463	342		0,00	14,60
Effetti secondari del ritiro	39	47	32	397	519	380		0,00	14,60
Accidentali mezzi + folla	208	249	169	678	855	607		68,21	106,68
Vento	13	16	11	689	869	617		3,52	109,85
Deformazioni termiche	6	7	5	693	874	620		30,36	131,71
Cedimenti	4	4	3	698	879	624		2,66	134,90

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ media (daN/cm2)	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	39	53	41	52	71	55	868,6	0,52
Peso proprio soletta	146	199	153	249	340	261		
Permanenti	77	92	63	365	478	356		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	365	478	356		
Effetti secondari del ritiro	39	47	32	412	534	394		
Accidentali mezzi + folla	276	317	237	784	962	714		
Vento	16	19	14	799	979	727		
Deformazioni termiche	36	37	35	825	1.006	752		
Cedimenti	6	7	6	833	1.014	759		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	217	206	
Peso proprio soletta	1.074	1.023	
Permanenti	1.329	1.350	
Effetti primari del ritiro	1.329	1.350	
Effetti secondari del ritiro	1.581	1.714	
Accidentali mezzi + folla	2.376	2.698	
Vento	2.403	2.729	
Deformazioni termiche	2.477	2.870	
Cedimenti	2.604	2.919	

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,77	0,86

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-150	-146	136	141	0	-150	-146	136	141
Peso proprio soletta	0	-602	-583	544	562	0	-752	-729	680	703
Permanenti	-166	-128	-123	189	194	-166	-881	-852	869	897
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-166	-881	-852	869	897
Effetti secondari del ritiro	-271	-210	-201	309	317	-437	-1.090	-1.053	1.177	1.214
Accidentali mezzi + folla	-537	-416	-399	612	628	-974	-1.506	-1.453	1.789	1.843
Vento	-23	-18	-17	26	27	-988	-1.517	-1.463	1.805	1.859
Deformazioni termiche primarie +DT	709	-243	-239	51	56	-562	-1.663	-1.606	1.836	1.893
Deformazioni termiche secondarie +DT	211	163	157	-240	-247	-436	-1.565	-1.512	1.692	1.745
Deformazioni termiche primarie -DT	-709	243	239	51	-56	-1.413	-1.371	-1.320	1.836	1.825
Deformazioni termiche secondarie -DT	-211	-163	-157	240	247	-1.540	-1.469	-1.414	1.980	1.974
Cedimenti	-36	-28	-27	41	42	-1.576	-1.691	-1.633	2.021	2.016

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	51	39	37	51	39		1,58	1,58
Peso proprio soletta	140	193	147	177	244	186		5,79	7,37
Permanenti	74	89	60	251	333	246		3,10	10,47
Effetti primari del ritiro	0	0	0	251	333	246		0,00	10,47
Effetti secondari del ritiro	39	47	32	290	380	278		0,00	10,47
Accidentali mezzi + folla	208	249	169	498	629	447		68,21	78,68
Vento	13	16	11	506	638	453		3,52	82,20
Deformazioni termiche	6	7	5	509	642	456		30,36	112,56
Cedimenti	4	4	3	513	647	459		2,41	114,97

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	53	41	39	53	41
Peso proprio soletta	146	199	153	185	252	194
Permanenti	77	92	63	262	344	257
Effetti primari del ritiro	0	0	0	262	344	257
Effetti secondari del ritiro	39	47	32	301	390	289
Accidentali mezzi + folla	276	317	237	577	708	525
Vento	16	19	14	587	719	534
Deformazioni termiche	36	37	35	608	741	555
Cedimenti	6	7	5	614	748	560

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	160	153
Peso proprio soletta	796	758
Permanenti	965	976
Effetti primari del ritiro	965	976
Effetti secondari del ritiro	1.175	1.279
Accidentali mezzi + folla	1.763	2.007
Vento	1.781	2.028
Deformazioni termiche	1.843	2.201
Cedimenti	1.949	2.242

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.523	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale
piattabanda 12 classe 1
anima - classe -
profilo **classe 1**

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	252,8	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-219,2	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	90,3	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	459	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,357	-	ψ_2 =	-2,427	-	b_{2t} =	1.115	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,827	-	$k_{\sigma 2}$ =	70,216	-			
λ_{p1} =	0,736	-	λ_{p2} =	0,119	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	353	[mm]	$b_{2,sup}$	184	mm			
$b_{1,inf}$	467	[mm]	$b_{2,lat}$	276	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	459	mm			
$b_{1,lat,eff}$	353	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	184	mm			
$b_{1,inf,eff}$	467	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	276	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	20.142	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	47	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.950	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.006	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	5.753	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	15.905	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.517	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	20.142	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,032	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,152	[-]	snellezza
ψ	-0,867	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	20.142	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Ist,1	12.950	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	20.142	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	5.745	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	15.884	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,149	[-]	snellezza
i	80	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	47	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	96	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	96	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,597	[-]	
Φ	0,496	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 32.725 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	20,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sf6} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.230	119	12.700.179	3.984.838	0	96.926	106.751	99.978	110.465
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.011	177	23.504.311	12.438.513	3.744.416	322.994	132.621	341.780
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.339	214	30.327.233	13.835.107	2.731.773	836.051	141.898	939.668
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.111	182	24.311.959	12.658.188	3.581.006	355.283	133.898	377.340
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.866	170	22.176.241	12.021.958	4.065.463	277.501	130.383	292.123
Sezione metallica + ferri	1.526	148	17.992.949	3.984.838	137.060	175.922	121.803	183.082	125.193

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-147	0	23	3	3	-1,80
Peso proprio soletta	-588	0	87	11	11	-1,80
Permanenti	-229	0	40	7	7	-2,74
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,74
Effetti secondari del ritiro	-374	0	21	0	0	-2,74
Accidentali mezzi + folla	-741	0	112	155	155	-2,74
Vento	-32	0	7	8	8	-2,74
Deformazioni termiche primarie	368	664	0	0	0	-2,74
Deformazioni termiche secondarie	291	0	3	69	69	-2,74
Cedimenti	-50	0	2	6	6	-2,74

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
3	3
11	11
7	7
0	0
0	0
155	155
8	8
0	0
69	69
6	6

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

Foglio
6 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-152	-147	133	138	0	-205	-198	180	186
Peso proprio soletta	0	-607	-588	532	551	0	-1.024	-992	898	930
Permanenti	-167	-130	-125	183	188	-251	-1.219	-1.180	1.173	1.212
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-251	-1.219	-1.180	1.173	1.212
Effetti secondari del ritiro	-273	-213	-204	299	307	-578	-1.474	-1.425	1.531	1.580
Accidentali mezzi + folla	-541	-421	-405	592	608	-1.308	-2.043	-1.972	2.330	2.401
Vento	-23	-18	-17	26	26	-1.329	-2.059	-1.987	2.353	2.425
Deformazioni termiche primarie +DT	704	-243	-238	56	61	-822	-2.234	-2.159	2.393	2.469
Deformazioni termiche secondarie +DT	212	165	159	-232	-239	-669	-2.115	-2.044	2.226	2.297
Deformazioni termiche primarie -DT	-704	243	238	-56	-61	-1.836	-1.884	-1.816	2.313	2.381
Deformazioni termiche secondarie -DT	-212	-165	-159	232	239	-1.989	-2.003	-1.930	2.480	2.553
Cedimenti	-36	-28	-27	40	41	-2.025	-2.268	-2.192	2.528	2.602

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	51	38	50	69	51		1,58	2,13
Peso proprio soletta	141	193	144	241	330	246		5,79	9,95
Permanenti	75	89	58	354	463	334		3,10	14,60
Effetti primari del ritiro	0	0	0	354	463	334		0,00	14,60
Effetti secondari del ritiro	39	47	31	401	519	370		0,00	14,60
Accidentali mezzi + folla	210	249	163	685	855	591		68,21	106,68
Vento	13	16	10	696	869	600		3,52	109,85
Deformazioni termiche	6	7	4	700	874	603		30,36	131,71
Cedimenti	4	4	3	705	879	607		2,66	134,90

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	53	40	53	71	54
Peso proprio soletta	147	199	150	251	340	256
Permanenti	78	92	61	368	478	348
Effetti primari del ritiro	0	0	0	368	478	348
Effetti secondari del ritiro	39	47	31	416	534	385
Accidentali mezzi + folla	278	317	231	791	962	697
Vento	17	19	14	806	979	710
Deformazioni termiche	36	37	35	832	1.006	735
Cedimenti	6	7	6	840	1.014	742

τ_{media}
865,2

Rapp τ
0,52

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	218	202
Peso proprio soletta	1.084	1.002
Permanenti	1.342	1.319
Effetti primari del ritiro	1.342	1.319
Effetti secondari del ritiro	1.597	1.670
Accidentali mezzi + folla	2.401	2.625
Vento	2.429	2.655
Deformazioni termiche	2.501	2.788
Cedimenti	2.630	2.836

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,78 0,84

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-152	-147	133	138	0	-152	-147	133	138
Peso proprio soletta	0	-607	-588	532	551	0	-758	-735	665	689
Permanenti	-167	-130	-125	183	188	-167	-888	-860	848	877
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-167	-888	-860	848	877
Effetti secondari del ritiro	-273	-213	-204	299	307	-440	-1.101	-1.065	1.147	1.184
Accidentali mezzi + folla	-541	-421	-405	592	608	-845	-1.417	-1.368	1.591	1.640
Vento	-23	-18	-17	26	26	-845	-1.417	-1.368	1.591	1.640
Deformazioni termiche primarie +DT	704	-243	-238	56	61	-423	-1.563	-1.511	1.624	1.676
Deformazioni termiche secondarie +DT	212	165	159	-232	-239	-295	-1.464	-1.416	1.485	1.533
Deformazioni termiche primarie -DT	-704	243	238	-56	-61	-1.268	-1.271	-1.225	1.557	1.603
Deformazioni termiche secondarie -DT	-212	-165	-159	232	239	-1.395	-1.370	-1.321	1.697	1.747
Cedimenti	-36	-28	-27	40	41	-1.432	-1.591	-1.538	1.737	1.788

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	46	38	37	46	38		1,58	1,58
Peso proprio soletta	141	174	144	179	220	182		5,79	7,37
Permanenti	75	80	58	254	300	241		3,10	10,47
Effetti primari del ritiro	0	0	0	254	300	241		0,00	10,47
Effetti secondari del ritiro	39	42	31	293	342	271		0,00	10,47
Accidentali mezzi + folla	210	224	163	451	510	394		68,21	61,62
Vento	13	14	10	451	510	394		3,52	61,62
Deformazioni termiche	6	6	4	454	514	396		30,36	79,84
Cedimenti	4	4	3	458	518	399		2,66	82,50

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	48	40	39	48	40
Peso proprio soletta	147	180	150	186	227	190
Permanenti	78	83	61	264	310	251
Effetti primari del ritiro	0	0	0	264	310	251
Effetti secondari del ritiro	39	42	31	304	352	282
Accidentali mezzi + folla	278	292	231	512	572	455
Vento	17	18	14	512	572	455
Deformazioni termiche	36	36	35	534	593	476
Cedimenti	6	7	6	540	600	482

T _{media}	540,71
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,629	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	113,66	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	os1	610	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.523

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_T	17,48	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	29,00	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	34,03	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,081	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,097	VERIFICA SODDISFATTA	0,09

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

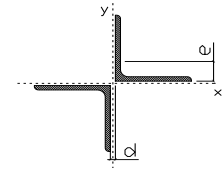
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{x-x} (Tab. C4.2.IV)	1,25
k_{y-x} (Tab. C4.2.IV)	1,00
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	3,16	1.070	0	1.444	0
Peso proprio soletta	11,58	3.922	0	6.738	0
Permanenti	6,20	2.100	0	9.888	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	9.888	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	9.888	0
Accidentali mezzi	136,42	46.204	0	72.262	0
Vento	7,04	2.385	0	74.409	0
Deformazioni termiche	60,73	20.568	0	89.218	0
Cedimenti	5,32	1.801	0	91.379	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	91.379
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,49
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,41

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.062,54 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.062,54 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.062,54 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.062,54 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.062,54 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.061,93 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.061,93 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.061,93 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.061,93 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.061,93 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.061,93 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	604	604
Effetti primari del ritiro	0	604
Effetti secondari del ritiro	329	933
Accidentali mezzi + folla	2.129	3.062
Folla	133	3.195
Deformazioni termiche	57	3.252
Cedimenti	28	3.280

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	44	59	46	62	0	0	0	0
Peso proprio soletta	165	282	174	296	0	0	0	0
Permanenti	87	413	71	403	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	413	0	403	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	46	468	37	448	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	245	799	199	716	0	0	0	0
Folla	15	812	12	727	0	0	0	0
Deformazioni termiche	7	817	5	731	0	0	0	0
Cedimenti	4	822	4	735	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	58	0	30	34	34	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-147	0	-3	-25	-25	
totale	205	0	33	59	59	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	7	115	110	-169	-174

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	112	82

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 42,25

Luce Campata - L i+1 (m) 50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,228	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1} (N/mm^2)$	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1} (N/mm^2)$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma (N/mm^2)$	19,00	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2} (N/mm^2)$	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m	1,15	
$\Delta\tau_{A,2} (N/mm^2)$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau (N/mm^2)$	22,34	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2} (N/mm^2)$	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m	1,15	
$\Delta\tau_{A,2} (N/mm^2)$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau (N/mm^2)$	16,47	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

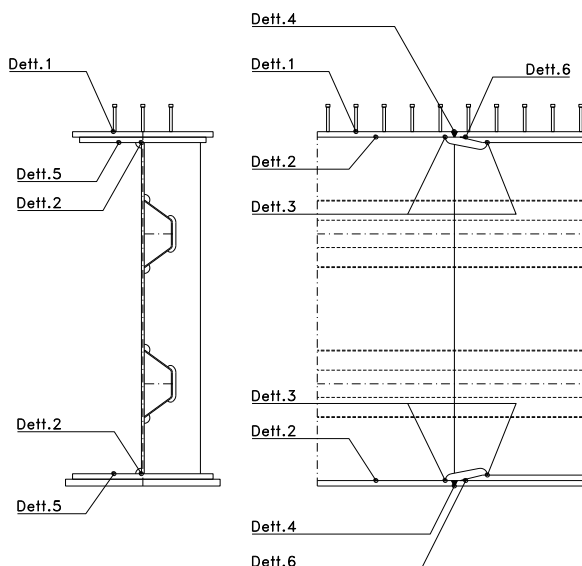
$\Delta\sigma_{am,3} (N/mm^2)$	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3} (N/mm^2)$	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma (N/mm^2)$	33,85	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2} (N/mm^2)$	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4} (N/mm^2)$	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max} (N/mm^2)$	38,20	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5} (N/mm^2)$	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5} (N/mm^2)$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma (N/mm^2)$	34,77	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	4.700	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]

ARMATURA TESA

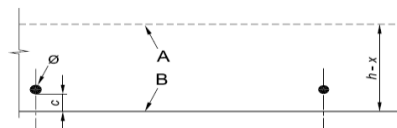
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	47	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	14.765,49	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	143,19	[MPa]
x	0	[mm]



nf.2	47	[-]
φφ.2	20	[mm]
Asf.2	14.765,49	[mm ²]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

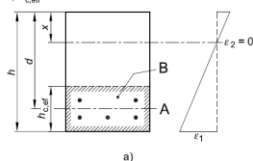
αe	6,24	[-]
As	29.531	[mm ²]
Ac,eff.1	940.000	[mm ²]
Ac,eff.2	517.000	[mm ²]
Ac,eff.3	775.500	[mm ²]
Ac,eff.min	517.000	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

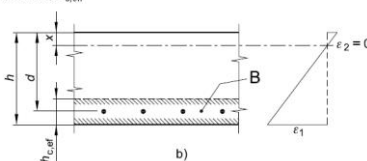
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

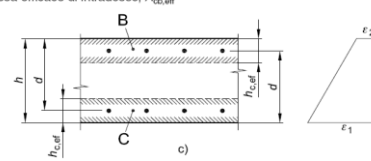
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρ _{p,eff}	0,05712	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
kt	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000409	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000542	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000542	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000267
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000305
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000305

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	20,00	[mm]
s _{max,rif}	200	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	162	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}$$

$$W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,09	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,05	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.523	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 121,00 <= 400$ **OK**

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-252,83	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	219,16	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	86,52	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,629	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,867	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

0,629			
	α	τ	σ
α inf	0,5	24	5
α sup	0,7	24	5
Valore interpolato		24,00	5,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 69.696.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 370 t = 22 b2 = 466
 b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 116.160.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

0,629		
	α	T
α inf	0,5	40
α sup	0,7	40
Valore interpolato		40,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -252,8	σ_2 = 219,16
	τ = 86,5	y_n (mm)= 1.296,3

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta * v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	1.523	1.523	1.523		
tw	20	20	20		
α	1,86	1,88	1,86		
σ_1	-252,8	-87,9	74,5		
σ_2	-92,8	69,7	234,6		
σ_1^*	252,8	87,9	-74,5		
σ_2^*	92,8	-69,7	-234,6		
τ	86,5	86,5	86,5		
ψ	0,37	-0,79	3,15		
σ_{id}	293,90	173,75	167,38		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,726	-	1,978		
k_{σ}	-	12,241	-		
k_{σ}	-	-	-		
k_{τ}	6,501	6,466	6,501		
σ_{cr}	633,46	-	218,82		
σ_{cr}	-	1396,46	-		
σ_{cr}	-	-	-		
τ_{cr}	719,22	737,64	719,22		
$\sigma_{cr,id}$	690,96	1288,17	1245,72		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,49	352,29	352,10		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,18	2,03	2,10		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta * v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio

per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.882	Msd= 28.609
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 32.264	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 45.719	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V _{rd} = V _{cr} +V _t				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	719,22	bs	900	bi	800
σ_{td}	-889,25	ts	40	ti	40
θ	1,009	N _{fd}	13.115.591		
ϕ	0,673	M _{fs}	6.799.939	M _{fi}	37.824.931
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V _{cr} =hw t _{we2} τ^* =	34.810.108	N
V _t =	0	N
V _{rd} =	34.810.108	N
Verifica=	34.810.108	N
	>=	3.882.406

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	20	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.694	mm
Sforzo normale = N _{rd} =V _{rd} -0,8*V _{cr} =	6.962.022	N
Area = A=	18.260	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53	mm
Inerzia = J=	488.124.876	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	163,50	mm
Snellezza = λ =	10,36	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	19.307	N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE} =	352.551.989	N
Carico resistente a instabilità = N _{rd} =	7.000.884	N

N _{rd} =	7.000.884	>=	N _{rd} =	6.962.022
-------------------	-----------	----	-------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 31,99 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 125,000 > 31/\eta*\varepsilon*\sqrt{k\tau} = 118,873$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 1.523 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,609	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl,singolo 120.867.920 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 241.735.839 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	31,987	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	388,956	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,726	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,609	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	18,389	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,958	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	0,958	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	1,143	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	10649,904	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

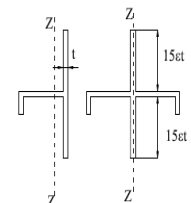
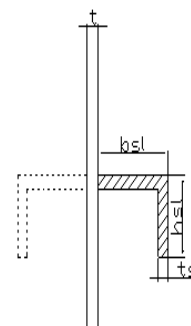


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

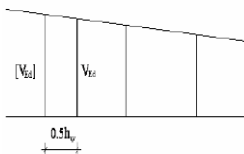
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.882 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 845,85 \quad \text{[kN]}$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 845,85 \quad \text{[kN]}$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad \text{[-]}$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,79 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \textbf{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

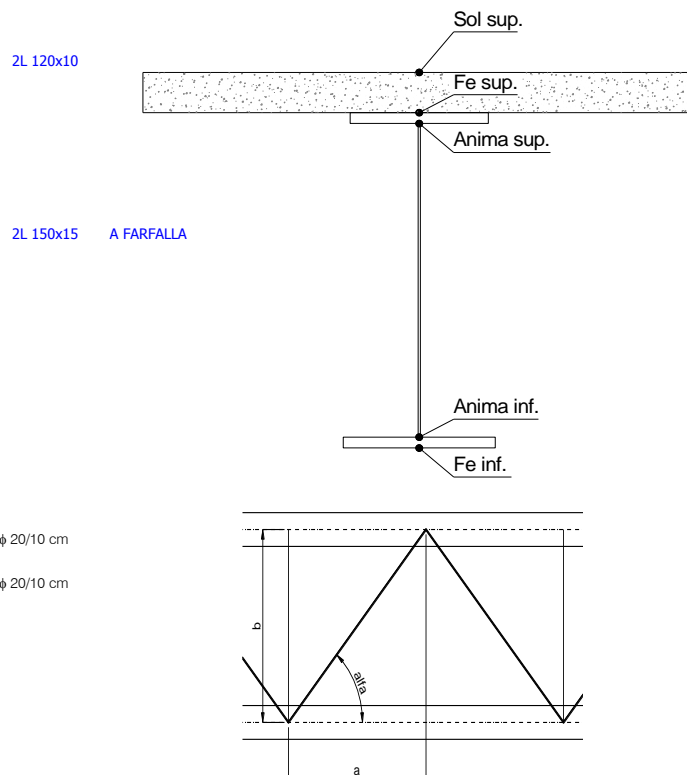
Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	70		
	Raddoppio ala superiore (cm)	2,6		
	Spessore anima (cm)	2,0		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	80		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	3,2		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTOVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTOVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	470,0		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	470,0		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	2,0		
COEFF.	n° ferri superiori	47,00		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	2,0		
	n° ferri inferiori	47,00		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	4		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	10	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	14
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	12	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	17

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	152,3
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C4
FRAME	204
JOINT	213
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.590	116	18.627.012	3.984.838	0	139.501	159.924	146.755	170.461
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.371	167	30.863.499	12.438.513	4.471.921	370.544	185.135	402.433
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.699	203	39.857.658	13.835.107	3.125.603	855.821	195.930	997.129
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.471	171	31.872.589	12.658.188	4.245.537	402.639	186.563	439.263
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	2.226	160	29.234.869	12.021.958	4.921.333	324.951	182.680	350.677
Sezione metallica + ferri	1.886	140	24.346.886	3.984.838	175.316	221.588	173.751	235.749	183.162

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-266	0	28	3	3	
Peso proprio soletta	-983	0	93	11	11	
Permanenti	-425	0	46	7	7	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	-543	0	32	0	0	
Accidentali mezzi + folla	-1.158	0	172	187	187	
Vento	-78	0	11	8	8	
Deformazioni termiche primarie	436	664	0	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	205	0	25	69	69	
Cedimenti	-44	0	2	6	6	

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	3	3
	11	11
	7	7
	0	0
	0	0
	187	187
	8	8
	0	0
	69	69
	6	6

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-191	-181	156	166	0	-257	-245	211	225
Peso proprio soletta	0	-705	-670	577	615	0	-1.209	-1.149	989	1.054
Permanenti	-242	-192	-180	232	245	-364	-1.496	-1.419	1.337	1.421
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-364	-1.496	-1.419	1.337	1.421
Effetti secondari del ritiro	-310	-245	-230	296	313	-735	-1.790	-1.696	1.693	1.796
Accidentali mezzi + folla	-661	-523	-491	632	666	-1.627	-2.496	-2.359	2.546	2.696
Vento	-44	-35	-33	43	45	-1.667	-2.528	-2.389	2.585	2.736
Deformazioni termiche primarie +DT	601	-230	-223	35	43	-1.234	-2.694	-2.549	2.610	2.767
Deformazioni termiche secondarie +DT	-117	93	87	-112	-118	-1.319	-2.627	-2.487	2.529	2.682
Deformazioni termiche primarie -DT	-601	230	223	-35	-43	-2.100	-2.362	-2.228	2.560	2.706
Deformazioni termiche secondarie -DT	117	-93	-87	112	118	-2.015	-2.428	-2.291	2.640	2.791
Cedimenti	-25	-20	-19	24	25	-2.125	-2.717	-2.572	2.669	2.821

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	49	62	52	66	84	70		1,58	2,13
Peso proprio soletta	163	207	173	286	363	305		5,79	9,95
Permanenti	86	102	79	415	516	424		3,10	14,60
Effetti primari del ritiro	0	0	0	415	516	424		0,00	14,60
Effetti secondari del ritiro	60	71	55	487	602	490		0,00	14,60
Accidentali mezzi + folla	322	382	297	922	1.118	891		82,29	125,69
Vento	21	24	19	940	1.140	908		3,52	128,86
Deformazioni termiche	47	56	43	974	1.180	939		30,36	150,72
Cedimenti	4	4	3	978	1.185	943		2,66	153,91

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	51	64	54	68	86	73
Peso proprio soletta	169	212	179	296	373	315
Permanenti	89	105	82	430	531	438
Effetti primari del ritiro	0	0	0	430	531	438
Effetti secondari del ritiro	60	71	55	502	616	505
Accidentali mezzi + folla	404	465	379	1.047	1.243	1.016
Vento	24	28	23	1.069	1.269	1.037
Deformazioni termiche	77	86	74	1.124	1.330	1.090
Cedimenti	6	7	6	1.132	1.339	1.097

τ media (daN/cm2)
1.189,3

Rapp τ
0,69

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	272	245
Peso proprio soletta	1.258	1.129
Permanenti	1.603	1.538
Effetti primari del ritiro	1.603	1.538
Effetti secondari del ritiro	1.906	1.905
Accidentali mezzi + folla	2.976	3.096
Vento	3.022	3.147
Deformazioni termiche	3.159	3.245
Cedimenti	3.234	3.276

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup
0,96

Rapp σ inf
0,97

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-191	-181	156	166	0	-191	-181	156	166
Peso proprio soletta	0	-705	-670	577	615	0	-895	-851	733	781
Permanenti	-242	-192	-180	232	245	-242	-1.087	-1.031	965	1.026
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-242	-1.087	-1.031	965	1.026
Effetti secondari del ritiro	-310	-245	-230	296	313	-552	-1.332	-1.262	1.261	1.338
Accidentali mezzi + folla	-661	-523	-491	632	666	-1.213	-1.855	-1.753	1.893	2.005
Vento	-44	-35	-33	43	45	-1.239	-1.876	-1.773	1.919	2.032
Deformazioni termiche primarie +DT	601	-230	-223	35	43	-879	-2.014	-1.907	1.940	2.057
Deformazioni termiche secondarie +DT	117	93	87	-112	-118	-809	-1.959	-1.855	1.873	1.986
Deformazioni termiche primarie -DT	-601	230	223	35	-43	-1.600	-1.738	-1.639	1.940	2.006
Deformazioni termiche secondarie -DT	-117	-93	-87	112	118	-1.670	-1.793	-1.691	2.007	2.077
Cedimenti	-25	-20	-19	24	25	-1.695	-2.034	-1.925	2.031	2.102

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	49	62	52	49	62	52		1,58	1,58
Peso proprio soletta	163	207	173	212	269	226		5,79	7,37
Permanenti	86	102	79	298	371	305		3,10	10,47
Effetti primari del ritiro	0	0	0	298	371	305		0,00	10,47
Effetti secondari del ritiro	60	71	55	358	442	360		0,00	10,47
Accidentali mezzi + folla	322	382	297	680	824	657		82,29	92,76
Vento	21	24	19	692	839	668		3,52	96,28
Deformazioni termiche	47	56	43	720	872	694		30,36	126,64
Cedimenti	4	4	3	724	877	698		2,41	129,06

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	51	64	54	51	64	54
Peso proprio soletta	169	212	179	220	276	233
Permanenti	89	105	82	309	382	315
Effetti primari del ritiro	0	0	0	309	382	315
Effetti secondari del ritiro	60	71	55	368	453	371
Accidentali mezzi + folla	404	465	379	772	917	750
Vento	24	28	23	787	934	763
Deformazioni termiche	77	86	74	833	986	807
Cedimenti	6	7	6	839	992	813

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	201	182
Peso proprio soletta	932	837
Permanenti	1.162	1.109
Effetti primari del ritiro	1.162	1.109
Effetti secondari del ritiro	1.414	1.415
Accidentali mezzi + folla	2.205	2.296
Vento	2.236	2.330
Deformazioni termiche	2.350	2.446
Cedimenti	2.413	2.472

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	43	cm
Spessore parte compressa	t	7,2	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		6	CL. 1

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	234	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		117	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 39,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 3,200$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,804$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.362	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.523	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	262,4	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-259,0	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	78,5	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	39,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	3,2	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,804	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	353	mm	b_2 =	1.517	mm
ψ_1 =	0,299	-	ψ_2 =	-3,299	-	b_{2t} =	1.164	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,078	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,720	-	λ_{p2} =	0,156	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	349	[mm]	$b_{2,sup}$	141	mm			
$b_{1,inf}$	471	[mm]	$b_{2,lat}$	212	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	353	mm			
$b_{1,lat,eff}$	349	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	141	mm			
$b_{1,inf,eff}$	471	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	212	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.376	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	49	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.772	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.529	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.362	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	7.879	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	5.899	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	19.349	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	18.751	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.376	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,033	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,138	[-]	snellezza
ψ	-0,987	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.376	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.772	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.376	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	5.890	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	19.323	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,136	[-]	snellezza
i	81	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	49	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	94	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	94	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,594	[-]	
Φ	0,490	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 30.591 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	20,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.657	115	18.669.956	3.984.838	0	138.744	161.735	145.900	172.494
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.438	31.237.832	12.438.513	4.446.959	365.939	189.738	396.603	198.415
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.766	40.687.691	13.835.107	3.112.969	837.899	201.983	969.697	209.470
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.538	32.289.078	12.658.188	4.222.055	397.370	191.350	432.500	199.879
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	2.292	29.545.954	12.021.958	4.893.728	321.234	186.972	346.066	195.898
Sezione metallica + ferri	1.952	138	24.504.537	3.984.838	174.337	219.656	177.003	233.468	186.714

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-266	0	28	3	3	-1,04
Peso proprio soletta	-983	0	93	11	11	-1,04
Permanenti	-425	0	46	7	7	-1,68
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,68
Effetti secondari del ritiro	-543	0	32	0	0	-1,68
Accidentali mezzi + folla	-1.158	0	172	187	187	-1,68
Vento	-78	0	11	8	8	-1,68
Deformazioni termiche primarie	447	664	0	0	0	-1,68
Deformazioni termiche secondarie	205	0	25	69	69	-1,68
Cedimenti	-44	0	2	6	6	-1,68

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
3	3
11	11
7	7
0	0
0	0
187	187
8	8
0	0
69	69
6	6

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-192	-182	154	164	0	-259	-246	208	222
Peso proprio soletta	0	-709	-674	570	608	0	-1.215	-1.156	978	1.043
Permanenti	-244	-193	-182	228	240	-366	-1.506	-1.429	1.319	1.403
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-366	-1.506	-1.429	1.319	1.403
Effetti secondari del ritiro	-311	-247	-233	291	307	-739	-1.802	-1.708	1.668	1.771
Accidentali mezzi + folla	-664	-527	-496	620	654	-1.636	-2.514	-2.377	2.505	2.654
Vento	-45	-36	-33	42	44	-1.676	-2.546	-2.408	2.543	2.694
Deformazioni termiche primarie +DT	597	-230	-222	37	45	-1.247	-2.711	-2.568	2.569	2.726
Deformazioni termiche secondarie +DT	118	93	88	-110	-116	-1.162	-2.644	-2.504	2.490	2.643
Deformazioni termiche primarie -DT	-597	230	222	-37	-45	-2.106	-2.380	-2.247	2.516	2.661
Deformazioni termiche secondarie -DT	-118	-93	-88	110	116	-2.191	-2.448	-2.311	2.595	2.745
Cedimenti	-25	-20	-19	24	25	-2.216	-2.735	-2.590	2.624	2.775

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	49	62	52	67	84	70		1,58	2,13
Peso proprio soletta	164	207	171	288	363	301		5,79	9,95
Permanenti	87	102	78	418	516	418		3,10	14,60
Effetti primari del ritiro	0	0	0	418	516	418		0,00	14,60
Effetti secondari del ritiro	60	71	54	491	602	483		0,00	14,60
Accidentali mezzi + folla	324	382	291	928	1.118	876		82,29	125,69
Vento	21	24	19	947	1.140	893		3,52	128,86
Deformazioni termiche	47	56	42	981	1.180	923		30,36	150,72
Cedimenti	4	4	3	985	1.185	928		2,66	153,91

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	51	64	53	69	86	72
Peso proprio soletta	170	212	177	298	373	311
Permanenti	90	105	81	433	531	433
Effetti primari del ritiro	0	0	0	433	531	433
Effetti secondari del ritiro	60	71	54	505	616	498
Accidentali mezzi + folla	407	465	374	1.054	1.243	1.002
Vento	24	28	22	1.076	1.269	1.022
Deformazioni termiche	78	86	73	1.132	1.330	1.074
Cedimenti	6	7	6	1.139	1.339	1.081

τ_{media}
1.186,6

Rapp τ
0,69

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	273	243
Peso proprio soletta	1.266	1.116
Permanenti	1.613	1.517
Effetti primari del ritiro	1.613	1.517
Effetti secondari del ritiro	1.919	1.877
Accidentali mezzi + folla	2.998	3.048
Vento	3.044	3.098
Deformazioni termiche	3.180	3.193
Cedimenti	3.256	3.224

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,96	0,95

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-192	-182	154	164	0	-192	-182	154	164
Peso proprio soletta	0	-709	-674	570	608	0	-900	-856	724	772
Permanenti	-244	-193	-182	228	240	-244	-1.094	-1.038	952	1.012
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-244	-1.094	-1.038	952	1.012
Effetti secondari del ritiro	-311	-247	-233	291	307	-555	-1.341	-1.271	1.243	1.319
Accidentali mezzi + folla	-664	-527	-496	620	654	-1.053	-1.736	-1.643	1.708	1.810
Vento	-45	-36	-33	42	44	-1.053	-1.736	-1.643	1.708	1.810
Deformazioni termiche primarie +DT	597	-230	-222	37	45	-695	-1.874	-1.776	1.730	1.837
Deformazioni termiche secondarie +DT	118	93	88	-110	-116	-625	-1.818	-1.723	1.664	1.767
Deformazioni termiche primarie -DT	-597	230	222	-37	-45	-1.411	-1.598	-1.509	1.686	1.783
Deformazioni termiche secondarie -DT	-118	-93	-88	110	116	-1.482	-1.654	-1.562	1.751	1.852
Cedimenti	-25	-20	-19	24	25	-1.507	-1.894	-1.795	1.775	1.877

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	49	56	52	49	56	52		1,58	1,58
Peso proprio soletta	164	186	171	213	242	223		5,79	7,37
Permanenti	87	92	78	300	334	301		3,10	10,47
Effetti primari del ritiro	0	0	0	300	334	301		0,00	10,47
Effetti secondari del ritiro	60	64	54	360	398	355		0,00	10,47
Accidentali mezzi + folla	324	344	291	604	656	574		82,29	72,19
Vento	21	22	19	604	656	574		3,52	72,19
Deformazioni termiche	47	50	42	632	686	599		30,36	90,40
Cedimenti	4	4	3	636	690	602		2,66	93,06

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	51	58	53	51	58	53
Peso proprio soletta	170	192	177	221	249	230
Permanenti	90	95	81	311	344	311
Effetti primari del ritiro	0	0	0	311	344	311
Effetti secondari del ritiro	60	64	54	371	408	366
Accidentali mezzi + folla	407	426	374	676	728	646
Vento	24	26	22	676	728	646
Deformazioni termiche	78	80	73	722	776	689
Cedimenti	6	7	6	729	783	695

T _{media}	735,76
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,645	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	13,62	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	32,51	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	118,76	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	os1	516	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	236,2
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.523

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_T	16,84	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	28,25	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	32,89	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,115	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,081	VERIFICA SODDISFATTA	0,10

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

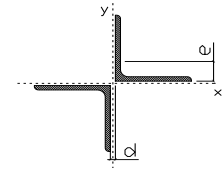
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,29
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,03
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	3,16	1.070	0	1.444	0
Peso proprio soletta	11,58	3.922	0	6.738	0
Permanenti	6,20	2.100	0	9.888	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	9.888	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	9.888	0
Accidentali mezzi	164,58	55.742	0	85.140	0
Vento	7,04	2.385	0	87.286	0
Deformazioni termiche	60,73	20.568	0	102.095	0
Cedimenti	5,32	1.801	0	104.256	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	104.256
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,56
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,47

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.212,28 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.212,28 (daN/cm ²)	σ_1	1.212,28 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.212,28 (daN/cm ²)	σ_2	1.212,28 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.211,58 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.211,58 (daN/cm ²)	σ_1	1.211,58 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.211,58 (daN/cm ²)	σ_2	1.211,58 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	1.211,58 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	595	595
Effetti primari del ritiro	0	595
Effetti secondari del ritiro	434	1.029
Accidentali mezzi + folla	2.984	4.013
Folla	191	4.204
Deformazioni termiche	434	4.638
Cedimenti	24	4.662

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	58	78	62	83	18	25	18	25
Peso proprio soletta	192	338	204	359	61	107	61	107
Permanenti	101	490	94	499	55	189	28	149
Effetti primari del ritiro	0	490	0	499	0	189	0	149
Effetti secondari del ritiro	71	574	65	577	38	234	19	172
Accidentali mezzi + folla	379	1.086	350	1.050	205	511	104	313
Folla	24	1.108	22	1.070	13	523	7	319
Deformazioni termiche	55	1.148	51	1.106	30	544	15	330
Cedimenti	4	1.153	4	1.111	2	547	1	331

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	47	0	38	34	34	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-182	0	-3	-29	-29	
totale	229	0	41	63	63	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	7	103	97	-125	-132

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	130	108

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	APPOGGI

1,000

Luce Campata - L i (m) 42,25

Luce Campata - L i+1 (m) 50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	1,865	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,097	λ.v max	2,097

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,086	λ.v	1,652	φ fat	1,30
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1} (N/mm^2) =$	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
$\gamma_m =$	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1} (N/mm^2) =$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma (N/mm^2) =$	28,03	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2} (N/mm^2) =$	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
$\gamma_m =$	1,15	
$\Delta\tau_{A,2} (N/mm^2) =$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau (N/mm^2) =$	35,29	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2} (N/mm^2) =$	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
$\gamma_m =$	1,15	
$\Delta\tau_{A,2} (N/mm^2) =$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau (N/mm^2) =$	29,22	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

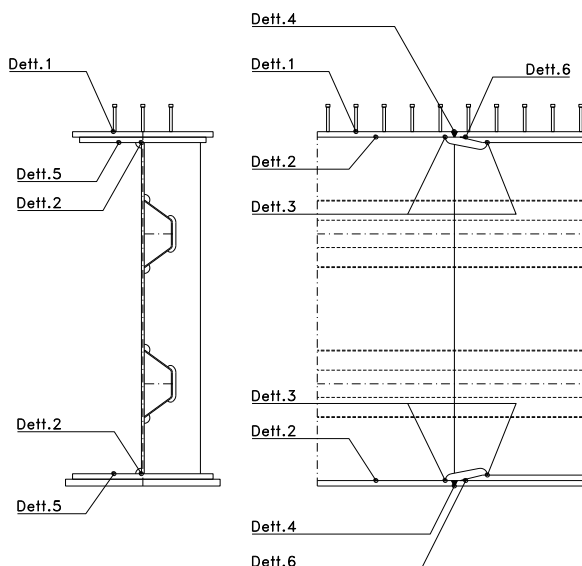
$\Delta\sigma_{am,3} (N/mm^2) =$	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
$\gamma_m =$	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3} (N/mm^2) =$	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma (N/mm^2) =$	34,08	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2} (N/mm^2) =$	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
$\gamma_m =$	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4} (N/mm^2) =$	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup} =$	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf} =$	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max} (N/mm^2) =$	39,46	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

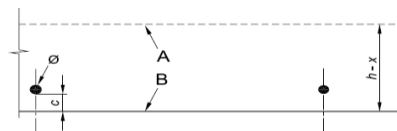
$\Delta\sigma_{am,5} (N/mm^2) =$	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
$\gamma_m =$	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5} (N/mm^2) =$	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma (N/mm^2) =$	35,92	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	4.700	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	47	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	14.765,49	[mm ²]

	nf.2	47	[-]
	φφ.2	20	[mm]
	Asf.2	14.765,49	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	150,72	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	93,76	[MPa]
-------	-------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

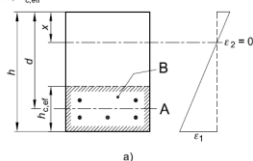
αe	6,24	[-]
As	29.531	[mm ²]
Ac,eff.1	940.000	[mm ²]
Ac,eff.2	517.000	[mm ²]
Ac,eff.3	775.500	[mm ²]
Ac,eff.min	517.000	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,eff}, dove h_{c,eff} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

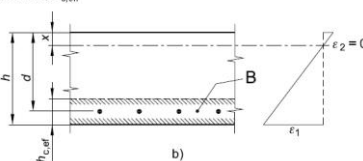
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

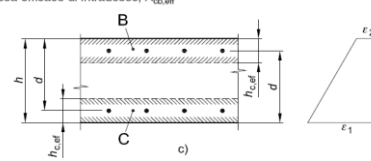
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo

ρ _{p,eff}	0,05712	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Fattore di durata del carico

kt	0,40	[-]
----	------	-----

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000431	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000578	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000578	

QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000268	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000306	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000306	

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	20,00	[mm]
s _{max,rif}	200	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	162	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Distanza massima tra le fessure

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w_d	0,09	[mm]
--	-------------	----------------------	------	------

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w_d	0,05	[mm]
--	-----------	----------------------	------	------

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.523	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.362	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 118,10 <= 400$ **OK**

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-262,36	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	259,03	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	118,66	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,645	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,987	
δ	AL/(hw tw)	0,140	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,689	

	α	τ	σ
α inf	0,5	24	5
α sup	0,7	24	5
Valore interpolato		24,00	5,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 68.025.600$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	450	11.250	225
ala	486	20	9.720	460

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 450 t = 25 b2 = 466
 b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

	α	T
α inf	0,5	40
α sup	0,7	40
Valore interpolato		40,00

$I_t = 2.816.451.000 > 113.376.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.362
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -262,4	σ_2 = 259,03
	τ = 118,7	y_n (mm)= 1.188,5

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	1.523	1.523	1.523		
tw	20	20	20		
α	1,86	1,88	1,86		
σ_1	-262,4	-75,7	108,2		
σ_2	-81,2	102,6	289,3		
σ_1^*	262,4	75,7	-108,2		
σ_2^*	81,2	-102,6	-289,3		
τ	118,7	118,7	118,7		
ψ	0,31	-1,36	2,67		
σ_{id}	333,27	219,03	232,24		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,959	-	2,225		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	6,501	6,466	6,501		
σ_{cr}	659,25	-	246,20		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2726,56	-		
τ_{cr}	719,22	737,64	719,22		
$\sigma_{cr,id}$	749,39	1358,63	1245,72		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	346,93	352,57	352,10		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,04	1,61	1,52		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio

per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 5.231	Msd= 47.359
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 54.060	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 66.243	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr} + V_t		
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	719,22	bs 856	bi 761
σ_{td}	-889,25	ts 72	ti 66
θ	0,998	N_{fd} 22.237.630	
ϕ	0,665	M_{fs} 13.419.145	M_{fi} 163.809.468
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 33.975.816 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 33.975.816 \text{ N}$
Verifica= 33.975.816 N \geq 5.231.183

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.653 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.795.163 N
Area = A	21.370 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	337,49 mm
Inerzia = J	715.580.403 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	182,99 mm
Snellezza = λ	9,04
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	25.387 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	542.527.319 N
Carico resistente a instabilità = NRd	7.586.350 N

NRd = 7.586.350 \geq **NRd** = 6.795.163

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 31,99 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 125,000 > 31/\eta*\varepsilon*\sqrt{k\tau} = 118,873$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 1.523 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,609	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 120.867.920 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 241.735.839 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	31,987	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	388,956	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,726	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,609	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	18,389	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,958	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	0,958	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	1,143	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	10649,904	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

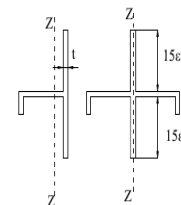
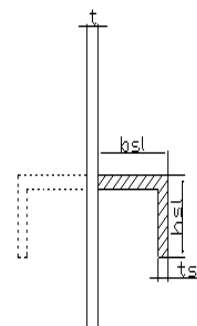


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	66	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	761	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	72	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	856	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	50.200	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	61.600	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	66	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	761	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	445,34	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.569	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	45.782	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	43.602	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	5.231	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.692	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	47.359	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} =$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

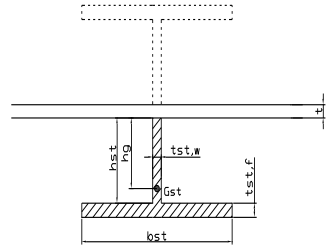
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} =$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7.000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458.333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,61	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	80.835.376	[mm ⁴]

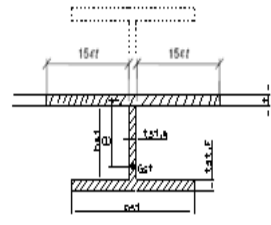


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17.163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662.733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	1.523	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	1.523	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	5,08	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	19.322,51	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	19.349,25	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	19.376	[mm ²]



σ_{max} = [MPa]
 N_{Ed} = [kN]
 $\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) =$ [MPa]
 $u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 =$ [-]
 γ_{M1}

>>>>>>
 valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;
 $I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) =$ [mm⁴]

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 6.325.006$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

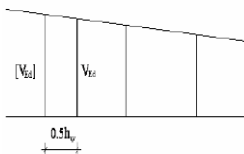
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 5.231 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 844,28 \quad \text{[kN]}$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 844,28 \quad \text{[kN]}$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad \text{[-]}$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,78 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \textbf{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0		
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0		
	Spessore anima (cm)	2,0		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
Spessore equivalente t* (cm)		0,18		
CONTROVENTI INFERIORI		Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
		Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
		Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	477,6		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	477,6		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	1,8		
COEFF.	n° ferri superiori	23,88		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,8		
	n° ferri inferiori	23,88		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	4		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C4
FRAME	205
JOINT	215
num. Travi	2

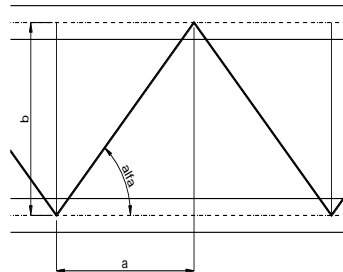
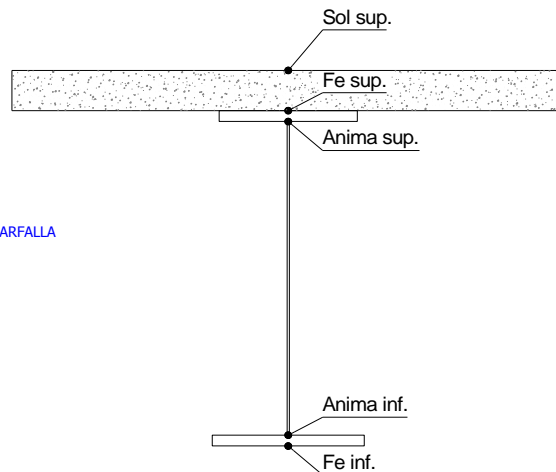
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 18/20 cm

ϕ 18/20 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.958	23.049.800	12.438.513	3.802.712	333.404	127.442	353.879	130.324
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.307	29.342.881	13.835.107	2.767.035	884.574	135.328	1.005.866	137.871
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.059	23.805.727	12.658.188	3.636.880	367.418	128.535	391.594	131.372
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.810	21.800.063	12.021.958	4.127.809	285.632	125.520	301.430	128.479
Sezione metallica + ferri	1.286	135	15.013.633	3.984.838	104.001	130.146	111.509	134.821	114.924

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	-120	0	20	13	13			13	13	
Peso proprio soletta	-466	0	79	49	49			49	49	
Permanenti	-172	0	36	31	31			31	31	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0			0	0	
Effetti secondari del ritiro	-374	0	17	0	0			0	0	
Accidentali mezzi + folla	-527	0	133	224	224			224	224	
Vento	-23	0	5	16	16			16	16	
Deformazioni termiche primarie	352	675	0	0	0			0	0	
Deformazioni termiche secondarie	342	0	10	48	48			48	48	
Cedimenti	-42	0	2	4	4			4	4	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
(positive le compressioni)										
Peso proprio acciaio	0	-123	-119	111	115	0	-166	-161	150	155
Peso proprio soletta	0	-477	-462	431	446	0	-809	-784	731	756
Permanenti	-165	-132	-128	150	154	-248	-1.008	-976	956	988
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-248	-1.008	-976	956	988
Effetti secondari del ritiro	-360	-287	-277	325	335	-680	-1.353	-1.309	1.346	1.390
Accidentali mezzi + folla	-507	-405	-391	459	473	-1.364	-1.899	-1.836	1.966	2.028
Vento	-22	-18	-17	20	21	-1.384	-1.915	-1.852	1.984	2.047
Deformazioni termiche primarie +DT	864	-244	-239	51	56	-762	-2.091	-2.024	2.020	2.087
Deformazioni termiche secondarie +DT	-329	263	254	-298	-307	-998	-1.902	-1.841	1.806	1.867
Deformazioni termiche primarie -DT	-864	244	239	-51	-56	-2.006	-1.739	-1.680	1.947	2.007
Deformazioni termiche secondarie -DT	329	-263	-254	298	307	-1.769	-1.929	-1.862	2.161	2.227
Cedimenti	-40	-32	-31	37	38	-2.046	-2.129	-2.061	2.205	2.273

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
VERIFICHE A TAGLIO									
Peso proprio acciaio	32	44	34	44	60	46		6,84	9,24
Peso proprio soletta	127	176	134	215	297	226		25,79	44,05
Permanenti	63	80	57	310	417	312		13,73	64,64
Effetti primari del ritiro	0	0	0	310	417	312		0,00	64,64
Effetti secondari del ritiro	30	38	27	345	462	345		0,00	64,64
Accidentali mezzi + folla	232	296	212	659	861	630		98,57	197,72
Vento	9	11	8	667	871	637		7,04	204,05
Deformazioni termiche	17	22	16	679	887	649		21,12	219,26
Cedimenti	3	4	3	683	893	652		1,77	221,39

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ media (daN/cm2)	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	39	51	41	53	69	55	964,2	0,57
Peso proprio soletta	153	201	160	259	341	270		
Permanenti	77	94	71	374	482	377		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	374	482	377		
Effetti secondari del ritiro	30	38	27	410	527	409		
Accidentali mezzi + folla	331	394	310	856	1.059	828		
Vento	16	18	15	871	1.075	841		
Deformazioni termiche	39	43	37	898	1.107	868		
Cedimenti	5	6	5	905	1.114	874		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	185	177	
Peso proprio soletta	904	868	
Permanenti	1.172	1.157	
Effetti primari del ritiro	1.172	1.157	
Effetti secondari del ritiro	1.489	1.522	
Accidentali mezzi + folla	2.361	2.433	
Vento	2.388	2.461	
Deformazioni termiche	2.427	2.632	
Cedimenti	2.589	2.674	

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,77	0,79

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-123	-119	111	115	0	-123	-119	111	115
Peso proprio soletta	0	-477	-462	431	446	0	-600	-581	542	560
Permanenti	-165	-132	-128	150	154	-165	-732	-709	691	715
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-165	-732	-709	691	715
Effetti secondari del ritiro	-360	-287	-277	325	335	-525	-1.019	-986	1.017	1.050
Accidentali mezzi + folla	-507	-405	-391	459	473	-1.032	-1.424	-1.377	1.475	1.523
Vento	-22	-18	-17	20	21	-1.045	-1.435	-1.387	1.487	1.535
Deformazioni termiche primarie +DT	864	-244	-239	51	56	-527	-1.581	-1.531	1.518	1.569
Deformazioni termiche secondarie +DT	329	263	254	-298	-307	-329	-1.423	-1.378	1.340	1.385
Deformazioni termiche primarie -DT	-864	244	239	51	-56	-1.563	-1.288	-1.244	1.518	1.501
Deformazioni termiche secondarie -DT	-329	-263	-254	298	307	-1.761	-1.446	-1.396	1.697	1.685
Cedimenti	-40	-32	-31	37	38	-1.801	-1.613	-1.562	1.733	1.723

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	32	44	34	32	44	34		6,84	6,84
Peso proprio soletta	127	176	134	160	220	168		25,79	32,63
Permanenti	63	80	57	222	300	225		13,73	46,36
Effetti primari del ritiro	0	0	0	222	300	225		0,00	46,36
Effetti secondari del ritiro	30	38	27	252	338	252		0,00	46,36
Accidentali mezzi + folla	232	296	212	484	633	463		98,57	144,93
Vento	9	11	8	489	640	468		7,04	151,97
Deformazioni termiche	17	22	16	500	653	478		21,12	173,09
Cedimenti	3	4	3	503	658	481		1,61	174,70

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	51	41	39	51	41
Peso proprio soletta	153	201	160	192	253	200
Permanenti	77	94	71	269	346	271
Effetti primari del ritiro	0	0	0	269	346	271
Effetti secondari del ritiro	30	38	27	298	384	298
Accidentali mezzi + folla	331	394	310	629	778	608
Vento	16	18	15	639	789	617
Deformazioni termiche	39	43	37	662	815	640
Cedimenti	5	6	5	667	821	644

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	137	131
Peso proprio soletta	670	643
Permanenti	848	836
Effetti primari del ritiro	848	836
Effetti secondari del ritiro	1.113	1.141
Accidentali mezzi + folla	1.756	1.813
Vento	1.774	1.832
Deformazioni termiche	1.806	2.026
Cedimenti	1.943	2.062

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	214,8	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-208,0	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	69,3	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	393	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,322	-	ψ_2 =	-3,003	-	b_{2t} =	1.181	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,975	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,726	-	λ_{p2} =	0,174	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	351	[mm]	$b_{2,sup}$	157	mm
$b_{1,inf}$	470	[mm]	$b_{2,lat}$	236	mm

larghezze efficaci

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	393	mm
$b_{1,lat,eff}$	351	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	157	mm
$b_{1,inf,eff}$	470	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	236	mm
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.665	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	48	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.841	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	7.990	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.609	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	7.965	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.040	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.665	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,033	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,215	[-]	snellezza
ψ	-0,968	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.665	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.841	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.665	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.592	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.913	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,212	[-]	snellezza
i	81	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	48	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	94	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	94	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,595	[-]	
Φ	0,526	[-]	
χ_c	0,993	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,007	[-]	
ρ_c	0,993	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 31.260 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	19,9	[mm]
tsl,red	24,8	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sf} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.229	119	12.697.261	3.984.838	0	96.940	106.683	99.993	110.393
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.022	23.595.988	12.438.513	3.782.025	327.146	132.656	346.354	135.708
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.372	30.405.433	13.835.107	2.763.411	852.699	141.855	960.439	144.552
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.124	24.404.921	12.658.188	3.618.105	360.095	133.926	382.680	136.932
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.875	22.264.079	12.021.958	4.103.838	280.753	130.429	295.667	133.559
Sezione metallica + ferri	1.350	132	15.150.099	3.984.838	103.328	128.803	114.446	133.338	118.012

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-120	0	20	13	13	-1,75
Peso proprio soletta	-466	0	79	49	49	-1,75
Permanenti	-172	0	36	31	31	-2,26
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,26
Effetti secondari del ritiro	-374	0	17	0	0	-2,26
Accidentali mezzi + folla	-527	0	133	224	224	-2,26
Vento	-23	0	5	16	16	-2,26
Deformazioni termiche primarie	367	675	0	0	0	-2,26
Deformazioni termiche secondarie	342	0	10	48	48	-2,26
Cedimenti	-42	0	2	4	4	-2,26

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
13	13
49	49
31	31
0	0
0	0
224	224
16	16
0	0
48	48
4	4

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-124	-120	109	112	0	-167	-162	147	152
Peso proprio soletta	0	-481	-466	422	437	0	-816	-791	717	742
Permanenti	-166	-134	-129	146	150	-250	-1.016	-985	935	967
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-250	-1.016	-985	935	967
Effetti secondari del ritiro	-362	-290	-280	317	327	-684	-1.365	-1.321	1.316	1.359
Accidentali mezzi + folla	-510	-409	-395	447	460	-1.373	-1.917	-1.855	1.918	1.981
Vento	-22	-18	-17	19	20	-1.393	-1.933	-1.870	1.936	1.999
Deformazioni termiche primarie +DT	856	-243	-238	54	59	-777	-2.108	-2.042	1.975	2.041
Deformazioni termiche secondarie +DT	331	266	256	-290	-299	-538	-1.917	-1.857	1.766	1.826
Deformazioni termiche primarie -DT	-856	243	238	-54	-59	-2.009	-1.758	-1.699	1.897	1.957
Deformazioni termiche secondarie -DT	-331	-266	-256	290	299	-2.247	-1.949	-1.883	2.106	2.172
Cedimenti	-41	-33	-31	36	37	-2.288	-2.148	-2.080	2.148	2.216

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	33	44	33	44	60	45		6,84	9,24
Peso proprio soletta	128	176	131	217	297	222		25,79	44,05
Permanenti	63	80	56	312	417	305		13,73	64,64
Effetti primari del ritiro	0	0	0	312	417	305		0,00	64,64
Effetti secondari del ritiro	30	38	26	348	462	337		0,00	64,64
Accidentali mezzi + folla	234	296	206	665	861	615		98,57	197,72
Vento	9	11	8	673	871	622		7,04	204,05
Deformazioni termiche	18	22	15	686	887	633		21,12	219,26
Cedimenti	4	4	3	690	893	637		1,77	221,39

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	51	40	53	69	54
Peso proprio soletta	154	201	157	261	341	266
Permanenti	77	94	69	377	482	370
Effetti primari del ritiro	0	0	0	377	482	370
Effetti secondari del ritiro	30	38	26	413	527	402
Accidentali mezzi + folla	333	394	305	863	1.059	813
Vento	16	18	15	877	1.075	826
Deformazioni termiche	39	43	37	905	1.107	852
Cedimenti	5	6	5	911	1.114	858

τ_{media}
961,2

Rapp τ
0,57

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	186	174
Peso proprio soletta	911	852
Permanenti	1.182	1.134
Effetti primari del ritiro	1.182	1.134
Effetti secondari del ritiro	1.502	1.488
Accidentali mezzi + folla	2.382	2.380
Vento	2.409	2.407
Deformazioni termiche	2.450	2.572
Cedimenti	2.611	2.613

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,77	0,77

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-124	-120	109	112	0	-124	-120	109	112
Peso proprio soletta	0	-481	-466	422	437	0	-604	-586	531	549
Permanenti	-166	-134	-129	146	150	-166	-738	-715	677	700
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-166	-738	-715	677	700
Effetti secondari del ritiro	-362	-290	-280	317	327	-528	-1.028	-996	993	1.026
Accidentali mezzi + folla	-510	-409	-395	447	460	-911	-1.335	-1.292	1.328	1.372
Vento	-22	-18	-17	19	20	-911	-1.335	-1.292	1.328	1.372
Deformazioni termiche primarie +DT	856	-243	-238	54	59	-398	-1.481	-1.435	1.361	1.407
Deformazioni termiche secondarie +DT	331	266	256	-290	-299	-199	-1.322	-1.281	1.187	1.228
Deformazioni termiche primarie -DT	-856	243	238	-54	-59	-1.424	-1.189	-1.149	1.296	1.336
Deformazioni termiche secondarie -DT	-331	-266	-256	290	299	-1.623	-1.349	-1.303	1.470	1.516
Cedimenti	-41	-33	-31	36	37	-1.664	-1.514	-1.467	1.505	1.552

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	33	40	33	33	40	33		6,84	6,84
Peso proprio soletta	128	158	131	161	198	164		25,79	32,63
Permanenti	63	72	56	224	270	220		13,73	46,36
Effetti primari del ritiro	0	0	0	224	270	220		0,00	46,36
Effetti secondari del ritiro	30	34	26	254	304	246		0,00	46,36
Accidentali mezzi + folla	234	266	206	430	504	401		98,57	120,29
Vento	9	10	8	430	504	401		7,04	120,29
Deformazioni termiche	18	20	15	441	516	410		21,12	132,96
Cedimenti	4	4	3	444	520	413		1,77	134,73

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	39	47	40	39	47	40
Peso proprio soletta	154	184	157	194	231	197
Permanenti	77	86	69	271	316	266
Effetti primari del ritiro	0	0	0	271	316	266
Effetti secondari del ritiro	30	34	26	301	350	293
Accidentali mezzi + folla	333	365	305	550	624	521
Vento	16	17	15	550	624	521
Deformazioni termiche	39	41	37	574	648	543
Cedimenti	5	6	5	579	654	548

T_{media}
593,74

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,944	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	119,41	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	482	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_T	9,99	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	17,75	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	20,61	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,150	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,080	VERIFICA SODDISFATTA	0,14

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

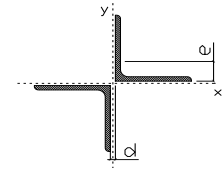
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,42
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,13
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	13,68	4.635	0	6.257	0
Peso proprio soletta	51,58	17.469	0	29.841	0
Permanenti	27,45	9.299	0	43.788	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	43.788	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	43.788	0
Accidentali mezzi	197,15	66.772	0	133.930	0
Vento	14,08	4.769	0	138.222	0
Deformazioni termiche	42,25	14.308	0	148.524	0
Cedimenti	3,54	1.201	0	149.965	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	149.965
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,81
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,68

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.743,78 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.743,78 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.743,78 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.743,78 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.743,78 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.742,78 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.742,78 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.742,78 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.742,78 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.742,78 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.742,78 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	546	546
Effetti primari del ritiro	0	546
Effetti secondari del ritiro	268	814
Accidentali mezzi + folla	2.534	3.348
Folla	95	3.443
Deformazioni termiche	191	3.634
Cedimenti	28	3.662

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	38	51	40	54	0	0	0	0
Peso proprio soletta	150	254	158	267	0	0	0	0
Permanenti	74	365	67	368	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	365	0	368	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	35	407	32	406	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	274	776	249	743	0	0	0	0
Folla	10	786	9	751	0	0	0	0
Deformazioni termiche	21	800	19	764	0	0	0	0
Cedimenti	4	805	4	769	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G4

COPRIGIUNTO SUPERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	670.512	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	508.009	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	335.256	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	722.182	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.292.138	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.835.341	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.028.160	1.081.905
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.224	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.137		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	805.899	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	622.145	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	402.950	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	900.698	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.672.000	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	4.277.880	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.101.600	1.217.143
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.360	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.277		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

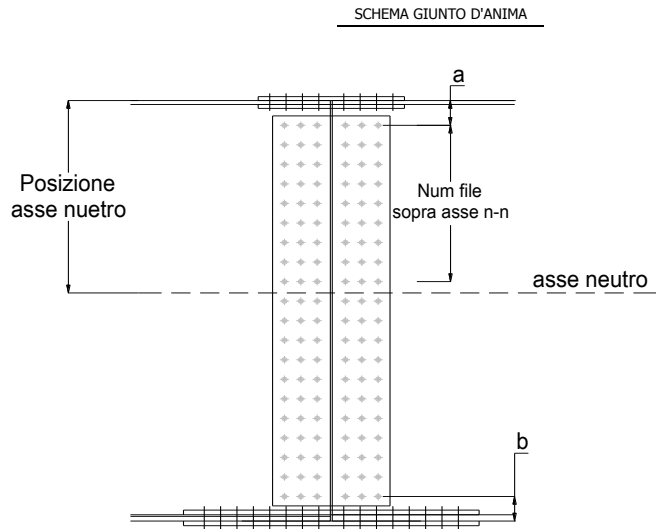
Foglio
10 di 17

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	2,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	121
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	401.700
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	241.037
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	275.725
	Azione max bulloni sup. (daN)	17.641
	Azione max bulloni inf. (daN)	18.648
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.725
Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	20.185	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.467
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.632
	Sforzo nel coprigiunto sup.(daN/cm ²)	1.357
	Sforzo nel coprigiunto inf.(daN/cm ²)	1.504
	Resistenza a rifollamento $F_{b,rd}$ (daN) (bordo)	911.669
	Resistenza a rifollamento $F_{b,rd}$ (daN) (interno)	1.188.968
	Scorrimento superiore (daN)	304.092
	Scorrimento inferiore (daN)	350.443
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

Foglio
11 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	60	0	4	11	11	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-82	0	-31	-51	-51	
totale	142	0	35	62	62	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	5	109	105	-124	-127

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	118	87

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 42,25

Luce Campata - L i+1 (m) 50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,228	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	18,02	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	23,65	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	17,40	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

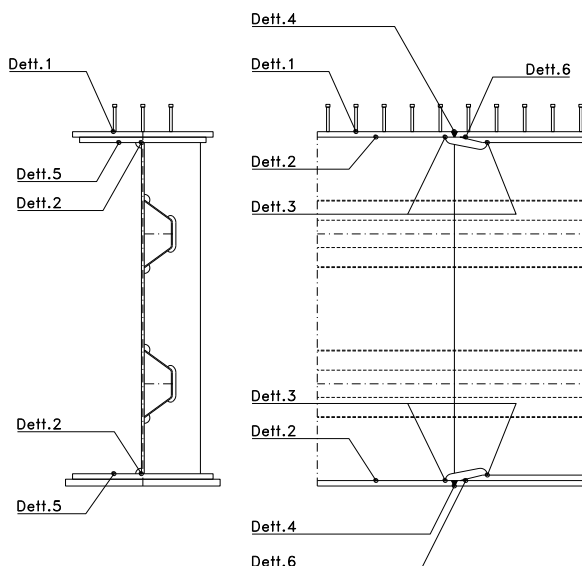
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	24,71	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	27,98	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

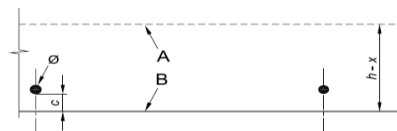
$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	25,47	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	4.776	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	24	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	6.076,72	[mm ²]

	nf.2	24	[-]
	φφ.2	18	[mm]
	Asf.2	6.076,72	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	166,35	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	116,23	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

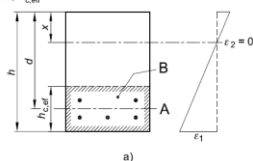
αe	6,24	[-]
As	12.153	[mm ²]
Ac,eff.1	955.200	[mm ²]
Ac,eff.2	525.360	[mm ²]
Ac,eff.3	788.040	[mm ²]
Ac,eff.min	525.360	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

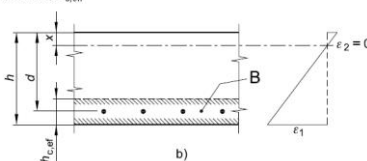
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

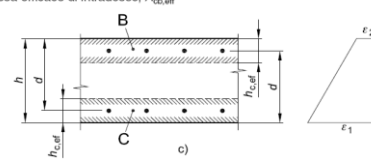
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Fattore di durata del carico

kt	0,40	[-]
----	------	-----

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000475	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000500	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000500	[-]

QP [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000332	[-]
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000261	[-]
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000332	[-]

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,21	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,14	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 121,00 <= 400$ **OK**

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-214,84	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	207,98	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	96,12	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,944	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,968	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		53,31	6,63

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 154.800.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 370 t = 22 b2 = 466
 b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 87.792.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,23

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -214,8	σ_2 = 207,98
	τ = 96,1	y_n (mm)= 1.229,6

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	20	20	20		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-214,8	-67,1	78,4		
σ_2	-71,5	74,1	221,8		
σ_1^*	214,8	67,1	-78,4		
σ_2^*	71,5	-74,1	-221,8		
τ	96,1	96,1	96,1		
ψ	0,33	-1,10	2,83		
σ_{id}	271,80	179,50	184,03		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,863	-	2,139		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	648,63	-	236,59		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2726,56	-		
τ_{cr}	647,84	666,26	647,84		
$\sigma_{cr,id}$	722,03	1230,96	1122,09		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	346,30	352,03	351,43		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,27	1,96	1,91		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.941	Msd= 22.443
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 32.272	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M_{rd} = 45.754	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr + Vt		
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	647,84	bs 900	bi 800
σ_{td}	-765,76	ts 40	ti 40
θ	0,814	Nfd 13.118.858	
ϕ	0,543	Mfs 6.867.007	Mfi 37.900.383
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 31.355.294 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 31.355.294 \text{ N}$
Verifica= 31.355.294 N \geq 3.940.677

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.694 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.271.059 N
Area = A	18.260 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53 mm
Inerzia = J	488.124.876 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	163,50 mm
Snellezza = λ	10,36
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	19.307 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	352.551.989 N
Carico resistente a instabilità = NRd	6.482.300 N

NRd = 6.482.300 \geq **NRd** = 6.271.059

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 19,29 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 92,324$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 120.867.920 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 241.735.839 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	19,294	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	234,621	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,935	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,274	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,274	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,888	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	8271,396	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$

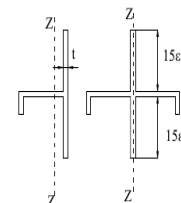
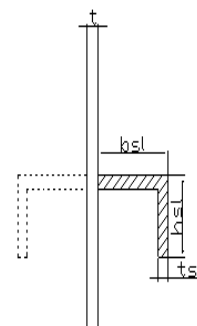


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	40	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	32.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	40	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	608,69	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.540	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	28,854	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	27,480	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **21.781** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	3,941	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4,768	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	22,443	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 1,03$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

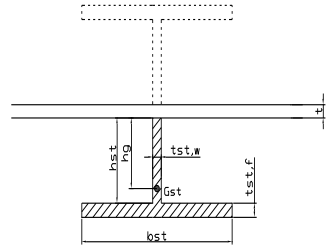
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 8,271$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,48$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7,000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458,333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	35.911,113	[mm ⁴]

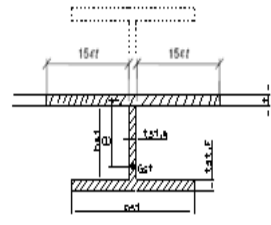


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17,163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662,733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2,285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2,285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2,500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	7,912,55	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	7,965,04	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
$A_{c,eff}$	19,665	[mm ²]



σ_{max}	214,84	[MPa]
N_{Ed}	2.112,47	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,73	[MPa]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,44	[-]

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 4.527.583 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 4.527.583$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

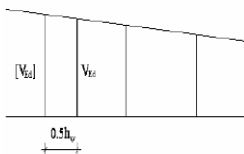
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.941 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 465,27 \quad \text{[kN]}$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 465,27 \quad \text{[kN]}$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad \text{[-]}$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 4,75 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \textbf{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,2
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	48
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
SOLETTA	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	477,6
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	477,6
	Spessore predalle (cm)	5
COEFF.	diametro ferri superiori soletta(cm)	1,8
	n° ferri superiori	23,88
	diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,8
	n° ferri inferiori	23,88
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
SALDATURE	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	7
	Altezza gola anima inf. (mm)	7
FAST	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Larghezza gola anima sup. (mm)	10
	Larghezza gola anima inf. (mm)	10
FAST	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0
	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
FAST	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C6
FRAME	206
JOINT	215
num. Travi	2

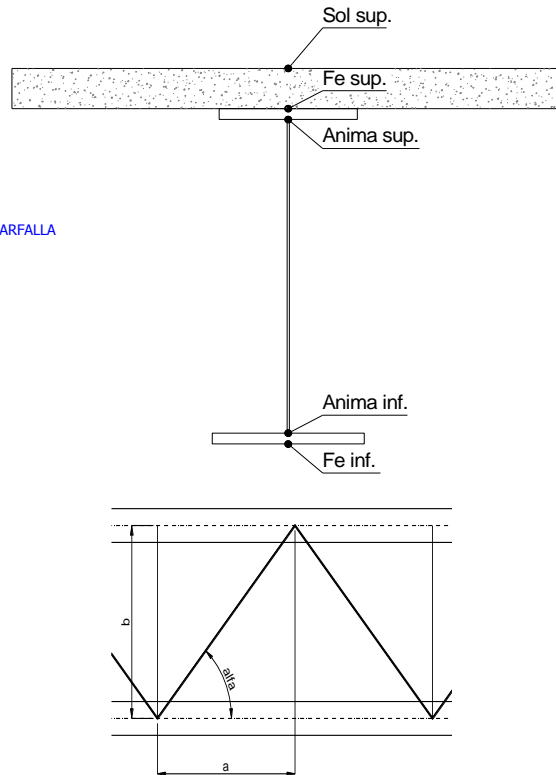
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

φ 18/20 cm

φ 18/20 cm



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.009	118	10.793.230	3.966.352	0	81.702	91.549	83.731	94.350
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.803	20.987.615	12.286.469	3.587.495	320.050	113.801	336.469	116.002
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.152	26.595.970	13.645.030	2.660.985	905.627	120.544	1.016.376	122.487
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.904	21.681.342	12.500.618	3.443.414	355.029	114.758	374.661	116.924
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.655	19.827.933	11.880.058	3.867.696	271.171	112.098	283.582	114.361
Sezione metallica + ferri	1.130	134	13.235.498	3.966.352	91.263	114.074	98.792	117.309	101.442

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-120	0	20	13	13		13	13	
Peso proprio soletta	-466	0	79	49	49		49	49	
Permanenti	-172	0	36	31	31		31	31	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	-374	0	17	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	-527	0	133	224	224		224	224	
Vento	-23	0	5	16	16		16	16	
Deformazioni termiche primarie	327	675	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	342	0	10	48	48		48	48	
Cedimenti	-42	0	2	4	4		4	4	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-147	-143	127	131	0	-198	-193	172	177
Peso proprio soletta	0	-570	-557	494	509	0	-968	-945	838	864
Permanenti	-188	-151	-147	170	174	-283	-1.194	-1.165	1.093	1.125
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-283	-1.194	-1.165	1.093	1.125
Effetti secondari del ritiro	-410	-328	-319	369	379	-774	-1.588	-1.547	1.535	1.580
Accidentali mezzi + folla	-577	-462	-449	520	533	-1.554	-2.212	-2.154	2.237	2.300
Vento	-25	-20	-20	23	23	-1.577	-2.230	-2.171	2.257	2.321
Deformazioni termiche primarie +DT	955	-250	-246	52	57	-889	-2.410	-2.349	2.295	2.362
Deformazioni termiche secondarie +DT	-375	300	292	-337	-346	-1.159	-2.194	-2.139	2.052	2.112
Deformazioni termiche primarie -DT	-955	250	246	-52	-57	-2.264	-2.050	-1.994	2.219	2.280
Deformazioni termiche secondarie -DT	375	-300	-292	337	346	-1.994	-2.265	-2.204	2.462	2.529
Cedimenti	-46	-37	-36	41	43	-2.310	-2.454	-2.392	2.512	2.580

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	49	38	46	67	51		7,60	10,26
Peso proprio soletta	136	195	149	230	330	252		28,65	48,95
Permanenti	69	89	63	333	463	346		15,25	71,83
Effetti primari del ritiro	0	0	0	333	463	346		0,00	71,83
Effetti secondari del ritiro	32	42	30	372	514	382		0,00	71,83
Accidentali mezzi + folla	254	328	233	715	957	696		109,53	219,68
Vento	10	12	9	724	968	704		7,82	226,73
Deformazioni termiche	19	25	17	737	986	716		23,47	243,62
Cedimenti	4	5	3	742	992	720		1,97	245,99

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	42	57	45	57	77	61
Peso proprio soletta	165	224	177	279	379	301
Permanenti	84	104	78	405	535	418
Effetti primari del ritiro	0	0	0	405	535	418
Effetti secondari del ritiro	32	42	30	444	586	454
Accidentali mezzi + folla	364	438	342	935	1.177	915
Vento	17	20	17	950	1.195	930
Deformazioni termiche	43	48	41	981	1.230	960
Cedimenti	6	7	5	988	1.238	966

τ media (daN/cm2)
1.064,0

Rapp τ
0,63

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	217	202
Peso proprio soletta	1.061	987
Permanenti	1.360	1.311
Effetti primari del ritiro	1.360	1.311
Effetti secondari del ritiro	1.728	1.725
Accidentali mezzi + folla	2.694	2.741
Vento	2.725	2.773
Deformazioni termiche	2.783	2.971
Cedimenti	2.941	3.018

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,87	0,89

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-147	-143	127	131	0	-147	-143	127	131
Peso proprio soletta	0	-570	-557	494	509	0	-717	-700	621	640
Permanenti	-188	-151	-147	170	174	-188	-868	-846	791	814
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-188	-868	-846	791	814
Effetti secondari del ritiro	-410	-328	-319	369	379	-598	-1.196	-1.165	1.159	1.193
Accidentali mezzi + folla	-577	-462	-449	520	533	-1.176	-1.658	-1.615	1.679	1.726
Vento	-25	-20	-20	23	23	-1.191	-1.670	-1.626	1.692	1.740
Deformazioni termiche primarie +DT	955	-250	-246	52	57	-618	-1.820	-1.774	1.724	1.774
Deformazioni termiche secondarie +DT	375	300	292	-337	-346	-393	-1.640	-1.599	1.522	1.566
Deformazioni termiche primarie -DT	-955	250	246	52	-57	-1.764	-1.520	-1.479	1.724	1.706
Deformazioni termiche secondarie -DT	-375	-300	-292	337	346	-1.989	-1.700	-1.653	1.926	1.914
Cedimenti	-46	-37	-36	41	43	-2.035	-1.857	-1.810	1.968	1.956

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	49	38	34	49	38		7,60	7,60
Peso proprio soletta	136	195	149	170	244	186		28,65	36,26
Permanenti	69	89	63	239	333	249		15,25	51,51
Effetti primari del ritiro	0	0	0	239	333	249		0,00	51,51
Effetti secondari del ritiro	32	42	30	272	375	279		0,00	51,51
Accidentali mezzi + folla	254	328	233	526	704	512		109,53	161,03
Vento	10	12	9	531	711	517		7,82	168,86
Deformazioni termiche	19	25	17	543	726	527		23,47	192,33
Cedimenti	4	5	3	547	731	531		1,79	194,11

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	42	57	45	42	57	45
Peso proprio soletta	165	224	177	207	281	223
Permanenti	84	104	78	291	385	301
Effetti primari del ritiro	0	0	0	291	385	301
Effetti secondari del ritiro	32	42	30	323	427	331
Accidentali mezzi + folla	364	438	342	687	865	673
Vento	17	20	17	697	877	683
Deformazioni termiche	43	48	41	723	906	707
Cedimenti	6	7	5	728	912	712

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	161	149
Peso proprio soletta	786	731
Permanenti	985	947
Effetti primari del ritiro	985	947
Effetti secondari del ritiro	1.293	1.293
Accidentali mezzi + folla	2.005	2.043
Vento	2.025	2.064
Deformazioni termiche	2.074	2.283
Cedimenti	2.206	2.323

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	3,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		13	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_{p} = 44,100$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 3,500$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,832$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 0,931$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.433	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15 : t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	258,5	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-243,1	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	86,8	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,832	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,931	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	418	mm	b_2 =	1.588	mm
ψ_1 =	0,336	-	ψ_2 =	-2,802	-	b_{2t} =	1.170	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,918	-	$k_{\sigma 2}$ =	86,435	-			
λ_{p1} =	0,811	-	λ_{p2} =	0,108	-			
ρ_1 =	0,954	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	352	[mm]	$b_{2,sup}$	167	mm			
$b_{1,inf}$	469	[mm]	$b_{2,lat}$	251	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	783	[mm]	$b_{2,eff}$	418	mm			
$b_{1,lat,eff}$	336	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	167	mm			
$b_{1,inf,eff}$	447	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	251	mm			
$x_{1,eff}$	38	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	18.518	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	51	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.428	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b2	1.600	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.433	[mm]	altezza del pannello d'anima
a _c	8.600	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.677	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	7.863	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	17.893	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	18.131	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,013	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,214	[-]	snellezza
ψ	-0,940	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	18.518	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.428	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	18.131	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,979	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.664	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.825	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,211	[-]	snellezza
i	82	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	51	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	91	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	91	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,590	[-]	
Φ	0,525	[-]	
χ_c	0,993	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	0,993	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 28.565 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	17,9	[mm]
tsl,red	24,8	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.045	119	10.523.245	3.966.352	0	80.274	88.499	82.283	91.182
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.839	20.738.181	12.286.469	3.518.332	312.702	112.903	328.555	115.097
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.188	26.492.066	13.645.030	2.615.253	876.926	120.534	980.819	122.484
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.940	21.444.776	12.500.618	3.377.513	346.676	113.982	365.588	116.143
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.691	19.560.264	11.880.058	3.792.416	265.170	110.990	277.195	113.239
Sezione metallica + ferri	1.167	134	12.941.774	3.966.352	89.488	111.933	96.308	115.119	98.884

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-120	0	20	13	13	1,01
Peso proprio soletta	-466	0	79	49	49	1,01
Permanenti	-172	0	36	31	31	0,40
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0,40
Effetti secondari del ritiro	-374	0	17	0	0	0,40
Accidentali mezzi + folla	-527	0	133	224	224	0,40
Vento	-23	0	5	16	16	0,40
Deformazioni termiche primarie	324	675	0	0	0	0,40
Deformazioni termiche secondarie	342	0	10	48	48	0,40
Cedimenti	-42	0	2	4	4	0,40

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
13	13
49	49
31	31
0	0
0	0
224	224
16	16
0	0
48	48
4	4

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-149	-146	132	136	0	-202	-197	178	183
Peso proprio soletta	0	-581	-566	511	527	0	-985	-961	868	894
Permanenti	-192	-154	-149	174	179	-288	-1.216	-1.186	1.129	1.162
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-288	-1.216	-1.186	1.129	1.162
Effetti secondari del ritiro	-418	-334	-325	378	388	-790	-1.617	-1.575	1.582	1.628
Accidentali mezzi + folla	-589	-471	-458	533	547	-1.585	-2.253	-2.193	2.302	2.367
Vento	-26	-21	-20	23	24	-1.608	-2.271	-2.211	2.323	2.388
Deformazioni termiche primarie +DT	940	-249	-245	53	57	-931	-2.450	-2.388	2.361	2.429
Deformazioni termiche secondarie +DT	382	306	297	-346	-355	-656	-2.230	-2.174	2.112	2.173
Deformazioni termiche primarie -DT	-940	249	245	-53	-57	-2.285	-2.092	-2.035	2.285	2.347
Deformazioni termiche secondarie -DT	-382	-306	-297	346	355	-2.560	-2.312	-2.249	2.534	2.603
Cedimenti	-47	-38	-36	42	44	-2.607	-2.495	-2.431	2.585	2.655

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	39	47	67	53		7,60	10,26
Peso proprio soletta	138	195	154	234	330	260		28,65	48,95
Permanenti	70	89	65	339	463	357		15,25	71,83
Effetti primari del ritiro	0	0	0	339	463	357		0,00	71,83
Effetti secondari del ritiro	33	42	30	379	514	394		0,00	71,83
Accidentali mezzi + folla	259	328	239	728	957	716		109,53	219,68
Vento	10	12	9	737	968	724		7,82	226,73
Deformazioni termiche	19	25	18	751	986	737		23,47	243,62
Cedimenti	4	5	4	756	992	741		1,97	245,98

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	43	57	47	58	77	63
Peso proprio soletta	167	224	183	283	379	309
Permanenti	85	104	80	411	535	429
Effetti primari del ritiro	0	0	0	411	535	429
Effetti secondari del ritiro	33	42	30	451	586	466
Accidentali mezzi + folla	369	438	348	948	1.177	936
Vento	18	20	17	964	1.195	951
Deformazioni termiche	43	48	41	995	1.230	980
Cedimenti	6	7	6	1.002	1.238	987

τ_{media}
1.075,6

Rapp τ
0,63

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	221	208
Peso proprio soletta	1.079	1.020
Permanenti	1.383	1.351
Effetti primari del ritiro	1.383	1.351
Effetti secondari del ritiro	1.758	1.776
Accidentali mezzi + folla	2.740	2.815
Vento	2.771	2.847
Deformazioni termiche	2.833	3.050
Cedimenti	2.987	3.099

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,88	0,92

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-149	-146	132	136	0	-149	-146	132	136
Peso proprio soletta	0	-581	-566	511	527	0	-730	-712	643	662
Permanenti	-192	-154	-149	174	179	-192	-884	-862	817	841
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-192	-884	-862	817	841
Effetti secondari del ritiro	-418	-334	-325	378	388	-610	-1.218	-1.186	1.195	1.229
Accidentali mezzi + folla	-589	-471	-458	533	547	-1.052	-1.571	-1.530	1.595	1.639
Vento	-26	-21	-20	23	24	-1.052	-1.571	-1.530	1.595	1.639
Deformazioni termiche primarie +DT	940	-249	-245	53	57	-488	-1.720	-1.677	1.626	1.674
Deformazioni termiche secondarie +DT	382	306	297	-346	-355	-258	-1.537	-1.498	1.419	1.461
Deformazioni termiche primarie -DT	-940	249	245	-53	-57	-1.616	-1.422	-1.383	1.563	1.605
Deformazioni termiche secondarie -DT	-382	-306	-297	346	355	-1.845	-1.605	-1.561	1.770	1.818
Cedimenti	-47	-38	-36	42	44	-1.892	-1.758	-1.713	1.813	1.862

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	44	39	35	44	39		7,60	7,60
Peso proprio soletta	138	176	154	173	220	193		28,65	36,26
Permanenti	70	80	65	243	300	257		15,25	51,51
Effetti primari del ritiro	0	0	0	243	300	257		0,00	51,51
Effetti secondari del ritiro	33	38	30	276	338	288		0,00	51,51
Accidentali mezzi + folla	259	296	239	471	559	467		109,53	133,65
Vento	10	11	9	471	559	467		7,82	133,65
Deformazioni termiche	19	22	18	482	573	478		23,47	147,74
Cedimenti	4	4	4	486	577	481		1,97	149,70

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	43	52	47	43	52	47
Peso proprio soletta	167	204	183	210	256	229
Permanenti	85	95	80	295	352	309
Effetti primari del ritiro	0	0	0	295	352	309
Effetti secondari del ritiro	33	38	30	328	389	339
Accidentali mezzi + folla	369	405	348	604	693	600
Vento	18	19	17	604	693	600
Deformazioni termiche	43	46	41	630	721	625
Cedimenti	6	6	6	636	727	631

T _{media}	664,60
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,939	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	10,40	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	24,05	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	88,72	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	118,21	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	606	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	243,3
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_T	10,05	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	18,77	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	22,27	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,180	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,122	VERIFICA SODDISFATTA	0,16

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

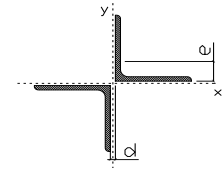
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,42
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,13
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	13,68	4.635	0	6.257	0
Peso proprio soletta	51,58	17.469	0	29.841	0
Permanenti	27,45	9.299	0	43.788	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	43.788	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	43.788	0
Accidentali mezzi	197,15	66.772	0	133.930	0
Vento	14,08	4.769	0	138.222	0
Deformazioni termiche	42,25	14.308	0	148.524	0
Cedimenti	3,54	1.201	0	149.965	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	149.965
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,81
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,68

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.743,78 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.743,78 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.743,78 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.743,78 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.743,78 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.742,78 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.742,78 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.742,78 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.742,78 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.742,78 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.742,78 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	768	768
Effetti primari del ritiro	0	768
Effetti secondari del ritiro	375	1.142
Accidentali mezzi + folla	3.456	4.598
Folla	130	4.728
Deformazioni termiche	260	4.988
Cedimenti	40	5.028

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	44	59	48	65	0	0	0	0
Peso proprio soletta	173	293	189	320	0	0	0	0
Permanenti	88	424	80	441	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	424	0	441	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	41	473	38	486	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	323	910	296	885	0	0	0	0
Folla	12	921	11	895	0	0	0	0
Deformazioni termiche	24	938	22	911	0	0	0	0
Cedimenti	5	944	4	917	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G4

COPRIGIUNTO SUPERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	32,5
	Spessore coprigiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,50
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	42,0
	Spessore coprigiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	620.260
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	469.350
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	310.130
	Resistenza coprigiunto R_{dcrp} (daN)	722.182
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.633.710
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.068.273
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	822.528
		865.524
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA	
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.572	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.472	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	801.959
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	618.025
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	400.979
	Resistenza coprigiunto R_{dcrp} (daN)	900.698
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.213.000
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.743.145
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	963.900
		1.065.000
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA	
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.684	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.590	

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

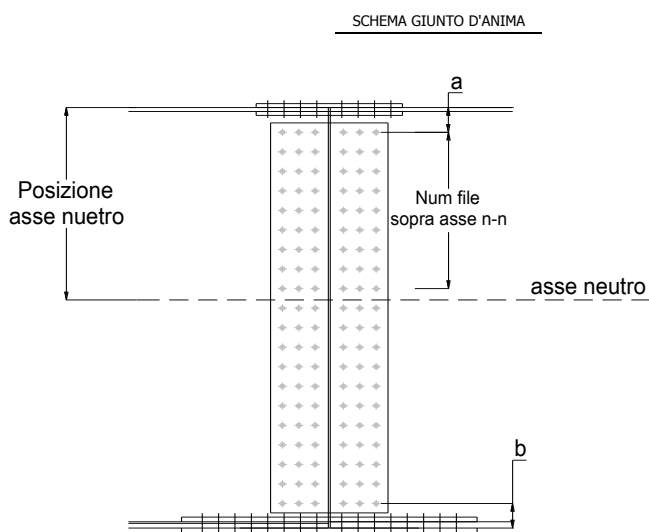
 Foglio
10 di 17

 COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	122
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	401.700
	Azione anima sup. S_{av} (daN) (SLU)	255.443
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	281.729
	Azione max bulloni sup. (daN)	18.570
	Azione max bulloni inf. (daN)	19.198
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.725
Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	20.694	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.692
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.863
	Sforzo nel coprigiunto sup.(daN/cm ²)	1.420
	Sforzo nel coprigiunto inf.(daN/cm ²)	1.556
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	820.502
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.070.071
	Scorrimento superiore (daN)	315.634
	Scorrimento inferiore (daN)	355.186
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	60	0	4	11	11	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-82	0	-31	-51	-51	
totale	142	0	35	62	62	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	5	124	121	-140	-144

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	139	100

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 42,25

Luce Campata - L i+1 (m) 50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,228	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	20,56	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	27,87	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	20,08	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

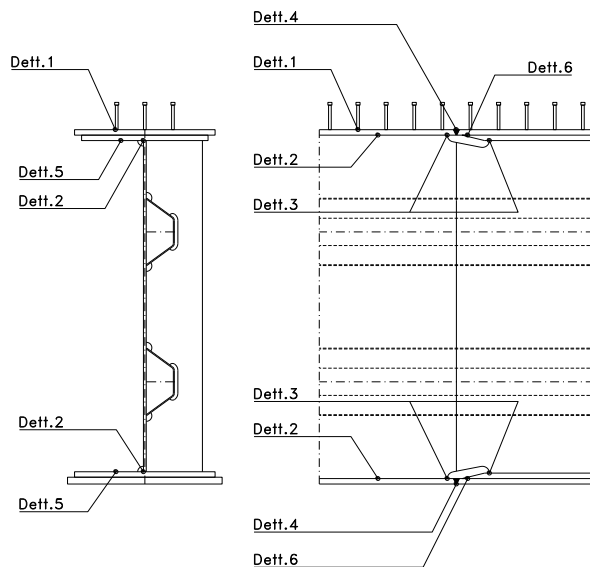
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,00	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,93	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	30,75	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

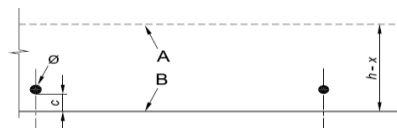
$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,75	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	4.776	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	24	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	6.076,72	[mm ²]

	nf.2	24	[-]
	φφ.2	18	[mm]
	Asf.2	6.076,72	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	189,23	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	131,83	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

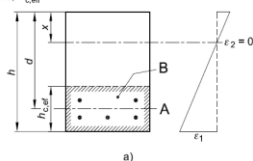
αe	6,24	[-]
As	12.153	[mm ²]
Ac,eff.1	955.200	[mm ²]
Ac,eff.2	525.360	[mm ²]
Ac,eff.3	788.040	[mm ²]
Ac,eff.min	525.360	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

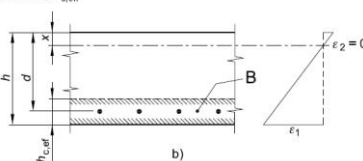
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

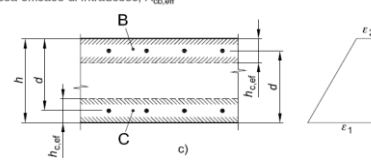
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Fattore di durata del carico

kt	0,40	[-]
----	------	-----

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000541	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000609	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000609	

QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000377	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000336	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000377	

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,26	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,16	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.433	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 135,17 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-258,49	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	243,14	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	107,56	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0

b1=30xt1= 540 t1 = 18

b/t = 10,60 <= 12,00 OK

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,939	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,941	
δ	AL/(hw tw)	0,151	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,669	

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ $\gamma(L,\sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 112.166.856$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		52,70	6,59

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 360 t = 18 b2 = 419,4

b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.352.171.362 > 64.773.691$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,43

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.433
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ ₁ = -258,5	σ ₂ = 243,14
	τ= 107,6	γ _n (mm)= 1.253,7

Deve essere verificata la disuguaglianza: **ocr,red/oid >= β*v**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ1	-258,5	-84,2	87,6		
σ2	-89,3	82,4	256,7		
σ1*	258,5	84,2	-87,6		
σ2*	89,3	-82,4	-256,7		
τ	107,6	107,6	107,6		
ψ	0,35	-0,98	2,93		
oid	318,63	204,43	205,86		
ocr,o	89,61	92,41	89,61		
kσ	5,811	-	2,084		
kσ	-	16,724	-		
kσ	-	-	-		
kτ	5,856	5,840	5,856		
ocr	520,73	-	186,71		
ocr	-	1545,43	-		
ocr	-	-	-		
τcr	524,75	539,67	524,75		
ocr,id	574,14	988,43	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
ocr,red	341,11	350,39	349,54		
ocr,red/oid	1,07	1,71	1,70		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
β*v	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio

per la ocr compaiono solo i casi corrispondenti da kσ

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.941	Msd= 22.481
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd = 28.359	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M'rd = 40.755	kNm
Spessore equivalente anima:	twe2 = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
τ* = τcr,min	524,75	bs	900	bi	800
σtd	-552,81	ts	35	ti	32
θ	0,817	Nfd	11.497.695		
φ	0,545	Mfs	5.593.644	Mfi	43.666.584
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw twe2 τ*	=	22.980.800	N
Vt	=	0	N
VRd	=	22.980.800	N
Verifica=	22.980.800	N	>= 3.940.677

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.703	mm
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr=	4.596.160	N
Area = A=	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J=	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	154,34	mm
Snellezza = λ=	11,03	
Sforzo critico euleriano = ocr=	17.022	N/mm ²
Forza critica euleriana = NcrE=	249.829.718	N
Carico resistente a instabilità = NRd=	5.210.406	N

NRd =	5.210.406	>=	Nird =	4.596.160
-------	-----------	----	--------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 112.992.103 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 225.984.207 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

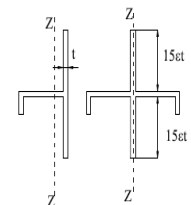
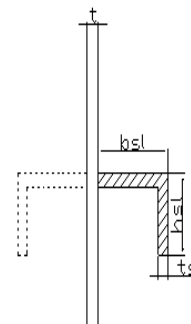


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

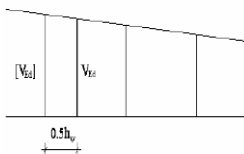
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.941 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2$ 516,99 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 516,99 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 5,98 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_y 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,2
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C5
FRAME	207
JOINT	219
num. Travi	2

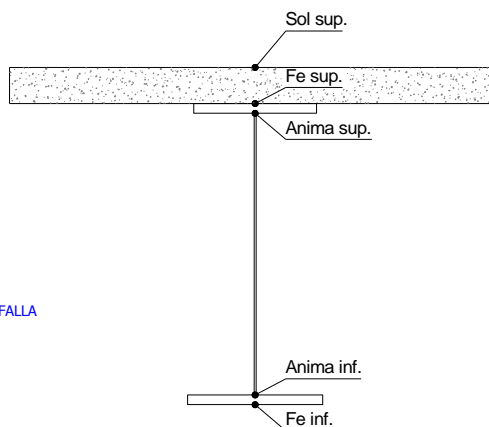
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

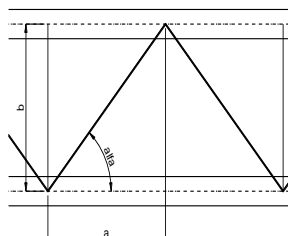
2L 150x15 A FARFALLA



SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	477,6

diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	23,88	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	48,01		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	23,88	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	36,76		

COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04



TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15
PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3

SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	7
	Altezza gola anima inf. (mm)	7
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Larghezza gola anima sup. (mm)	10
Larghezza gola anima inf. (mm)	10
Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	1.009	117,9	10.793.230	3.966.352	0	81.702	91.549	83.731	94.350
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.887	21.625.931	12.286.469	3.848.842	350.632	114.834	369.819	117.009
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.237	26.825.837	13.645.030	2.742.251	956.622	120.860	1.079.847	122.796
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.989	22.258.080	12.500.618	3.671.946	386.686	115.663	409.448	117.806
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.740	20.575.989	11.880.058	4.195.372	300.283	113.380	314.993	115.610

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	47	0	8	11	11			11	11	
Peso proprio soletta	202	0	34	42	42			42	42	
Permanenti	130	0	15	30	30			30	30	
Effetti primari del ritiro	385	503	0	0	0			0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0			0	0	
Accidentali mezzi + folla	805	0	84	212	212			212	212	
Vento	9	0	0	16	16			16	16	
Deformazioni termiche primarie	318	675	0	0	0			0	0	
Deformazioni termiche secondarie	409	0	0	48	48			48	48	
Cedimenti	31	0	3	7	7			7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	58	56	-50	-51	0	78	76	-67	-69
Peso proprio soletta	0	247	241	-214	-221	0	411	401	-356	-367
Permanenti	3	37	35	-111	-113	5	467	454	-523	-537
Effetti primari del ritiro	-10	353	347	-74	-80	-7	890	871	-612	-633
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	890	871	-612	-633
Accidentali mezzi + folla	29	84	75	-656	-666	32	1.004	971	-1.497	-1.532
Vento	0	1	1	-7	-7	33	1.005	972	-1.503	-1.539
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-242	-238	50	54	37	831	801	-1.467	-1.500
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	43	38	-333	-338	47	861	828	-1.707	-1.744
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	242	238	-50	-54	29	1.179	1.144	-1.539	-1.578
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-43	-38	333	338	18	1.148	1.116	-1.300	-1.334
Cedimenti	1	10	10	-27	-27	48	1.191	1.155	-1.739	-1.776

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	20	15	19	27	20		6,43	8,68
Peso proprio soletta	58	84	64	98	140	107		24,56	41,84
Permanenti	31	37	23	143	196	141		14,76	63,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	143	196	141		0,00	63,98
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	158	213	152		0,00	63,98
Accidentali mezzi + folla	187	207	121	411	493	314		103,66	203,92
Vento	0	0	0	411	493	314		7,82	210,96
Deformazioni termiche	0	0	0	411	493	314		23,47	227,86
Cedimenti	6	7	5	418	502	320		3,45	232,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	20	26	21	27	35	29
Peso proprio soletta	83	109	89	139	182	149
Permanenti	45	52	37	207	260	205
Effetti primari del ritiro	0	0	0	207	260	205
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	222	277	216
Accidentali mezzi + folla	291	311	224	615	697	518
Vento	8	8	8	622	704	525
Deformazioni termiche	23	23	23	639	721	542
Cedimenti	9	11	8	650	734	552

τ_{media}
645,4

Rapp τ
0,38

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	89	84
Peso proprio soletta	468	440
Permanenti	579	632
Effetti primari del ritiro	942	707
Effetti secondari del ritiro	952	717
Accidentali mezzi + folla	1.442	1.745
Vento	1.451	1.757
Deformazioni termiche	1.572	1.948
Cedimenti	1.613	1.985

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	55	82	55	82
Effetti primari del ritiro	403	565	403	565
Effetti secondari del ritiro	0	565	0	565
Accidentali mezzi + folla	171	796	171	796
Vento	2	798	2	798
Deformazioni termiche	276	997	276	997
Cedimenti	15	1.015	15	1.015

Rapp σ sup
0,48

Rapp σ inf
0,59

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	58	56	-50	-51	0	58	56	-50	-51
Peso proprio soletta	0	247	241	-214	-221	0	305	297	-264	-272
Permanenti	3	37	35	-111	-113	3	342	333	-375	-385
Effetti primari del ritiro	-10	353	347	-74	-80	-7	695	680	-449	-465
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	695	680	-449	-465
Accidentali mezzi + folla	29	84	75	-656	-666	23	779	754	-1.105	-1.131
Vento	0	1	1	-7	-7	23	779	754	-1.109	-1.136
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-242	-238	50	54	26	634	612	-1.079	-1.103
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	43	38	-333	-338	35	660	635	-1.279	-1.306
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	242	238	-50	-54	19	924	898	-1.139	-1.168
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-43	-38	333	338	10	899	875	-939	-965
Cedimenti	1	10	10	-27	-27	36	935	907	-1.306	-1.334

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	20	15	14	20	15		6,43	6,43
Peso proprio soletta	58	84	64	72	104	79		24,56	30,99
Permanenti	31	37	23	103	141	102		14,76	45,75
Effetti primari del ritiro	0	0	0	103	141	102		0,00	45,75
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	115	156	111		0,00	45,75
Accidentali mezzi + folla	187	207	121	302	363	231		103,66	149,41
Vento	0	0	0	302	363	231		7,82	157,24
Deformazioni termiche	0	0	0	302	363	231		23,47	180,71
Cedimenti	6	7	5	308	370	236		3,45	184,15

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	20	26	21	20	26	21
Peso proprio soletta	83	109	89	103	135	110
Permanenti	45	52	37	149	186	147
Effetti primari del ritiro	0	0	0	149	186	147
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	161	201	156
Accidentali mezzi + folla	291	311	224	452	512	381
Vento	8	8	8	456	517	386
Deformazioni termiche	23	23	23	471	531	400
Cedimenti	9	11	8	480	542	408

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	66	62
Peso proprio soletta	347	326
Permanenti	420	454
Effetti primari del ritiro	727	517
Effetti secondari del ritiro	735	525
Accidentali mezzi + folla	1.087	1.287
Vento	1.093	1.294
Deformazioni termiche	1.212	1.454
Cedimenti	1.231	1.484

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	40	cm
Spessore	t	3,2	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12,50	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	39,100	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	3,200	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,806	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,951	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.433	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	115,5	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-173,7	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	16,5	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	39,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,2	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,806	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,951	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	138	mm	b_2 =	1.588	mm
ψ_1 =	0,143	-	ψ_2 =	-10,537	-	b_{2t} =	1.450	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,875	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,752	-	λ_{p2} =	0,068	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	338	[mm]	$b_{2,sup}$	55	mm			
$b_{1,inf}$	483	[mm]	$b_{2,lat}$	83	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	138	mm			
$b_{1,lat,eff}$	338	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	55	mm			
$b_{1,inf,eff}$	483	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	83	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	16.754	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	56	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.924	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.600	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.433	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.511	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.840	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	18.599	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	16.129	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	16.754	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,039	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,141	[-]	snellezza
ψ	-1,504	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	16.754	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.924	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	16.754	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.825	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	18.504	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,139	[-]	snellezza
i	84	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	56	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	86	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	86	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,581	[-]	
Φ	0,492	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 24.321 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.063	119	10.720.168	3.966.352	0	81.998	89.886	84.056	92.604
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.941	21.614.045	12.286.469	3.798.597	343.753	115.507	362.186	117.709
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.290	27.028.948	13.645.030	2.707.286	922.528	122.469	1.035.640	124.442
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.043	22.265.896	12.500.618	3.623.295	378.611	116.459	400.398	118.631
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.793	20.535.360	11.880.058	4.142.474	294.983	113.842	309.195	116.095

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{q1} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{q1} (cm)			
Peso proprio acciaio	47	0	8	11	11	1,37	11	11	
Peso proprio soletta	202	0	34	42	42	1,37	42	42	
Permanenti	130	0	15	30	30	-1,20	30	30	
Effetti primari del ritiro	392	503	0	0	0	-1,25	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0	-1,25	0	0	
Accidentali mezzi + folla	805	0	84	212	212	-1,26	212	212	
Vento	9	0	0	16	16	-1,26	16	16	
Deformazioni termiche primarie	326	675	0	0	0	-1,26	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	409	0	0	48	48	-1,26	48	48	
Cedimenti	31	0	3	7	7	-1,09	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	57	56	-51	-52	0	77	75	-69	-71
Peso proprio soletta	0	246	240	-218	-225	0	410	400	-363	-374
Permanenti	3	38	36	-110	-113	5	467	454	-529	-543
Effetti primari del ritiro	-10	350	344	-84	-90	-7	886	867	-629	-651
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	886	867	-629	-651
Accidentali mezzi + folla	30	87	78	-647	-657	33	1.004	972	-1.502	-1.538
Vento	0	1	1	-7	-7	33	1.005	973	-1.509	-1.545
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-241	-237	57	61	37	832	802	-1.468	-1.501
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	44	39	-329	-334	48	864	831	-1.705	-1.741
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	241	237	-57	-61	29	1.178	1.143	-1.550	-1.589
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-44	-39	329	334	18	1.146	1.114	-1.313	-1.348
Cedimenti	1	11	10	-27	-27	49	1.191	1.155	-1.737	-1.774

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	20	15	19	27	21		6,43	8,68
Peso proprio soletta	58	84	65	97	140	109		24,56	41,84
Permanenti	31	37	23	144	196	143		14,76	63,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	144	196	143		0,00	63,98
Effetti secondari del ritiro	13	15	9	159	213	153		0,00	63,98
Accidentali mezzi + folla	191	207	119	417	493	314		103,66	203,92
Vento	0	0	0	417	493	314		7,82	210,96
Deformazioni termiche	0	0	0	417	493	314		23,47	227,86
Cedimenti	6	7	5	424	502	319		3,45	232,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ_{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	20	26	22	27	35	29		
Peso proprio soletta	83	109	90	139	182	151		
Permanenti	46	52	37	208	260	207		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	208	260	207		
Effetti secondari del ritiro	13	15	9	223	277	217		
Accidentali mezzi + folla	295	311	223	621	697	518		
Vento	8	8	8	628	704	525		
Deformazioni termiche	23	23	23	645	721	542		
Cedimenti	10	11	8	656	734	551	647,2	0,38

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	Rapp σ sup	Rapp σ inf
	Anima sup	Anima inf			
Peso proprio acciaio	89	85			
Peso proprio soletta	467	447			
Permanenti	579	638			
Effetti primari del ritiro	939	724			
Effetti secondari del ritiro	949	733			
Accidentali mezzi + folla	1.449	1.750			
Vento	1.459	1.762			
Deformazioni termiche	1.598	1.946			
Cedimenti	1.620	1.982		0,48	0,59

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges
		VERIFICA NON NECESSARIA	

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	57	56	-51	-52	0	57	56	-51	-52
Peso proprio soletta	0	246	240	-218	-225	0	304	296	-269	-277
Permanenti	3	38	36	-110	-113	3	341	332	-379	-390
Effetti primari del ritiro	-10	350	344	-84	-90	-7	691	676	-463	-479
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	691	676	-463	-479
Accidentali mezzi + folla	30	87	78	-647	-657	15	757	735	-948	-972
Vento	0	1	1	-7	-7	15	757	735	-948	-972
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-241	-237	57	61	19	612	593	-914	-936
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	44	39	-329	-334	28	639	616	-1.111	-1.136
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	241	237	-57	-61	12	901	877	-982	-1.009
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-44	-39	329	334	3	874	853	-785	-809
Cedimenti	1	11	10	-27	-27	29	912	887	-1.138	-1.163

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	18	15	14	18	15		6,43	6,43
Peso proprio soletta	58	76	65	72	93	81		24,56	30,99
Permanenti	31	33	23	103	127	103		14,76	45,75
Effetti primari del ritiro	0	0	0	103	127	103		0,00	45,75
Effetti secondari del ritiro	13	13	9	116	140	112		0,00	45,75
Accidentali mezzi + folla	191	187	119	259	280	201		103,66	123,50
Vento	0	0	0	259	280	201		7,82	123,50
Deformazioni termiche	0	0	0	259	280	201		23,47	137,58
Cedimenti	6	7	5	265	287	206		3,45	141,03

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	20	24	22	20	24	22
Peso proprio soletta	83	100	90	103	124	112
Permanenti	46	48	37	149	172	149
Effetti primari del ritiro	0	0	0	149	172	149
Effetti secondari del ritiro	13	13	9	161	186	158
Accidentali mezzi + folla	295	290	223	382	403	325
Vento	8	8	8	382	403	325
Deformazioni termiche	23	23	23	396	418	339
Cedimenti	10	10	8	406	428	347

T _{media}	393,53
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	9,85	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	88,72	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	22,15	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	140,52	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	212	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	22,93	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	19,13	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,151	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,118	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η	0,14
-------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

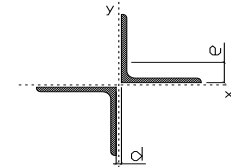
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,39
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,12
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	11,58	3.922	0	5.294	0
Peso proprio soletta	44,21	14.974	0	25.509	0
Permanenti	26,57	8.999	0	39.007	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	39.007	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	39.007	0
Accidentali mezzi	186,58	63.194	0	124.319	0
Vento	14,08	4.769	0	128.612	0
Deformazioni termiche	42,25	14.308	0	138.914	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	141.435	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	141.435
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,76
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,64

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.644,59 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.644,59 (daN/cm ²)	σ_1	1.644,59 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.644,59 (daN/cm ²)	σ_2	1.644,59 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.643,65 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.643,65 (daN/cm ²)	σ_1	1.643,65 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.643,65 (daN/cm ²)	σ_2	1.643,65 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	1.643,65 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	296	296
Effetti primari del ritiro	0	296
Effetti secondari del ritiro	123	419
Accidentali mezzi + folla	2.105	2.524
Vento	0	2.524
Deformazioni termiche	0	2.524
Cedimenti	55	2.579

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	18	24	19	26	0	0	0	0
Peso proprio soletta	74	124	81	136	0	0	0	0
Permanenti	39	183	29	179	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	183	0	179	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	16	201	11	193	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	238	523	154	400	0	0	0	0
Vento	0	523	0	400	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	523	0	400	0	0	0	0
Cedimenti	8	532	6	407	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G5

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,50
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	300.361	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	235.782	
	Sforzo di taglio (daN)	150.180	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	353.788	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.448.541	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.291.328	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	803.727	865.524
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.226		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.129		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	553.729	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	415.689	
	Sforzo di taglio (daN)	276.864	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	675.118	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.437.448	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.839.627	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	678.586	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	771.120	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.615.680	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	1.007.597	1.065.000
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.845		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.759		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

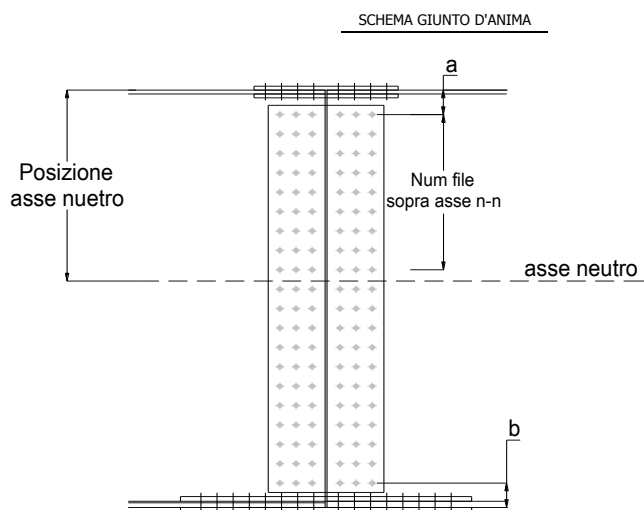
 Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA
DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a		cm	17,5
	Distanza b		cm	17,5
	Spessore anima		cm	1,8
	Spessore coprighiunto		cm	1,2
	Numero di file			26
	Bulloni per file			2
	Bulloni totali			52
	Diametro bulloni		cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)		cm ²	4,59
	Classe bulloni			10.9
	Ftb		daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni			2
	Asse neutro rispetto ala sup.		cm	100
	Numero file sopra l'asse neutro			10
	Distanza dal bordo e1		cm	6,0
	Distanza dal bordo e2		cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1		cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2		cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ			0,30
Res. di attrito bullone SLU		daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone		daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		203.400
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		101.019
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		228.780
	Azione max bulloni sup. (daN)		9.019
	Azione max bulloni inf. (daN)		13.232
	Azione verticale sul bullone (daN)		3.912
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)		13.798

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		823
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		1.274
	Sforzo nel coprighiunto sup. (daN/cm ²)		710
	Sforzo nel coprighiunto inf. (daN/cm ²)		1.046
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		683.752
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		891.726
	Scorrimento superiore (daN)		127.769
	Scorrimento inferiore (daN)		260.783
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	181	0	13	11	11	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-21	0	-21	-48	-48	
totale	202	0	34	59	59	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	7	21	19	-164	-167

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	131	97

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Luce Campata - L i (m)	50,7	Luce Campata - L i+1 (m)	50,7
------------------------	------	--------------------------	------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	3,49	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	26,18	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	19,33	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

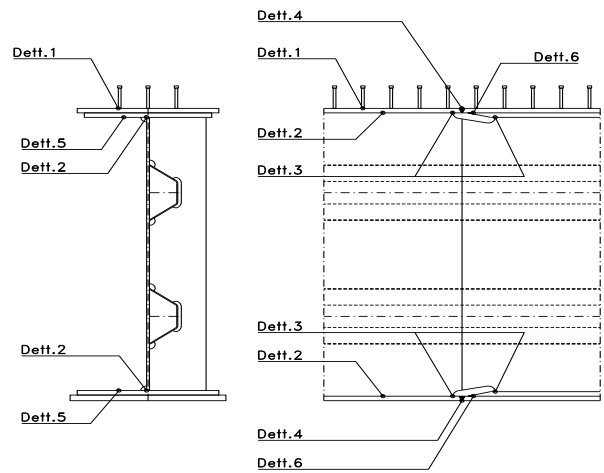
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	32,90	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,93	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	35,75	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	33,43	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.433	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 135,17 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-115,50	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	173,67	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	64,72	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,939	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,504	
δ	AL/(hw tw)	0,151	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,669	

0,939

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,70	3,80

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,70 $\gamma(L,\sigma)$ 3,80

$I_t = 155.080.208 > 112.166.856$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw³**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,43

0,939

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,43

$I_t = 1.352.171.362 > 64.773.691$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.433
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -115,5	σ_2 = 173,67
	τ = 64,7	y_n (mm)= 971,8

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-115,5	-15,0	84,0		
σ_2	-18,0	81,0	181,5		
σ_1^*	115,5	15,0	-84,0		
σ_2^*	18,0	-81,0	-181,5		
τ	64,7	64,7	64,7		
ψ	0,16	-5,40	2,16		
σ_{id}	160,96	113,10	140,08		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	6,690	-	2,576		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	599,48	-	230,83		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	670,63	998,23	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	344,89	350,48	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	2,14	3,10	2,50		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.995	Msd= 21.498
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 28.359	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 40.862	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs	800	bi	900
σ_{td}	-552,81	ts	32	ti	35
θ	0,817	Nfd	11.497.695		
ϕ	0,545	Mfs	43.666.584	Mfi	5.593.644
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t _{we2} τ^* =	22.980.800	N
Vt =	0	N
Vrd =	22.980.800	N
Verifica=	22.980.800	N
	>=	1.995.354

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.703	mm
Sforzo normale = N _{rd} =V _{rd} -0,8*V _{cr} =	4.596.160	N
Area = A=	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J=	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	154,34	mm
Snellezza = λ =	11,03	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	17.022	N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE} =	249.829.718	N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd} =	5.210.406	N

N _{Rd} =	5.210.406	>=	N _{rd} =	4.596.160
-------------------	-----------	----	-------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)
 a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale					
Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 112.992.103 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 225.984.207 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

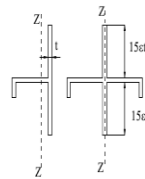


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	32	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	35	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	25.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	31.500	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	32	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	799	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	597,84	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.534	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	22.998	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	21.903	[kNm]
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M _{f,red}	9.771	[kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.995	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	10.693	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	21.498	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 2,20$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6.900$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,29$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

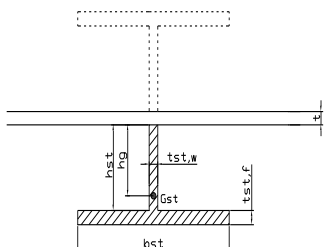
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	18	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I _{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

$\sqrt{2}$

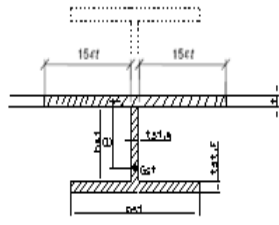


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	18.503,87	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	18.599,18	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
Ac,eff	16.754	[mm ²]



>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

σ_{max}	115,50	[MPa]
N _{Ed}	967,48	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,34	[MPa]
e _{max}	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.049.852 \text{ [mm}^4\text{]}$$

I_s = 185.361.840 [mm⁴] ≥ I_{st} = 2.049.852 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

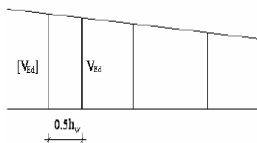
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.995 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 213,40 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 213,40 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 2,46 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] -$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,8
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C5
FRAME	208
JOINT	219
num. Travi	2

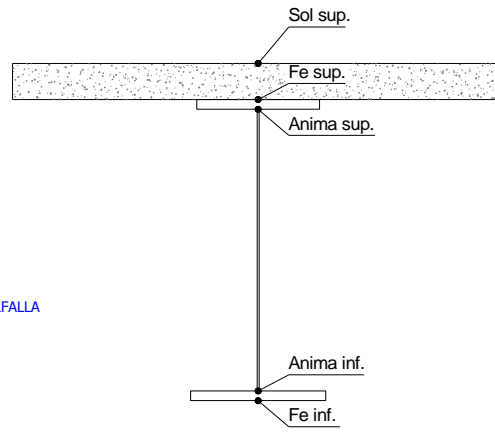
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 150x15 A FARFALLA



SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	485,3

diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,27	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	48,79		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,27	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	37,35		

COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04

TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15
------	---------------------------------------	----

PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3



SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6
	Altezza gola anima inf. (mm)	6
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Larghezza gola anima sup. (mm)	8
Larghezza gola anima inf. (mm)	8
Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	742	116,9	7.763.463	3.914.469	0	58.345	66.390	59.462	68.018
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.634	200,1	17.234.230	11.871.851	3.503.469	345.456	86.123	363.681
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.005	231,5	20.852.868	13.129.645	2.528.704	1.129.751	90.061	1.306.739
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.737	204,2	17.699.997	12.071.292	3.355.806	386.462	86.680	408.775
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.484	193,1	16.442.749	11.492.485	3.788.139	289.230	85.130	302.534

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	47	0	8	11	11			11	11	
Peso proprio soletta	202	0	34	42	42			42	42	
Permanenti	130	0	15	30	30			30	30	
Effetti primari del ritiro	331	511	0	0	0			0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0			0	0	
Accidentali mezzi + folla	805	0	84	212	212			212	212	
Vento	9	0	0	16	16			16	16	
Deformazioni termiche primarie	257	686	0	0	0			0	0	
Deformazioni termiche secondarie	409	0	0	48	48			48	48	
Cedimenti	31	0	3	7	7			7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	81	79	-69	-71	0	109	107	-93	-96
Peso proprio soletta	0	346	340	-297	-304	0	576	565	-494	-506
Permanenti	4	38	36	-149	-151	6	633	619	-717	-733
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-83	-88	-4	1.089	1.069	-817	-838
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	1.089	1.069	-817	-838
Accidentali mezzi + folla	32	71	62	-883	-894	39	1.185	1.153	-2.009	-2.045
Vento	0	1	1	-10	-10	39	1.186	1.153	-2.018	-2.054
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	54	57	42	1.005	975	-1.979	-2.013
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	36	31	-449	-454	54	1.031	997	-2.302	-2.340
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-54	-57	37	1.366	1.332	-2.056	-2.095
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-36	-31	449	454	25	1.340	1.309	-1.733	-1.768
Cedimenti	1	11	10	-36	-36	55	1.379	1.344	-2.345	-2.384

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	17	25	19	23	34	26		8,27	11,17
Peso proprio soletta	72	108	81	120	180	135		31,58	53,80
Permanenti	40	48	28	180	251	177		18,98	82,26
Effetti primari del ritiro	0	0	0	180	251	177		0,00	82,26
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	199	274	190		0,00	82,26
Accidentali mezzi + folla	243	267	148	528	634	390		133,27	262,18
Vento	0	0	0	528	634	390		10,06	271,24
Deformazioni termiche	0	0	0	528	634	390		30,18	292,96
Cedimenti	8	10	6	537	646	397		4,43	298,28

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	25	34	27	34	45	37
Peso proprio soletta	104	140	113	174	234	189
Permanenti	59	67	47	262	334	259
Effetti primari del ritiro	0	0	0	262	334	259
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	282	357	272
Accidentali mezzi + folla	377	400	282	790	896	652
Vento	10	10	10	799	906	661
Deformazioni termiche	30	30	30	821	927	683
Cedimenti	12	14	10	836	944	695

τ_{media}
824,9

Rapp τ
0,48

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	122	113
Peso proprio soletta	641	593
Permanenti	768	846
Effetti primari del ritiro	1.162	932
Effetti secondari del ritiro	1.176	943
Accidentali mezzi + folla	1.789	2.305
Vento	1.802	2.320
Deformazioni termiche	1.933	2.588
Cedimenti	1.975	2.636

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	60	89	60	89
Effetti primari del ritiro	434	611	434	611
Effetti secondari del ritiro	0	611	0	611
Accidentali mezzi + folla	183	858	183	858
Vento	2	860	2	860
Deformazioni termiche	287	1.066	287	1.066
Cedimenti	16	1.086	16	1.086

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,58	0,78

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	81	79	-69	-71	0	81	79	-69	-71
Peso proprio soletta	0	346	340	-297	-304	0	427	419	-366	-375
Permanenti	4	38	36	-149	-151	4	464	455	-515	-526
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-83	-88	-4	845	830	-598	-614
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	845	830	-598	-614
Accidentali mezzi + folla	32	71	62	-883	-894	27	916	892	-1.481	-1.508
Vento	0	1	1	-10	-10	28	916	892	-1.487	-1.514
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	54	57	30	766	743	-1.454	-1.480
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	36	31	-449	-454	40	787	762	-1.724	-1.752
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-54	-57	25	1.067	1.041	-1.519	-1.548
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-36	-31	449	454	16	1.045	1.022	-1.250	-1.276
Cedimenti	1	11	10	-36	-36	40	1.078	1.051	-1.759	-1.788

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	17	25	19	17	25	19		8,27	8,27
Peso proprio soletta	72	108	81	89	133	100		31,58	39,85
Permanenti	40	48	28	129	181	128		18,98	58,83
Effetti primari del ritiro	0	0	0	129	181	128		0,00	58,83
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	145	200	139		0,00	58,83
Accidentali mezzi + folla	243	267	148	388	467	287		133,27	192,10
Vento	0	0	0	388	467	287		10,06	202,16
Deformazioni termiche	0	0	0	388	467	287		30,18	232,34
Cedimenti	8	10	6	396	476	293		4,43	236,77

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	25	34	27	25	34	27
Peso proprio soletta	104	140	113	129	173	140
Permanenti	59	67	47	188	240	187
Effetti primari del ritiro	0	0	0	188	240	187
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	204	259	198
Accidentali mezzi + folla	377	400	282	581	659	479
Vento	10	10	10	587	665	485
Deformazioni termiche	30	30	30	605	683	503
Cedimenti	12	14	10	617	697	513

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	90	84
Peso proprio soletta	475	439
Permanenti	559	608
Effetti primari del ritiro	891	679
Effetti secondari del ritiro	902	689
Accidentali mezzi + folla	1.344	1.697
Vento	1.352	1.708
Deformazioni termiche	1.477	1.931
Cedimenti	1.499	1.971

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		174	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	34,300	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,905	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,875	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.447	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	139,0	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-234,0	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	12,0	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	78	mm	b_2 =	1.602	mm
ψ_1 =	0,087	-	ψ_2 =	-19,460	-	b_{2t} =	1.523	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,215	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,944	-	λ_{p2} =	0,049	-			
ρ_1 =	0,869	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	334	[mm]	$b_{2,sup}$	31	mm			
$b_{1,inf}$	487	[mm]	$b_{2,lat}$	47	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	713	[mm]	$b_{2,eff}$	78	mm			
$b_{1,lat,eff}$	290	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	31	mm			
$b_{1,inf,eff}$	423	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	47	mm			
$x_{1,eff}$	108	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.225	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	65	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.777	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.614	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.447	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.049	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	3.016	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	30.688	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.600	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.330	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,980	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,106	[-]	snellezza
ψ	-1,683	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	14.225	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.777	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.330	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,937	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	3.008	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	30.607	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,104	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	65	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	75	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	75	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,567	[-]	
Φ	0,478	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 18.049 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animasup}$ (cm ³)	$W_{animaint}$ (cm ³)
Sezione metallica	771	116	7.397.882	3.914.469	0	55.011	64.040	56.053	65.630
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.663	17.247.779	11.871.851	3.418.707	331.623	87.114	348.368	88.364
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.035	21.118.008	13.129.645	2.489.893	1.059.901	91.787	1.211.971	92.918
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.767	17.742.830	12.071.292	3.277.990	370.677	87.778	391.104	89.011
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.513	16.408.776	11.492.485	3.690.068	277.891	85.931	290.177	87.210

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{kl} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{kl} (cm)			
Peso proprio acciaio	47	0	8	11	11	-1,42	11	11	
Peso proprio soletta	202	0	34	42	42	-1,42	42	42	
Permanenti	130	0	15	30	30	-2,12	30	30	
Effetti primari del ritiro	342	511	0	0	0	-2,07	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0	-2,07	0	0	
Accidentali mezzi + folla	805	0	84	212	212	-1,47	212	212	
Vento	9	0	0	16	16	-1,47	16	16	
Deformazioni termiche primarie	267	686	0	0	0	-1,47	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	409	0	0	48	48	-1,47	48	48	
Cedimenti	31	0	3	7	7	-2,20	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	85	84	-72	-73	0	115	113	-97	-99
Peso proprio soletta	0	367	360	-308	-315	0	611	600	-512	-525
Permanenti	4	39	37	-147	-149	6	670	656	-733	-749
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-95	-100	-4	1.128	1.108	-846	-869
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	1.128	1.108	-846	-869
Accidentali mezzi + folla	32	76	66	-866	-877	40	1.231	1.198	-2.016	-2.053
Vento	0	1	1	-10	-10	40	1.231	1.198	-2.025	-2.062
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	61	65	43	1.050	1.020	-1.981	-2.015
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	39	34	-440	-446	55	1.078	1.044	-2.298	-2.336
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-61	-65	38	1.412	1.377	-2.069	-2.108
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-39	-34	440	446	26	1.384	1.353	-1.752	-1.788
Cedimenti	1	11	11	-36	-36	56	1.426	1.390	-2.340	-2.379

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	18	25	20	24	34	27		8,27	11,17
Peso proprio soletta	77	108	84	128	180	140		31,58	53,80
Permanenti	41	48	27	189	251	181		18,98	82,26
Effetti primari del ritiro	0	0	0	189	251	181		0,00	82,26
Effetti secondari del ritiro	17	19	11	209	274	194		0,00	82,26
Accidentali mezzi + folla	250	267	146	547	634	390		133,27	262,18
Vento	0	0	0	547	634	390		10,06	271,24
Deformazioni termiche	0	0	0	547	634	390		30,18	292,96
Cedimenti	8	10	6	557	646	397		4,43	298,28

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ_{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	26	34	28	35	45	38		
Peso proprio soletta	108	140	115	181	234	194		
Permanenti	60	67	46	272	334	263		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	272	334	263		
Effetti secondari del ritiro	17	19	11	292	357	276		
Accidentali mezzi + folla	383	400	279	809	896	653		
Vento	10	10	10	818	906	662		
Deformazioni termiche	30	30	30	840	927	683		
Cedimenti	12	14	10	855	944	695	831,4	0,48

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	129	117	
Peso proprio soletta	677	612	
Permanenti	807	863	
Effetti primari del ritiro	1.204	961	
Effetti secondari del ritiro	1.218	972	
Accidentali mezzi + folla	1.843	2.311	
Vento	1.856	2.327	
Deformazioni termiche	2.003	2.585	
Cedimenti	2.031	2.632	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	85	84	-72	-73	0	85	84	-72	-73
Peso proprio soletta	0	367	360	-308	-315	0	453	444	-379	-389
Permanenti	4	39	37	-147	-149	4	492	482	-527	-538
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-95	-100	-4	874	858	-621	-638
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	874	858	-621	-638
Accidentali mezzi + folla	32	76	66	-866	-877	20	931	908	-1.271	-1.296
Vento	0	1	1	-10	-10	20	931	908	-1.271	-1.296
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	61	65	22	780	759	-1.234	-1.257
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	39	34	-440	-446	32	803	780	-1.498	-1.524
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-61	-65	18	1.081	1.057	-1.308	-1.335
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-39	-34	440	446	8	1.058	1.037	-1.044	-1.067
Cedimenti	1	11	11	-36	-36	33	1.092	1.068	-1.534	-1.560

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	18	23	20	18	23	20		8,27	8,27
Peso proprio soletta	77	97	84	95	120	104		31,58	39,85
Permanenti	41	43	27	136	163	131		18,98	58,83
Effetti primari del ritiro	0	0	0	136	163	131		0,00	58,83
Effetti secondari del ritiro	17	17	11	152	180	142		0,00	58,83
Accidentali mezzi + folla	250	240	146	340	360	251		133,27	158,78
Vento	0	0	0	340	360	251		10,06	158,78
Deformazioni termiche	0	0	0	340	360	251		30,18	176,89
Cedimenti	8	9	6	348	369	257		4,43	181,32

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	26	31	28	26	31	28
Peso proprio soletta	108	129	115	134	160	144
Permanenti	60	62	46	194	222	190
Effetti primari del ritiro	0	0	0	194	222	190
Effetti secondari del ritiro	17	17	11	211	239	201
Accidentali mezzi + folla	383	373	279	499	519	410
Vento	10	10	10	499	519	410
Deformazioni termiche	30	30	30	517	537	428
Cedimenti	12	13	10	529	550	438

T _{media}	505,67
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	147,39	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	201	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,285	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,213	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,26
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

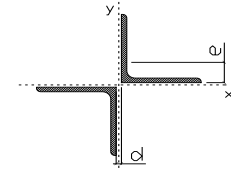
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,39
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,12
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	11,58	3.922	0	5.294	0
Peso proprio soletta	44,21	14.974	0	25.509	0
Permanenti	26,57	8.999	0	39.007	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	39.007	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	39.007	0
Accidentali mezzi	186,58	63.194	0	124.319	0
Vento	14,08	4.769	0	128.612	0
Deformazioni termiche	42,25	14.308	0	138.914	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	141.435	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	141.435
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,76
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,64

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.644,59 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.644,59 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.644,59 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.644,59 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.644,59 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ε (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\varepsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ε	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.643,65 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.643,65 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.643,65 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.643,65 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.643,65 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ε (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,52 (-)	λp	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.643,65 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	645	645
Effetti primari del ritiro	0	645
Effetti secondari del ritiro	266	911
Accidentali mezzi + folla	4.381	5.292
Vento	0	5.292
Deformazioni termiche	0	5.292
Cedimenti	121	5.413

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	21	28	24	32	0	0	0	0
Peso proprio soletta	89	149	100	167	0	0	0	0
Permanenti	49	223	34	218	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	223	0	218	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	20	247	14	235	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	301	653	184	483	0	0	0	0
Vento	0	653	0	483	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	653	0	483	0	0	0	0
Cedimenti	10	665	7	491	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G5

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	2,80
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)		238.290
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		186.249
	Sforzo di taglio (daN)		119.145
	Resistenza coprighiunto R_{dcrig} (daN)		353.788
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.131.672
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		1.790.100
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		400.982
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		455.662
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		954.720
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	536.112	591.667
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)			1.439
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)			1.325

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)		529.617
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		397.368
	Sforzo di taglio (daN)		264.809
	Resistenza coprighiunto R_{dcrig} (daN)		675.118
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.949.959
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		2.271.702
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		678.586
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		771.120
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		1.615.680
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	703.261	757.333
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)			2.503
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)			2.387

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

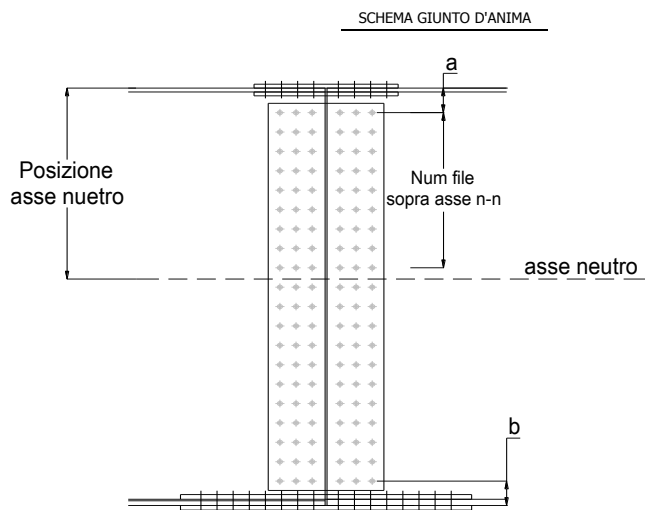
Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	92
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	203.400
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	83.864
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	255.375
	Azione max bulloni sup. (daN)	8.249
	Azione max bulloni inf. (daN)	14.032
	Azione verticale sul bullone (daN)	3.912
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	14.567

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	996
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.671
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)	691
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)	1.066
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	693.565
	Scorrimento superiore (daN)	114.688
	Scorrimento inferiore (daN)	284.401
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	181	0	13	11	11
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-21	0	-21	-48	-48
totale	202	0	34	59	59

valori x10⁴

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	8	18	15	-222	-224

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	166	119

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m) 50,7

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	2,95	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	33,25	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	23,73	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

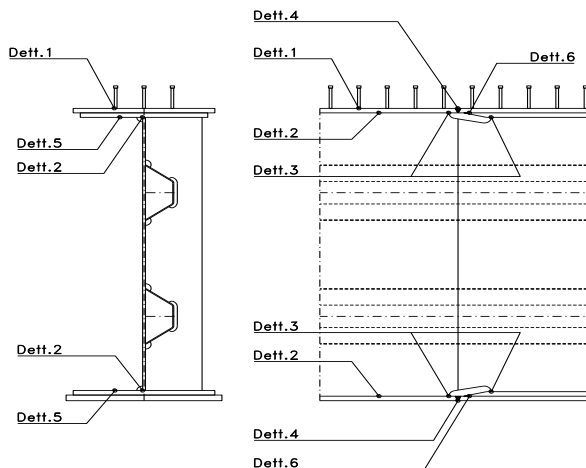
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	44,32	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,98	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	45,89	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	44,86	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.447	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,79 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-138,98	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	234,02	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	83,14	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,934	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,684	
δ	AL/(hw tw)	0,193	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,666	

0,934			
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,06	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,06 $\gamma(L,\sigma)$ 3,78

$I_t = 155.080.208 > 82.408.109$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw³**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,65

0,934		
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,65

$I_t = 859.302.562 > 30.868.354$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.447
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -139,0	σ_2 = 234,02
	τ = 83,1	y_n (mm)= 911,7

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-139,0	-10,1	116,9		
σ_2	-13,9	113,1	241,9		
σ_1^*	139,0	10,1	-116,9		
σ_2^*	13,9	-113,1	-241,9		
τ	83,1	83,1	83,1		
ψ	0,10	-11,20	2,07		
σ_{id}	200,13	144,36	185,47		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
k_{σ}	7,000	-	2,650		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	379,45	-	143,64		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	422,48	609,59	549,82		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	328,62	342,72	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,64	2,37	1,83		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.995	Msd= 21.291
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 20.326	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 30.449	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr} + V_t		
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	317,44	bs 700	bi 800
σ_{td}	-194,17	ts 25	ti 28
θ	0,820	N_{fd} 8.217.418	
ϕ	0,546	M_{fs} 29.105.435	M_{fi} 3.777.865
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V_{cr} = h_w t_{we2} τ^* =	10.874.858	N
V_t =	0	N
V_{rd} =	10.874.858	N
Verifica=	10.343.275	N

>= 1.995.354

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b_e + t_w	14	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7 * h_w	1.713	mm
Sforzo normale = N_{rd} = V_{rd} - 0,8 * V_{cr}	2.174.972	N
Area = A	9.999	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41	mm
Inerzia = J	200.836.195	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	141,73	mm
Snellezza = λ	12,09	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	14.189	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	141.872.103	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	3.549.574	N

N_{Rd} = 3.549.574 **>=** **N_{rd} =** 2.174.972

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η_T	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta^* \varepsilon \sqrt{k_T} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/h_w$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,191	[-]

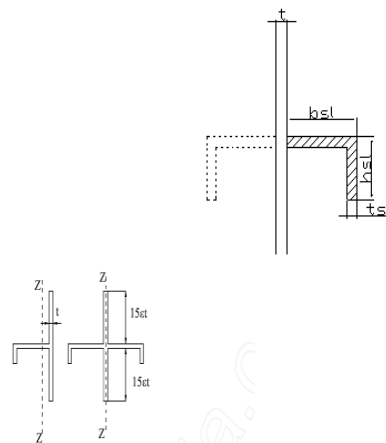


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello $hw,1$	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k_{T,1}$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λ_w	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	28	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	22.400	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.527	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	13.997	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	13.330	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = 2.593 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	1.995	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	10.866	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	21.291	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 8,21$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 4.546$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,44$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

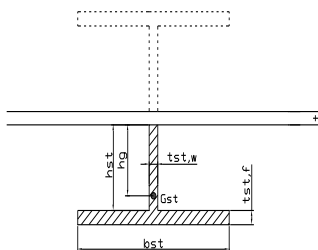
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	14	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

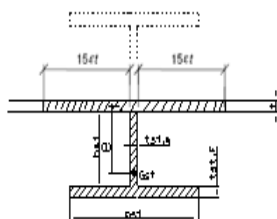
L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)



Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	30.607,00	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	30.688,11	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.330	[mm ²]



σ_{max}	138,98	[MPa]
N_{Ed}	926,27	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,32	[MPa]

$e_{max} = 266,74$ [-]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,28$ [-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 1.907.041$ [mm⁴]

$I_s = 131.913.621$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 1.907.041$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

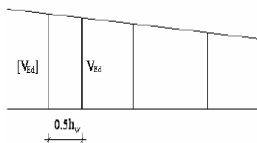
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.995 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 27,4294993 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 =$ 204,82 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 232,25 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} =$ 1,40 [-]

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,11 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] **OK**

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 11,96 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] **OK** VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 27,43 [kN]

Indice di resistenza 0,01 [-] VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI

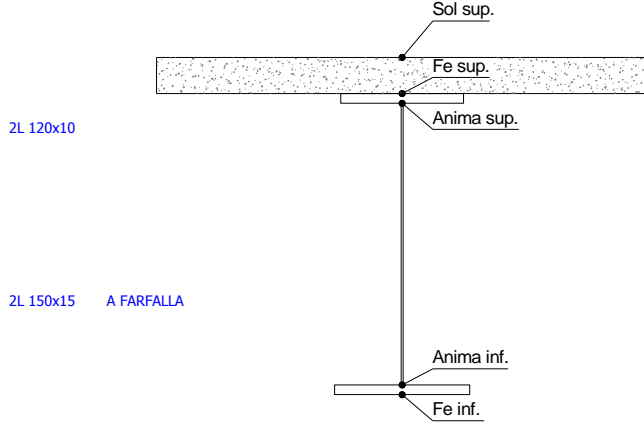
Foglio
1 di 15

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,8
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
Area controventi superiori (cm ²)		46,40
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0
Numero controventi		2
Angolo α travi princ. e controventi		47,6
Spessore equivalente t* (cm)		0,18
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	485,3
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	485,3
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
PIOLI	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	40
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6
	Altezza gola anima inf. (mm)	6
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

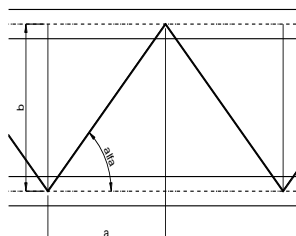
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C6
FRAME	208
JOINT	
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,27	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	48,79		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,27	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	37,35		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	742	116,9	7.763.463	3.914.469	0	58.345	66.390	59.462	68.018
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.634	200,1	17.234.230	11.871.851	3.503.469	345.456	86.123	363.681
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.005	231,5	20.852.868	13.129.645	2.528.704	1.129.751	90.061	1.306.739
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.737	204,2	17.699.997	12.071.292	3.355.806	386.462	86.680	408.775
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.484	193,1	16.442.749	11.492.485	3.788.139	289.230	85.130	302.534

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					2°Nodo				
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)				
Peso proprio acciaio	85	0	0	1	1	valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
Peso proprio soletta	335	0	0	1	1		1	1		
Permanenti	187	0	0	1	1		1	1		
Effetti primari del ritiro	331	511	0	0	0		0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0		
Accidentali mezzi + folla	976	0	62	91	91		91	91		
Vento	10	0	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche primarie	257	686	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche secondarie	372	0	3	0	0		0	0		
Cedimenti	25	0	2	2	2		2	2		

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	146	143	-125	-128	0	197	193	-169	-173
Peso proprio soletta	0	574	563	-493	-505	0	972	954	-834	-854
Permanenti	5	54	51	-214	-217	8	1.053	1.031	-1.155	-1.180
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-83	-88	-2	1.509	1.481	-1.254	-1.285
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.509	1.481	-1.254	-1.285
Accidentali mezzi + folla	39	86	75	-1.071	-1.084	50	1.626	1.582	-2.699	-2.748
Vento	0	1	1	-11	-11	51	1.627	1.583	-2.709	-2.758
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	54	57	53	1.446	1.404	-2.671	-2.717
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	33	28	-408	-413	64	1.470	1.425	-2.964	-3.015
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-54	-57	48	1.807	1.761	-2.748	-2.799
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-33	-28	408	413	38	1.784	1.741	-2.454	-2.502
Cedimenti	1	9	8	-29	-29	65	1.818	1.771	-2.999	-3.050

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	1,02
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	2,03
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Accidentali mezzi + folla	180	197	109	242	266	148		57,21	80,21
Vento	0	0	0	242	266	148		0,00	80,21
Deformazioni termiche	9	10	5	249	273	152		0,00	80,21
Cedimenti	5	6	4	255	280	156		1,27	81,73

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	3	3	3
Effetti primari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Accidentali mezzi + folla	237	254	167	323	346	228
Vento	0	0	0	323	346	228
Deformazioni termiche	9	10	5	329	353	232
Cedimenti	6	8	5	337	362	238

τ_{media}
312,1

Rapp τ
0,19

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	193	169
Peso proprio soletta	954	834
Permanenti	1.031	1.155
Effetti primari del ritiro	1.481	1.254
Effetti secondari del ritiro	1.481	1.254
Accidentali mezzi + folla	1.678	2.728
Vento	1.679	2.738
Deformazioni termiche	1.832	2.991
Cedimenti	1.865	3.027

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	86	128	86	128
Effetti primari del ritiro	434	650	434	650
Effetti secondari del ritiro	0	650	0	650
Accidentali mezzi + folla	222	950	222	950
Vento	2	952	2	952
Deformazioni termiche	287	1.158	287	1.158
Cedimenti	13	1.174	13	1.174

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,55 0,90

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	146	143	-125	-128	0	146	143	-125	-128
Peso proprio soletta	0	574	563	-493	-505	0	720	706	-617	-633
Permanenti	5	54	51	-214	-217	5	774	758	-832	-850
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-83	-88	-3	1.154	1.133	-914	-938
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.154	1.133	-914	-938
Accidentali mezzi + folla	39	86	75	-1.071	-1.084	36	1.241	1.208	-1.985	-2.021
Vento	0	1	1	-11	-11	36	1.241	1.208	-1.991	-2.028
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	54	57	38	1.090	1.060	-1.959	-1.994
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	33	28	-408	-413	47	1.110	1.077	-2.204	-2.242
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-54	-57	34	1.392	1.357	-2.024	-2.062
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-33	-28	408	413	25	1.372	1.340	-1.779	-1.814
Cedimenti	1	9	8	-29	-29	48	1.400	1.365	-2.233	-2.271

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	0,75
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	1,50
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Accidentali mezzi + folla	180	197	109	180	197	109		57,21	59,34
Vento	0	0	0	180	197	109		0,00	59,34
Deformazioni termiche	9	10	5	185	203	113		0,00	59,34
Cedimenti	5	6	4	190	209	116		1,27	60,61

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	2	2	2
Effetti primari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Accidentali mezzi + folla	237	254	167	239	256	169
Vento	0	0	0	239	256	169
Deformazioni termiche	9	10	5	244	262	172
Cedimenti	6	8	5	251	269	177

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	143	125
Peso proprio soletta	706	617
Permanenti	758	832
Effetti primari del ritiro	1.133	914
Effetti secondari del ritiro	1.133	914
Accidentali mezzi + folla	1.277	2.006
Vento	1.277	2.013
Deformazioni termiche	1.421	2.224
Cedimenti	1.433	2.254

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		174	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	34,300	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,905	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,875	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 15

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.447	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	184,5	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-300,1	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	19,5	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	98	mm	b_2 =	1.602	mm
ψ_1 =	0,106	-	ψ_2 =	-15,363	-	b_{2t} =	1.504	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,094	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,952	-	λ_{p2} =	0,062	-			
ρ_1 =	0,862	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	335	[mm]	$b_{2,sup}$	39	mm			
$b_{1,inf}$	485	[mm]	$b_{2,lat}$	59	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	707	[mm]	$b_{2,eff}$	98	mm			
$b_{1,lat,eff}$	289	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	39	mm			
$b_{1,inf,eff}$	418	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	59	mm			
$x_{1,eff}$	113	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.316	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	65	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.816	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.614	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.447	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.058	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	3.007	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	25.701	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.691	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.377	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,977	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,116	[-]	snellezza
ψ	-1,627	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	14.316	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.816	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.377	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,934	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.999	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	25.633	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,114	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	65	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	75	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	75	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,568	[-]	
Φ	0,482	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 18.244 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	770	115	7.390.816	3.914.469	0	54.919	64.032	55.959	65.624
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.663	17.247.646	11.871.851	3.418.455	331.585	87.116	348.326	88.366
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.034	21.117.654	13.129.645	2.490.100	1.060.165	91.784	1.212.319	92.914
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.766	17.742.759	12.071.292	3.277.838	370.649	87.779	391.073	89.012
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.513	16.408.473	11.492.485	3.689.605	277.839	85.934	290.121	87.213

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo		e _q (cm)
	M+N* <i>e_q</i> (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	85	0	0	1	1	-1,51
Peso proprio soletta	335	0	0	1	1	-1,51
Permanenti	187	0	0	1	1	-2,13
Effetti primari del ritiro	342	511	0	0	0	-2,07
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,07
Accidentali mezzi + folla	976	0	62	91	91	-1,46
Vento	10	0	0	0	0	-1,46
Deformazioni termiche primarie	267	686	0	0	0	-1,46
Deformazioni termiche secondarie	372	0	3	0	0	-1,46
Cedimenti	25	0	2	2	2	-2,21

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
1	1
1	1
1	1
0	0
0	0
91	91
0	0
0	0
0	0
2	2

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	155	152	-130	-133	0	209	205	-175	-179
Peso proprio soletta	0	610	599	-510	-523	0	1.032	1.013	-864	-885
Permanenti	5	56	54	-212	-215	8	1.117	1.094	-1.181	-1.207
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-95	-100	-1	1.575	1.546	-1.295	-1.327
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.575	1.546	-1.295	-1.327
Accidentali mezzi + folla	39	92	81	-1.050	-1.063	52	1.700	1.655	-2.713	-2.763
Vento	0	1	1	-11	-11	52	1.700	1.656	-2.723	-2.773
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	61	65	55	1.520	1.477	-2.679	-2.726
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	35	31	-400	-405	65	1.545	1.499	-2.967	-3.018
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-61	-65	50	1.881	1.834	-2.767	-2.819
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-35	-31	400	405	39	1.856	1.812	-2.479	-2.528
Cedimenti	1	9	9	-29	-29	66	1.892	1.845	-3.001	-3.053

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	1,02
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	2,03
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,98
Accidentali mezzi + folla	185	197	107	249	266	145		57,21	80,21
Vento	0	0	0	249	266	145		0,00	80,21
Deformazioni termiche	9	10	5	256	273	149		0,00	80,21
Cedimenti	5	6	4	262	280	153		1,27	81,73

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	3	3	3
Effetti primari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	3	3	3
Accidentali mezzi + folla	242	254	165	329	346	225
Vento	0	0	0	329	346	225
Deformazioni termiche	9	10	5	336	353	229
Cedimenti	7	8	5	344	362	235

τ_{media}
313,5

Rapp τ
0,19

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	205	175
Peso proprio soletta	1.013	864
Permanenti	1.094	1.181
Effetti primari del ritiro	1.546	1.295
Effetti secondari del ritiro	1.546	1.295
Accidentali mezzi + folla	1.751	2.741
Vento	1.751	2.750
Deformazioni termiche	1.924	2.993
Cedimenti	1.938	3.029

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,57	0,90

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	155	152	-130	-133	0	155	152	-130	-133
Peso proprio soletta	0	610	599	-510	-523	0	765	751	-640	-656
Permanenti	5	56	54	-212	-215	5	821	804	-852	-871
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-95	-100	-2	1.203	1.181	-946	-971
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.203	1.181	-946	-971
Accidentali mezzi + folla	39	92	81	-1.050	-1.063	27	1.272	1.242	-1.734	-1.768
Vento	0	1	1	-11	-11	27	1.272	1.242	-1.734	-1.768
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	61	65	29	1.121	1.093	-1.697	-1.729
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	35	31	-400	-405	38	1.142	1.111	-1.938	-1.972
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-61	-65	25	1.423	1.391	-1.771	-1.807
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-35	-31	400	405	16	1.402	1.372	-1.531	-1.564
Cedimenti	1	9	9	-29	-29	39	1.432	1.399	-1.966	-2.001

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,75	0,75
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,75	1,50
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	2,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	2,14
Accidentali mezzi + folla	185	177	107	138	133	81		57,21	45,04
Vento	0	0	0	138	133	81		0,00	45,04
Deformazioni termiche	9	9	5	144	138	84		0,00	45,04
Cedimenti	5	6	4	149	144	87		1,27	46,31

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	1	1	1	1	1	1
Peso proprio soletta	1	1	1	2	2	2
Permanenti	1	1	1	2	2	2
Effetti primari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	2	2	2
Accidentali mezzi + folla	242	234	165	183	178	126
Vento	0	0	0	183	178	126
Deformazioni termiche	9	9	5	189	183	129
Cedimenti	7	7	5	195	190	134

T_{media}
173,05

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	146,06	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	278	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,376	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,112	VERIFICA SODDISFATTA	0,34

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 15

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

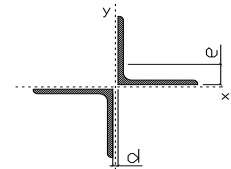
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente Φ x-x	0,910
Coefficiente Φ y-y	0,743

W _{el} di 1 controvento (cm ³)	83,54
W _{eff} di 1 controvento (cm ³)	67,99
A _{eff} di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente λ x-x	0,732
Coefficiente λ y-y	0,841
Coefficiente λ min	0,732
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{x-x} (Tab. C4.2.IV)	1,11
k_{y-x} (Tab. C4.2.IV)	0,89
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	1,05	357	0	481	0
Peso proprio soletta	1,05	357	0	963	0
Permanenti	0,89	300	0	1.413	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	1.413	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	1.413	0
Accidentali mezzi	80,09	27.126	0	38.033	0
Vento	0,00	0	0	38.033	0
Deformazioni termiche	0,00	0	0	38.033	0
Cedimenti	1,77	600	0	38.753	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	38.753
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,23
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,20

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	450,62 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	450,62 (daN/cm ²)	σ_1	450,62 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	450,62 (daN/cm ²)	σ_2	450,62 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,50			$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,50	Classe pannello verticale	3				
Classe	4	Classe pannello orizzontale	3				
		Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI A_{eff} e J_{eff}

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	556,24 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	556,24 (daN/cm ²)	σ_1	556,24 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	556,24 (daN/cm ²)	σ_2	556,24 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,67 (-)	λ_p	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				A _{eff}	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,16 (cm)	σ_N	556,24 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				J _{eff}	736,92 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 15

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0
Accidentali mezzi + folla	3.234	3.234
Vento	0	3.234
Deformazioni termiche	156	3.390
Cedimenti	81	3.471

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	222	300	135	183	0	0	0	0
Vento	0	300	0	183	0	0	0	0
Deformazioni termiche	11	308	7	188	0	0	0	0
Cedimenti	6	315	5	193	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	211	0	15	15	15	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-53	0	-18	-20	-20	
totale	264	0	33	35	35	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	10	23	20	-290	-293

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	145	98

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i (m) **50,7**

Luce Campata - L i+1 (m) **50,7**

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	3,86	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,92	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	19,68	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

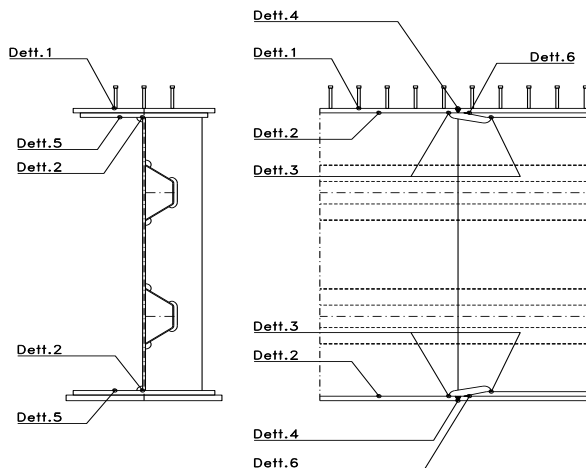
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	57,92	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,98	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	59,97	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	58,63	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
11 di 15

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'	0
------------	---

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.447	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m	1
------------	---

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,79 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-184,47	N/mmq
σ_2	tensione normale al lembo 2	300,13	N/mmq
τ	tensione tangenziale media	31,35	N/mmq

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mmq)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mmq
α	rapporto tra i lati del pannello	0,934	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,627	
δ	AL/(hw tw)	0,193	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,666	

0,934

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,06	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$	52,06	$\gamma(L,\sigma)$	3,78
------------------	-------	--------------------	------

$I_L = 155.080.208 > 82.408.109$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mmq)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_τ hw tw e1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K	1,00	γ_τ	30,65
---	------	---------------	-------

$I_L = 859.302.562 > 30.868.354$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,934

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,65

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.447
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -184,5	σ_2 = 300,13
	τ = 31,4	y_n (mm)= 931,5

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
tl	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-184,5	-17,0	147,9		
σ_2	-22,0	143,0	310,4		
σ_1^*	184,5	17,0	-147,9		
σ_2^*	22,0	-143,0	-310,4		
τ	31,4	31,4	31,4		
ψ	0,12	-8,40	2,10		
σ_{id}	192,30	56,91	157,59		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
$k\sigma$	6,890	-	2,626		
$k\sigma$	-	-	-		
$k\sigma$	-	23,900	-		
$k\tau$	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	373,51	-	142,37		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	379,03	719,45	549,82		
$0,8 \cdot fd$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	321,58	346,24	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,67	6,08	2,16		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 866	Msd= 26.336
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd = 20.326	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M'rd = 30.449	kNm
Spessore equivalente anima:	twe2 = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	25	ti	28
θ	0,820	Nfd	8.217.418		
Φ	0,546	Mfs	29.105.435	Mfi	3.777.865
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 10.874.858 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 10.874.858 \text{ N}$
 $Verifica = 6.931.677 \text{ N} \geq 865.831$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	14 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.713 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	2.174.972 N
Area = A	9.999 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41 mm
Inerzia = J	200.836.195 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	141,73 mm
Snellezza = λ	12,09
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	14.189 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	141.872.103 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	3.549.574 N

$N_{Rd} = 3.549.574 \geq N_{rd} = 2.174.972$

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio $k\tau$	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σE	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τcr	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λw	1,191	[-]

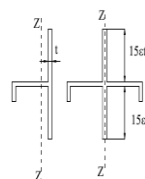


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k\tau,1$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λw	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χw (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
$\gamma M1$	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	28	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	22.400	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.527	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	13.997	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	13.330	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **2.593** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	866	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	10.866	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	26.336	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 10,16$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 4.546$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,19$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

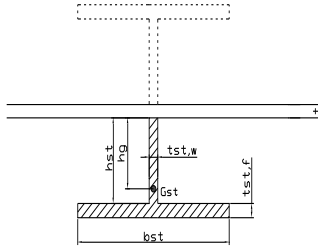
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	14	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

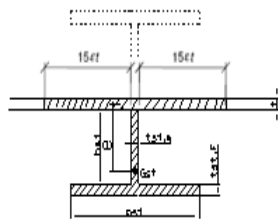
L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)



Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilinearità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	25.633,20	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	25.700,89	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	13.377	[mm ²]



σ_{max}	184,47	[MPa]
N_{Ed}	1.233,80	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,43	[MPa]

$e_{max} = 266,74$ [-]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,28$ [-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.540.202$ [mm⁴]

$I_s = 131.913.621$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.540.202$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

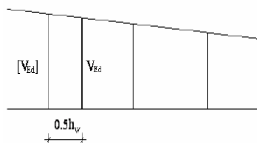
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
15 di 15

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 866 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} \cdot \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \cdot \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 272,82 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 272,82 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st}w \cdot t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 4,23 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st}w \cdot t$)	9.880	[mm ²]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	43.745	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,28	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,56	
Coefficiente di riduzione χ	0,96	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	3.053,78	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,8
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C6
FRAME	208
JOINT	223
num. Travi	2

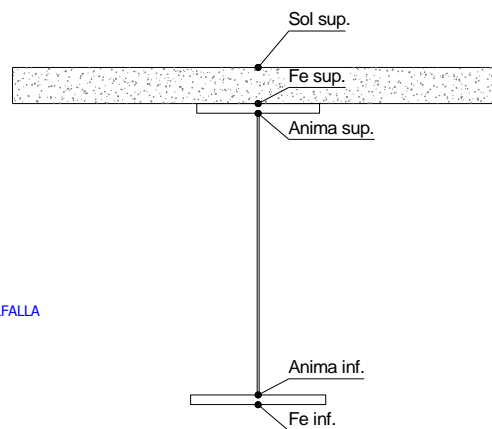
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 150x15 A FARFALLA



SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	485,3

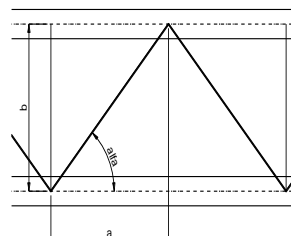
diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,27	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	48,79		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,27	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	37,35		

COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04

TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15
------	---------------------------------------	----

PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3

passo pioli (cm)



SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6
	Altezza gola anima inf. (mm)	6
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Larghezza gola anima sup. (mm)	8
Larghezza gola anima inf. (mm)	8
Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	742	116,9	7.763.463	3.914.469	0	58.345	66.390	59.462	68.018
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.634	200,1	17.234.230	11.871.851	3.503.469	345.456	86.123	363.681
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.005	231,5	20.852.868	13.129.645	2.528.704	1.129.751	90.061	1.306.739
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.737	204,2	17.699.997	12.071.292	3.355.806	386.462	86.680	408.775
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.484	193,1	16.442.749	11.492.485	3.788.139	289.230	85.130	302.534

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	73	0	4	16	16		16	16			
Peso proprio soletta	259	0	25	59	59		59	59			
Permanenti	149	0	12	36	36		36	36			
Effetti primari del ritiro	331	511	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	964	0	76	200	200		200	200			
Vento	9	0	1	7	7		7	7			
Deformazioni termiche primarie	257	686	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	363	0	3	85	85		85	85			
Cedimenti	29	0	3	7	7		7	7			

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	125	123	-107	-110	0	169	166	-145	-148
Peso proprio soletta	0	444	436	-381	-390	0	768	754	-659	-675
Permanenti	4	43	41	-171	-173	6	833	815	-915	-935
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-83	-88	-3	1.289	1.266	-1.014	-1.040
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.289	1.266	-1.014	-1.040
Accidentali mezzi + folla	38	85	74	-1.057	-1.070	48	1.404	1.365	-2.442	-2.485
Vento	0	1	1	-10	-10	48	1.405	1.366	-2.450	-2.494
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	54	57	51	1.224	1.187	-2.412	-2.453
Deformazioni termiche secondarie +DT	14	32	28	-398	-403	62	1.247	1.207	-2.699	-2.743
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-54	-57	46	1.586	1.544	-2.489	-2.535
Deformazioni termiche secondarie -DT	-14	-32	-28	398	403	35	1.563	1.524	-2.202	-2.245
Cedimenti	1	10	10	-34	-34	62	1.598	1.556	-2.739	-2.784

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	13	10	11	17	13		12,03	16,24
Peso proprio soletta	53	79	60	83	124	93		44,36	76,13
Permanenti	32	38	22	131	181	126		22,77	110,29
Effetti primari del ritiro	0	0	0	131	181	126		0,00	110,29
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	131	181	126		0,00	110,29
Accidentali mezzi + folla	220	241	134	428	507	308		125,73	280,02
Vento	3	3	2	431	510	309		4,40	283,98
Deformazioni termiche	9	10	5	437	517	313		53,44	322,46
Cedimenti	8	10	6	446	528	320		4,43	327,77

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	21	25	22	28	33	29
Peso proprio soletta	97	124	104	159	200	169
Permanenti	55	61	45	241	292	237
Effetti primari del ritiro	0	0	0	241	292	237
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	241	292	237
Accidentali mezzi + folla	346	367	260	708	787	588
Vento	7	8	6	715	794	593
Deformazioni termiche	62	63	59	759	839	635
Cedimenti	12	14	10	774	856	647

τ_{media}
759,2

Rapp τ
0,44

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	173	153
Peso proprio soletta	803	721
Permanenti	916	1.002
Effetti primari del ritiro	1.333	1.094
Effetti secondari del ritiro	1.333	1.094
Accidentali mezzi + folla	1.835	2.645
Vento	1.843	2.657
Deformazioni termiche	2.014	2.914
Cedimenti	2.054	2.960

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	68	102	68	102
Effetti primari del ritiro	434	624	434	624
Effetti secondari del ritiro	0	624	0	624
Accidentali mezzi + folla	219	920	219	920
Vento	2	922	2	922
Deformazioni termiche	287	1.128	287	1.128
Cedimenti	15	1.146	15	1.146

Rapp σ sup
0,61

Rapp σ inf
0,88

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	125	123	-107	-110	0	125	123	-107	-110
Peso proprio soletta	0	444	436	-381	-390	0	569	558	-488	-500
Permanenti	4	43	41	-171	-173	4	612	599	-659	-673
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-83	-88	-4	992	975	-741	-761
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	992	975	-741	-761
Accidentali mezzi + folla	38	85	74	-1.057	-1.070	34	1.078	1.049	-1.799	-1.831
Vento	0	1	1	-10	-10	35	1.078	1.049	-1.805	-1.837
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	54	57	37	928	900	-1.773	-1.803
Deformazioni termiche secondarie +DT	14	32	28	-398	-403	45	947	917	-2.012	-2.045
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-54	-57	32	1.229	1.198	-1.837	-1.872
Deformazioni termiche secondarie -DT	-14	-32	-28	398	403	24	1.209	1.181	-1.598	-1.630
Cedimenti	1	10	10	-34	-34	46	1.239	1.207	-2.045	-2.079

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	13	10	8	13	10		12,03	12,03
Peso proprio soletta	53	79	60	62	92	69		44,36	56,39
Permanenti	32	38	22	93	130	91		22,77	79,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	93	130	91		0,00	79,16
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	93	130	91		0,00	79,16
Accidentali mezzi + folla	220	241	134	314	371	225		125,73	204,89
Vento	3	3	2	315	373	226		4,40	209,29
Deformazioni termiche	9	10	5	321	379	230		53,44	262,73
Cedimenti	8	10	6	328	389	235		4,43	267,16

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	21	25	22	21	25	22
Peso proprio soletta	97	124	104	118	148	125
Permanenti	55	61	45	173	209	170
Effetti primari del ritiro	0	0	0	173	209	170
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	173	209	170
Accidentali mezzi + folla	346	367	260	518	576	430
Vento	7	8	6	523	581	434
Deformazioni termiche	62	63	59	560	619	469
Cedimenti	12	14	10	572	633	479

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	128	114
Peso proprio soletta	595	534
Permanenti	670	722
Effetti primari del ritiro	1.020	798
Effetti secondari del ritiro	1.020	798
Accidentali mezzi + folla	1.381	1.947
Vento	1.386	1.955
Deformazioni termiche	1.541	2.169
Cedimenti	1.562	2.207

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		174	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,300	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,500	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,905	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,875	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.447	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	161,4	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-273,6	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	13,3	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	74	mm	b_2 =	1.602	mm
ψ_1 =	0,083	-	ψ_2 =	-20,543	-	b_{2t} =	1.527	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,240	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,943	-	λ_{p2} =	0,047	-			
ρ_1 =	0,870	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	334	[mm]	$b_{2,sup}$	30	mm			
$b_{1,inf}$	487	[mm]	$b_{2,lat}$	45	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	714	[mm]	$b_{2,eff}$	74	mm			
$b_{1,lat,eff}$	290	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	30	mm			
$b_{1,inf,eff}$	424	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	45	mm			
$x_{1,eff}$	107	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.206	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	65	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.770	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.614	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.447	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.047	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	3.017	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	31.959	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.581	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.321	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,981	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,104	[-]	snellezza
ψ	-1,695	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	14.206	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.770	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.321	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,938	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	3.009	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	31.875	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,102	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	65	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	74	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	74	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,567	[-]	
Φ	0,477	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 18.010 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animasup}$ (cm ³)	$W_{animaint}$ (cm ³)
Sezione metallica	771	116	7.399.362	3.914.469	0	55.031	64.041	56.073	65.632
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.664	17.247.808	11.871.851	3.418.761	331.631	87.114	348.377	88.364
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.035	21.118.080	13.129.645	2.489.850	1.059.846	91.788	1.211.899	92.919
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.767	17.742.845	12.071.292	3.278.023	370.683	87.777	391.111	89.010
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.514	16.408.841	11.492.485	3.690.166	277.902	85.931	290.188	87.209

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{it} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{it} (cm)			
Peso proprio acciaio	73	0	4	16	16	-1,40	16	16	
Peso proprio soletta	259	0	25	59	59	-1,40	59	59	
Permanenti	149	0	12	36	36	-2,12	36	36	
Effetti primari del ritiro	342	511	0	0	0	-2,07	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,07	0	0	
Accidentali mezzi + folla	964	0	76	200	200	-1,47	200	200	
Vento	9	0	1	7	7	-1,47	7	7	
Deformazioni termiche primarie	267	686	0	0	0	-1,47	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	363	0	3	85	85	-1,47	85	85	
Cedimenti	29	0	3	7	7	-2,20	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	133	130	-111	-114	0	179	176	-150	-154
Peso proprio soletta	0	471	462	-395	-404	0	814	799	-683	-700
Permanenti	4	45	43	-169	-171	7	882	863	-936	-956
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-95	-100	-3	1.340	1.316	-1.049	-1.077
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.340	1.316	-1.049	-1.077
Accidentali mezzi + folla	39	91	80	-1.037	-1.050	49	1.463	1.423	-2.450	-2.494
Vento	0	1	1	-10	-10	50	1.463	1.424	-2.459	-2.503
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	61	65	52	1.283	1.245	-2.415	-2.456
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	34	30	-391	-395	63	1.307	1.267	-2.696	-2.741
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-61	-65	47	1.644	1.602	-2.503	-2.550
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-34	-30	391	395	37	1.620	1.581	-2.222	-2.265
Cedimenti	1	10	10	-33	-34	64	1.657	1.614	-2.736	-2.782

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	9	13	10	12	17	13		12,03	16,24
Peso proprio soletta	56	79	62	88	124	97		44,36	76,13
Permanenti	33	38	22	137	181	129		22,77	110,29
Effetti primari del ritiro	0	0	0	137	181	129		0,00	110,29
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	137	181	129		0,00	110,29
Accidentali mezzi + folla	226	241	132	443	507	307		125,73	280,02
Vento	3	3	2	446	510	309		4,40	283,98
Deformazioni termiche	9	10	5	452	517	313		53,44	322,46
Cedimenti	8	10	6	462	528	319		4,43	327,77

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	21	25	22	28	33	30
Peso proprio soletta	101	124	106	164	200	173
Permanenti	56	61	45	248	292	240
Effetti primari del ritiro	0	0	0	248	292	240
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	248	292	240
Accidentali mezzi + folla	352	367	257	723	787	587
Vento	7	8	6	730	794	593
Deformazioni termiche	62	63	59	774	839	635
Cedimenti	12	14	10	789	856	647

τ_{media}
764,1

Rapp τ
0,44

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	183	159
Peso proprio soletta	848	746
Permanenti	964	1.024
Effetti primari del ritiro	1.384	1.129
Effetti secondari del ritiro	1.384	1.129
Accidentali mezzi + folla	1.896	2.653
Vento	1.904	2.665
Deformazioni termiche	2.090	2.912
Cedimenti	2.116	2.956

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,63	0,87

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	133	130	-111	-114	0	133	130	-111	-114
Peso proprio soletta	0	471	462	-395	-404	0	603	592	-506	-518
Permanenti	4	45	43	-169	-171	4	648	635	-674	-689
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-95	-100	-3	1.030	1.012	-769	-790
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.030	1.012	-769	-790
Accidentali mezzi + folla	39	91	80	-1.037	-1.050	26	1.098	1.071	-1.547	-1.577
Vento	0	1	1	-10	-10	26	1.098	1.071	-1.547	-1.577
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	61	65	28	947	923	-1.510	-1.538
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	34	30	-391	-395	36	968	941	-1.745	-1.776
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-61	-65	23	1.249	1.220	-1.584	-1.616
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-34	-30	391	395	15	1.228	1.202	-1.350	-1.379
Cedimenti	1	10	10	-33	-34	37	1.259	1.230	-1.778	-1.809

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	9	11	10	9	11	10		12,03	12,03
Peso proprio soletta	56	71	62	65	83	72		44,36	56,39
Permanenti	33	34	22	98	117	93		22,77	79,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	98	117	93		0,00	79,16
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	98	117	93		0,00	79,16
Accidentali mezzi + folla	226	217	132	268	280	192		125,73	173,46
Vento	3	3	2	268	280	192		4,40	173,46
Deformazioni termiche	9	9	5	273	285	195		53,44	205,52
Cedimenti	8	9	6	281	294	201		4,43	209,95

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	21	23	22	21	23	22
Peso proprio soletta	101	116	106	122	139	128
Permanenti	56	57	45	177	196	173
Effetti primari del ritiro	0	0	0	177	196	173
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	177	196	173
Accidentali mezzi + folla	352	343	257	441	453	366
Vento	7	7	6	441	453	366
Deformazioni termiche	62	62	59	479	491	401
Cedimenti	12	13	10	491	504	411

τ_{media}	468,56
----------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	147,76	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	228	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,326	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,200	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,30
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

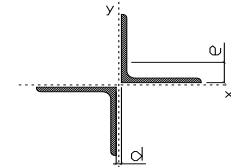
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\alpha x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,43
$k_{\alpha y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,15
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	16,84	5.704	0	7.701	0
Peso proprio soletta	62,11	21.035	0	36.097	0
Permanenti	31,88	10.798	0	52.295	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	52.295	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	52.295	0
Accidentali mezzi	176,02	59.617	0	132.778	0
Vento	6,16	2.087	0	134.656	0
Deformazioni termiche	74,81	25.337	0	152.899	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	155.421	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	155.421
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,84
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,70

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.807,22 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.807,22 (daN/cm ²)	σ_1	1.807,22 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.807,22 (daN/cm ²)	σ_2	1.807,22 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10,00	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10,00	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.806,18 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.806,18 (daN/cm ²)	σ_1	1.806,18 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.806,18 (daN/cm ²)	σ_2	1.806,18 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,52 (-)	λp	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	1.806,18 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	516	516
Effetti primari del ritiro	0	516
Effetti secondari del ritiro	0	516
Accidentali mezzi + folla	3.964	4.480
Vento	52	4.532
Deformazioni termiche	156	4.688
Cedimenti	121	4.809

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	11	14	12	16	0	0	0	0
Peso proprio soletta	66	103	74	115	0	0	0	0
Permanenti	39	162	27	156	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	162	0	156	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	162	0	156	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	272	530	166	381	0	0	0	0
Vento	4	533	2	383	0	0	0	0
Deformazioni termiche	11	541	7	387	0	0	0	0
Cedimenti	10	552	7	396	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G1

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	27,6
	Spessore coprigiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	2,80
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	37,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)		275.948
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		214.027
	Sforzo di taglio (daN)		137.974
	Resistenza coprigiunto R_{dcrq} (daN)		412.752
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.131.672
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		1.790.100
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		400.982
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		455.662
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		954.720
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		536.112
		591.667	
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		1.666	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		1.534	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)		618.582
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		461.906
	Sforzo di taglio (daN)		309.291
	Resistenza coprigiunto R_{dcrq} (daN)		675.118
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.949.959
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		2.271.702
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		678.586
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		771.120
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		1.615.680
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		703.261
		757.333	
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.923	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		2.788	

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

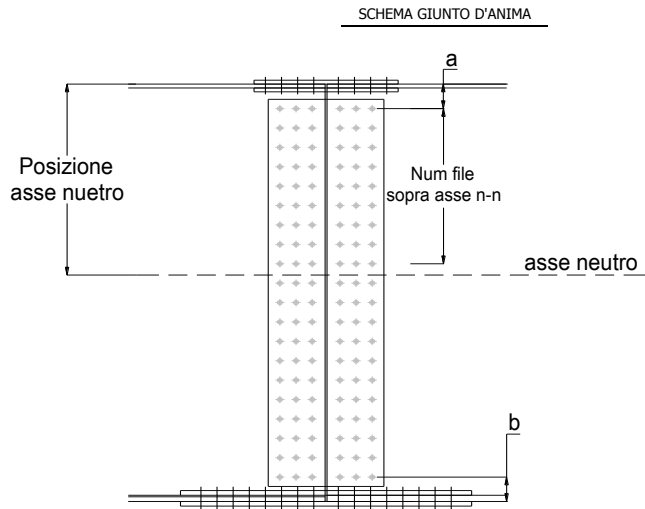
Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	91
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	166.410
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	96.561
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	299.173
	Azione max bulloni sup. (daN)	9.558
	Azione max bulloni inf. (daN)	16.396
	Azione verticale sul bullone (daN)	3.200
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	16.706

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.156
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.949
	Sforzo nel coprighiunto sup. (daN/cm ²)	804
	Sforzo nel coprighiunto inf. (daN/cm ²)	1.242
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	693.565
	Scorrimento superiore (daN)	115.847
	Scorrimento inferiore (daN)	316.214
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	206	0	19	45	45
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-62	0	-14	-8	-8
totale	268	0	33	53	53

valori x10⁴

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	11	24	21	-294	-298

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	158	112

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Lucente Campata - L i+1 (m) **50,7**

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	3,92	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	31,63	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	22,39	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

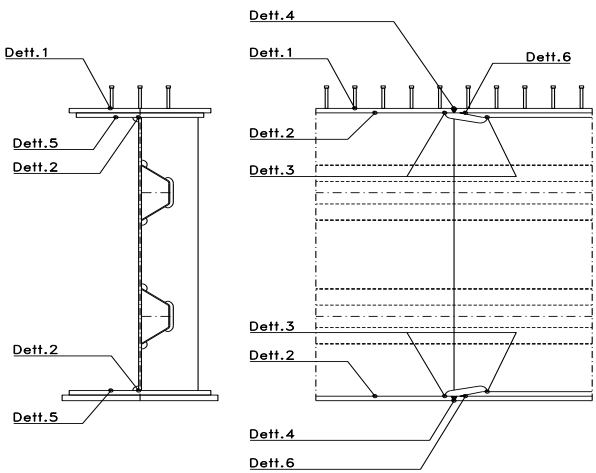
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	58,80	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,98	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	60,88	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	59,52	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.447	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,79 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-161,44	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	273,58	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	76,41	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,934	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,695	
δ	AL/(hw tw)	0,193	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,666	

0,934			
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato	52,06		3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,06 $\gamma(L,\sigma)$ 3,78

$I_t = 155.080.208 > 82.408.109$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1 ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,65

$I_t = 859.302.562 > 30.868.354$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,934		
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato	30,65	

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.447
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -161,4	σ_2 = 273,58
	τ = 76,4	y_n (mm)= 908,1

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-161,4	-11,1	137,0		
σ_2	-15,6	132,5	282,8		
σ_1^*	161,4	11,1	-137,0		
σ_2^*	15,6	-132,5	-282,8		
τ	76,4	76,4	76,4		
ψ	0,10	-11,91	2,07		
σ_{id}	208,76	132,82	190,46		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
k_{σ}	7,021	-	2,654		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	380,59	-	143,87		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	411,66	622,40	549,82		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	327,11	343,23	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,57	2,58	1,78		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I
Caso II
Caso III
Caso IV
il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.632	Msd= 24.427
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 20.326	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 30.449	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr}+V_t				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	25	ti	28
θ	0,820	N_{fd}	8.217.418		
ϕ	0,546	M_{fs}	29.105.435	M_{fi}	3.777.865
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 10.874.858 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 10.874.858 \text{ N}$
 $Verifica = 8.387.335 \text{ N} \geq 1.632.482$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	14 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.713 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	2.174.972 N
Area = A	9.999 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41 mm
Inerzia = J	200.836.195 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	141,73 mm
Snellezza = λ	12,09
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	14.189 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	141.872.103 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	3.549.574 N

$N_{Rd} = 3.549.574 \text{ N} \geq N_{rd} = 2.174.972 \text{ N}$

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio $k\tau$	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σE	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τcr	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λw	1,191	[-]

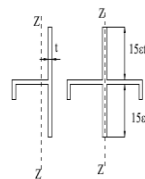


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k\tau,1$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λw	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χw (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
$\gamma M1$	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	28	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	22.400	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.527	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	13.997	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	13.330	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **2.593** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.632	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	10.866	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	24.427	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
M_{Ed}/M_{f,red} = **9,42** [-]
Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:
V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **4.546** [kN]

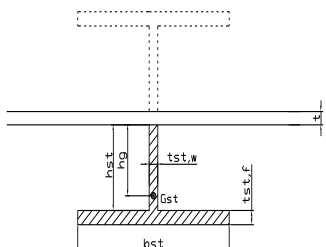
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,36$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	14	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I _{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

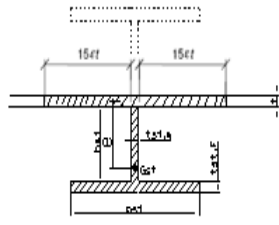


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	31.874,84	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	31.959,37	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.321	[mm ²]



σ_{max}	161,44	[MPa]
N _{Ed}	1.075,28	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,38	[MPa]
e _{max}	266,74	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,28	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.213.808 \text{ [mm}^4\text{]}$$

I_s = 131.913.621 [mm⁴] ≥ I_{st} = 2.213.808 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

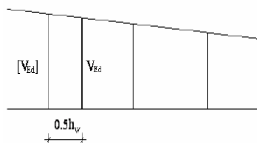
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.632 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 =$ 237,77 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 237,77 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

massima distanza tra lembi e baricentro

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 3,68 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56 [-]

Coefficiente di riduzione χ 0,96 [-]

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

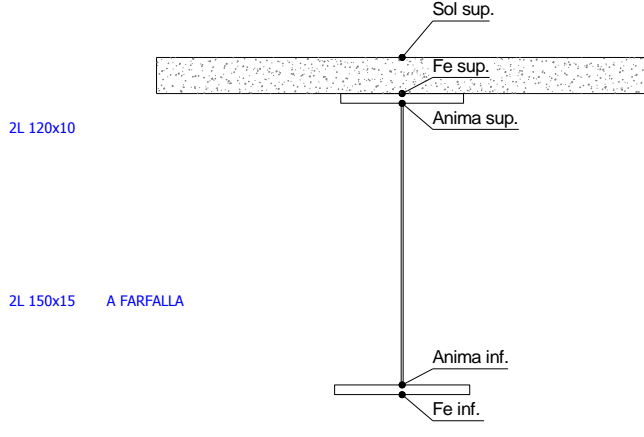
Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,5	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,8	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,7	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40	
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
	Spessore equivalente t* (cm)	0,18	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
SOILETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	492,9	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	492,9	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
Numero pioli in linea n°		3	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	7	
	Altezza gola anima inf. (mm)	7	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

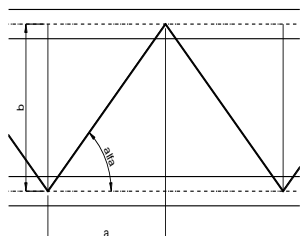
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C7
FRAME	209
JOINT	223
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,65	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cmq)	49,55		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,65	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cmq)	37,94		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	1.050	118,9	11.411.621	3.966.352	0	87.014	96.015	89.399	99.100
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.957	188,5	22.494.244	12.286.469	4.011.741	365.881	119.320	387.968
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.349	222,0	27.844.808	13.645.030	2.847.681	993.921	125.436	1.135.822
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.061	192,6	23.143.639	12.500.618	3.825.210	403.260	120.159	429.450
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.804	181,7	21.416.315	11.880.058	4.377.376	313.678	117.850	330.627

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
Peso proprio acciaio	73	0	4	16	16		16	16	
Peso proprio soletta	259	0	25	59	59		59	59	
Permanenti	149	0	12	36	36		36	36	
Effetti primari del ritiro	397	519	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	964	0	76	200	200		200	200	
Vento	9	0	1	7	7		7	7	
Deformazioni termiche primarie	328	697	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	363	0	3	85	85		85	85	
Cedimenti	29	0	3	7	7		7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	84	82	-74	-76	0	113	110	-99	-103
Peso proprio soletta	0	298	290	-261	-270	0	515	501	-452	-467
Permanenti	4	41	38	-122	-125	6	576	559	-636	-654
Effetti primari del ritiro	-10	350	344	-72	-78	-7	997	972	-722	-748
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	997	972	-722	-748
Accidentali mezzi + folla	34	97	85	-756	-769	39	1.128	1.087	-1.742	-1.786
Vento	0	1	1	-7	-7	39	1.128	1.088	-1.749	-1.792
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-241	-237	49	53	43	955	917	-1.714	-1.754
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	37	32	-285	-289	52	981	940	-1.919	-1.962
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	241	237	-49	-53	35	1.302	1.258	-1.784	-1.830
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-37	-32	285	289	26	1.276	1.235	-1.579	-1.622
Cedimenti	1	9	9	-24	-25	53	1.313	1.269	-1.947	-1.992

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	8	10	13	10		9,36	12,63
Peso proprio soletta	44	62	47	69	97	74		34,50	59,21
Permanenti	24	30	18	106	141	102		17,71	85,78
Effetti primari del ritiro	0	0	0	106	141	102		0,00	85,78
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	106	141	102		0,00	85,78
Accidentali mezzi + folla	169	188	111	334	394	252		97,79	217,80
Vento	2	2	1	336	397	253		3,42	220,88
Deformazioni termiche	7	7	4	341	402	256		41,56	250,80
Cedimenti	6	7	5	348	411	262		3,45	254,94

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	16	19	17	22	26	23
Peso proprio soletta	79	96	82	128	156	133
Permanenti	42	47	36	192	227	188
Effetti primari del ritiro	0	0	0	192	227	188
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	192	227	188
Accidentali mezzi + folla	267	285	209	552	612	470
Vento	6	6	5	557	618	474
Deformazioni termiche	48	49	46	591	653	507
Cedimenti	9	11	8	603	666	517

τ_{media}
595,1

Rapp τ
0,34

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	117	107
Peso proprio soletta	548	508
Permanenti	650	714
Effetti primari del ritiro	1.027	792
Effetti secondari del ritiro	1.027	792
Accidentali mezzi + folla	1.447	1.923
Vento	1.453	1.932
Deformazioni termiche	1.604	2.110
Cedimenti	1.643	2.143

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	60	90	60	90
Effetti primari del ritiro	400	570	400	570
Effetti secondari del ritiro	0	570	0	570
Accidentali mezzi + folla	197	837	197	837
Vento	2	838	2	838
Deformazioni termiche	275	1.036	275	1.036
Cedimenti	13	1.052	13	1.052

Rapp σ sup
0,49

Rapp σ inf
0,63

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	84	82	-74	-76	0	84	82	-74	-76
Peso proprio soletta	0	298	290	-261	-270	0	382	371	-335	-346
Permanenti	4	41	38	-122	-125	4	422	410	-457	-471
Effetti primari del ritiro	-10	350	344	-72	-78	-7	773	754	-529	-549
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	773	754	-529	-549
Accidentali mezzi + folla	34	97	85	-756	-769	27	870	839	-1.285	-1.317
Vento	0	1	1	-7	-7	27	870	840	-1.289	-1.322
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-241	-237	49	53	31	726	697	-1.260	-1.290
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	37	32	-285	-289	38	748	717	-1.431	-1.463
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	241	237	-49	-53	24	1.015	982	-1.319	-1.354
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-37	-32	285	289	16	993	962	-1.148	-1.180
Cedimenti	1	9	9	-24	-25	39	1.024	990	-1.455	-1.488

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	8	7	10	8		9,36	9,36
Peso proprio soletta	44	62	47	51	72	55		34,50	43,86
Permanenti	24	30	18	76	101	73		17,71	61,57
Effetti primari del ritiro	0	0	0	76	101	73		0,00	61,57
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	76	101	73		0,00	61,57
Accidentali mezzi + folla	169	188	111	244	289	185		97,79	159,36
Vento	2	2	1	246	290	185		3,42	162,78
Deformazioni termiche	7	7	4	250	295	188		41,56	204,35
Cedimenti	6	7	5	256	302	193		3,45	207,79

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	16	19	17	16	19	17
Peso proprio soletta	79	96	82	95	115	99
Permanenti	42	47	36	137	163	135
Effetti primari del ritiro	0	0	0	137	163	135
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	137	163	135
Accidentali mezzi + folla	267	285	209	404	448	344
Vento	6	6	5	407	452	347
Deformazioni termiche	48	49	46	436	481	374
Cedimenti	9	11	8	446	492	383

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	86	79
Peso proprio soletta	406	376
Permanenti	474	514
Effetti primari del ritiro	791	579
Effetti secondari del ritiro	791	579
Accidentali mezzi + folla	1.092	1.416
Vento	1.096	1.422
Deformazioni termiche	1.239	1.571
Cedimenti	1.256	1.599

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	40	cm
Spessore	t	3,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11,43	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	39,100	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	3,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,737	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.428	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale
piattabanda 12 classe 1
anima - classe -
profilo **classe 1**

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	125,0	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-194,2	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	15,5	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	39,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,5	cm	t_{radd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,737	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	117	mm	b_2 =	1.583	mm
ψ_1 =	0,124	-	ψ_2 =	-12,538	-	b_{2t} =	1.466	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,985	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,746	-	λ_{p2} =	0,057	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	337	[mm]	$b_{2,sup}$	47	mm
$b_{1,inf}$	484	[mm]	$b_{2,lat}$	70	mm

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	117	mm
$b_{1,lat,eff}$	337	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	47	mm
$b_{1,inf,eff}$	484	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	70	mm
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	16.628	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	56	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.884	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.595	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.428	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.495	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.852	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	21.211	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	16.003	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	16.628	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,039	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,132	[-]	snellezza
ψ	-1,554	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	16.628	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.884	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	16.628	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.837	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	21.101	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,130	[-]	snellezza
i	85	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	56	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	85	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	85	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,581	[-]	
Φ	0,488	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 23.948 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sf} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.116	121	11.534.218	3.966.352	0	89.750	94.944	92.262	97.927
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.023	22.535.608	12.286.469	3.984.149	361.675	120.068	383.200	122.482
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.416	28.069.679	13.645.030	2.818.016	962.762	127.101	1.094.106	129.267
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.128	23.199.459	12.500.618	3.795.979	397.884	121.024	423.293	123.406
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.871	21.438.475	11.880.058	4.353.699	311.014	118.399	327.651	120.869

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{kl} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{kl} (cm)			
Peso proprio acciaio	73	0	4	16	16	2,63	16	16	
Peso proprio soletta	259	0	25	59	59	2,63	59	59	
Permanenti	149	0	12	36	36	-0,83	36	36	
Effetti primari del ritiro	402	519	0	0	0	-0,92	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-0,92	0	0	
Accidentali mezzi + folla	964	0	76	200	200	-1,14	200	200	
Vento	9	0	1	7	7	-1,14	7	7	
Deformazioni termiche primarie	335	697	0	0	0	-1,14	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	363	0	3	85	85	-1,14	85	85	
Cedimenti	29	0	3	7	7	-0,66	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	81	79	-75	-77	0	110	107	-101	-104
Peso proprio soletta	0	289	281	-264	-273	0	499	486	-458	-472
Permanenti	4	41	39	-122	-124	6	561	544	-640	-658
Effetti primari del ritiro	-11	345	339	-81	-88	-7	975	951	-738	-763
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	975	951	-738	-763
Accidentali mezzi + folla	34	100	88	-746	-758	39	1.110	1.070	-1.744	-1.787
Vento	0	1	1	-7	-7	39	1.111	1.071	-1.751	-1.794
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-239	-235	56	60	43	939	902	-1.711	-1.750
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	38	33	-281	-286	53	966	926	-1.913	-1.956
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	239	235	-56	-60	35	1.283	1.240	-1.791	-1.837
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-38	-33	281	286	26	1.256	1.216	-1.589	-1.631
Cedimenti	1	9	9	-24	-24	54	1.294	1.250	-1.942	-1.986

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	8	9	13	10		9,36	12,63
Peso proprio soletta	43	62	48	67	97	75		34,50	59,21
Permanenti	25	30	18	104	141	103		17,71	85,78
Effetti primari del ritiro	0	0	0	104	141	103		0,00	85,78
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	104	141	103		0,00	85,78
Accidentali mezzi + folla	172	188	110	336	394	251		97,79	217,80
Vento	2	2	1	338	397	252		3,42	220,88
Deformazioni termiche	7	7	4	343	402	255		41,56	250,80
Cedimenti	6	7	5	350	411	261		3,45	254,94

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ_{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	16	19	17	22	26	23	595,5	0,34
Peso proprio soletta	77	96	82	126	156	134		
Permanenti	42	47	36	190	227	188		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	190	227	188		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	190	227	188		
Accidentali mezzi + folla	270	285	207	554	612	468		
Vento	6	6	5	559	618	473		
Deformazioni termiche	48	49	46	594	653	506		
Cedimenti	9	11	8	605	666	516		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	113	108	
Peso proprio soletta	533	513	
Permanenti	636	719	
Effetti primari del ritiro	1.006	807	
Effetti secondari del ritiro	1.006	807	
Accidentali mezzi + folla	1.437	1.924	
Vento	1.443	1.933	
Deformazioni termiche	1.610	2.104	
Cedimenti	1.631	2.137	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	81	79	-75	-77	0	81	79	-75	-77
Peso proprio soletta	0	289	281	-264	-273	0	370	360	-339	-350
Permanenti	4	41	39	-122	-124	4	411	399	-461	-474
Effetti primari del ritiro	-11	345	339	-81	-88	-7	756	738	-542	-561
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	756	738	-542	-561
Accidentali mezzi + folla	34	100	88	-746	-758	19	831	804	-1.101	-1.130
Vento	0	1	1	-7	-7	19	831	804	-1.101	-1.130
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-239	-235	56	60	22	688	663	-1.068	-1.094
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	38	33	-281	-286	30	711	683	-1.236	-1.266
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	239	235	-56	-60	15	975	945	-1.135	-1.166
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-38	-33	281	286	7	952	925	-966	-995
Cedimenti	1	9	9	-24	-24	31	984	953	-1.260	-1.290

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	9	8	7	9	8		9,36	9,36
Peso proprio soletta	43	56	48	50	64	56		34,50	43,86
Permanenti	25	27	18	74	91	74		17,71	61,57
Effetti primari del ritiro	0	0	0	74	91	74		0,00	61,57
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	74	91	74		0,00	61,57
Accidentali mezzi + folla	172	169	110	203	218	156		97,79	134,91
Vento	2	2	1	203	218	156		3,42	134,91
Deformazioni termiche	7	7	4	207	222	159		41,56	159,85
Cedimenti	6	7	5	213	228	163		3,45	163,30

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	16	18	17	16	18	17
Peso proprio soletta	77	90	82	93	108	100
Permanenti	42	44	36	136	153	136
Effetti primari del ritiro	0	0	0	136	153	136
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	136	153	136
Accidentali mezzi + folla	270	267	207	338	353	291
Vento	6	6	5	338	353	291
Deformazioni termiche	48	48	46	367	382	319
Cedimenti	9	10	8	376	392	327

T _{media}	365,00
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	9,85	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	88,72	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	22,15	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	142,33	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	216	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	22,93	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	19,13	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,160	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,110	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,15
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

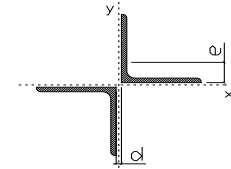
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\alpha x-x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,43
$k_{\alpha y-x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,15
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	16,84	5.704	0	7.701	0
Peso proprio soletta	62,11	21.035	0	36.097	0
Permanenti	31,88	10.798	0	52.295	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	52.295	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	52.295	0
Accidentali mezzi	176,02	59.617	0	132.778	0
Vento	6,16	2.087	0	134.656	0
Deformazioni termiche	74,81	25.337	0	152.899	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	155.421	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	155.421
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,84
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,70

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.807,22 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.807,22 (daN/cm ²)	σ_1	1.807,22 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.807,22 (daN/cm ²)	σ_2	1.807,22 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10,00	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10,00	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.806,18 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.806,18 (daN/cm ²)	σ_1	1.806,18 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.806,18 (daN/cm ²)	σ_2	1.806,18 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,52 (-)	λp	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	1.806,18 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	234	234
Effetti primari del ritiro	0	234
Effetti secondari del ritiro	0	234
Accidentali mezzi + folla	1.892	2.127
Vento	25	2.151
Deformazioni termiche	75	2.226
Cedimenti	54	2.280

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	9	12	10	13	0	0	0	0
Peso proprio soletta	56	88	60	95	0	0	0	0
Permanenti	31	135	23	130	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	135	0	130	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	135	0	130	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	215	425	141	321	0	0	0	0
Vento	3	427	2	322	0	0	0	0
Deformazioni termiche	8	433	6	326	0	0	0	0
Cedimenti	8	443	6	333	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G1

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	27,6
	Spessore coprigiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,70
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	37,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,6
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		22
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

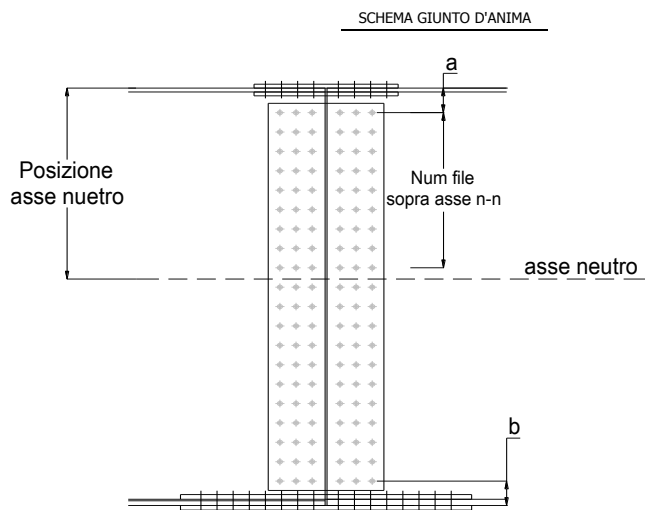
VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	361.419	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	282.019	
	Sforzo di taglio (daN)	180.710	
	Resistenza coprigiunto R_{dcrq} (daN)	412.752	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.584.341	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.506.140	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	879.077	946.667
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.349		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.242		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	655.853	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	490.003	
	Sforzo di taglio (daN)	327.926	
	Resistenza coprigiunto R_{dcrq} (daN)	675.118	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.576.731	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.001.892	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	678.586	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	771.120	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.615.680	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	1.065.174	1.125.857
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.067		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.971		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	99
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	
AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		166.410
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		109.411
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		257.594
	Azione max bulloni sup. (daN)		9.865
	Azione max bulloni inf. (daN)		14.802
	Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)		15.144
VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		910
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		1.423
	Sforzo nel coprighiunto sup.(daN/cm ²)		783
	Sforzo nel coprighiunto inf.(daN/cm ²)		1.164
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		683.752
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		891.726
	Scorrimento superiore (daN)		126.757
	Scorrimento inferiore (daN)		277.203
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	206	0	19	45	45
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-62	0	-14	-8	-8
totale	268	0	33	53	53

valori x10⁴

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	9	27	24	-210	-214

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	124	92

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m) 50,7

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,45	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	24,86	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	18,49	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

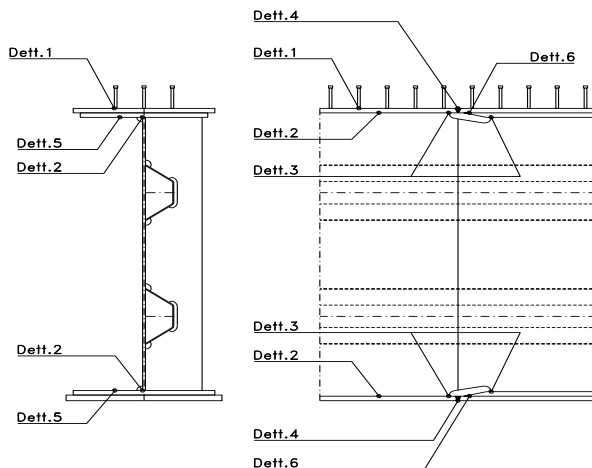
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	42,02	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,93	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	46,22	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	42,73	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.428	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 134,89 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-125,02	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	194,17	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	59,55	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,941	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,553	
δ	AL/(hw tw)	0,152	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,671	

0,941			
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,93	3,80

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,93 $\gamma(L,\sigma)$ 3,80

$I_t = 155.080.208 > 112.429.296$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw³**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,36

0,941		
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,36

$I_t = 1.352.171.362 > 64.476.259$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.428
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -125,0	σ_2 = 194,17
	τ = 59,5	y_n (mm)= 951,0

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta * v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-125,0	-13,9	95,6		
σ_2	-17,2	92,4	203,5		
σ_1^*	125,0	13,9	-95,6		
σ_2^*	17,2	-92,4	-203,5		
τ	59,5	59,5	59,5		
ψ	0,14	-6,66	2,13		
σ_{id}	162,07	104,06	140,65		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	6,789	-	2,602		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	608,41	-	233,20		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	663,75	1015,36	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	344,68	350,63	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	2,13	3,37	2,49		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta * v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.632	Msd= 24.699
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 29.943	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 42.409	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs 800	bi 900
σ_{td}	-552,81	ts 35	ti 37
θ	0,816	Nfd 12.152.031	
ϕ	0,544	Mfs 43.017.842	Mfi 6.200.318
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t _{we2} τ^*	=	22.933.573	N
Vt	=	0	N
VRd	=	22.933.573	N
Verifica=	22.933.573	N	>= 1.632.482

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+te	=	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	=	1.700	mm
Sforzo normale = N _{rd} =V _{rd} -0,8*V _{cr}	=	4.586.715	N
Area = A	=	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	=	286,21	mm
Inerzia = J	=	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	=	154,34	mm
Snellezza = λ	=	11,01	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	=	17.092	N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE}	=	250.859.731	N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd}	=	5.210.406	N

NRd =	5.210.406	>=	Nrd =	4.586.715
-------	-----------	----	-------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 112.992.103 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 225.984.207 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

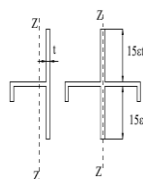


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)		0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3		6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	35	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	37	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	28.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	33.300	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	35	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	603,10	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.536	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	25.208	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	24.007	[kNm]
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$	11.224	[kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:		
Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	1.632	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	11.036	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	24.699	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 2,20$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6.900$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,24$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

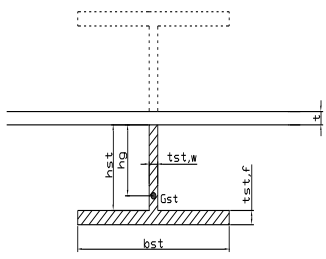
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

$\sqrt{2}$

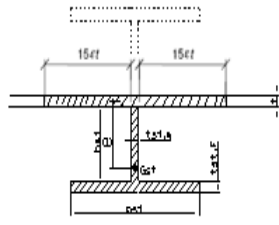


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	21.101,28	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	21.210,79	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
Ac,eff	16.628	[mm ²]



>>>>>

σ_{max}	125,02	[MPa]
N_{Ed}	1.039,39	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,36	[MPa]
e_{max}	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.202.135 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.202.135$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

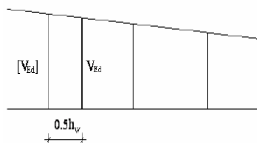
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.632 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 229,25 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 229,25 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 2,64 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_yk 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,5		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0		
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0		
	Spessore anima (cm)	1,8		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,7		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	492,9		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	492,9		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	1,8		
COEFF.	n° ferri superiori	24,65		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,8		
	n° ferri inferiori	24,65		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	3		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	7	Larghezza gola anima sup. (mm)	10
	Altezza gola anima inf. (mm)	7	Larghezza gola anima inf. (mm)	10
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C7
FRAME	210
JOINT	228
num. Travi	2

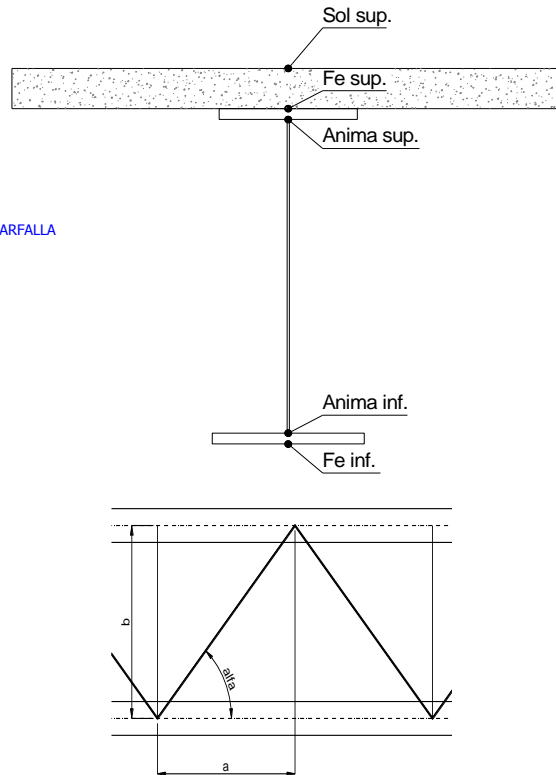
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 18/20 cm

ϕ 18/20 cm



FASE	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{anima sup} (cm ³)	W _{animat sup} (cm ³)
Sezione metallica	1.050	119	11.411.621	3.966.352	0	87.014	96.015	89.399	99.100
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.869	185	21.838.665	12.286.469	3.741.505	334.174	118.271	353.084
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.262	221	27.607.841	13.645.030	2.763.618	941.090	125.113	1.068.580
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.974	189	22.551.025	12.500.618	3.588.897	370.440	119.240	393.037
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.717	177	20.648.630	11.880.058	4.038.571	283.494	116.551	297.805
Sezione metallica + ferri	1.175	135	13.902.427	3.966.352	96.350	120.585	103.204	124.360	106.119

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-129	0	20	17	17		17	17	
Peso proprio soletta	-611	0	82	88	88		88	88	
Permanenti	-239	0	37	40	40		40	40	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	-258	0	12	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	-653	0	129	201	201		201	201	
Vento	-30	0	6	10	10		10	10	
Deformazioni termiche primarie	337	697	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	184	0	18	0	0		0	0	
Cedimenti	-57	0	2	14	14		14	14	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-148	-144	130	134	0	-200	-195	176	181
Peso proprio soletta	0	-702	-683	617	636	0	-1.148	-1.117	1.008	1.040
Permanenti	-248	-198	-192	225	232	-372	-1.445	-1.406	1.346	1.388
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-372	-1.445	-1.406	1.346	1.388
Effetti secondari del ritiro	-268	-214	-207	243	250	-693	-1.702	-1.655	1.638	1.688
Accidentali mezzi + folla	-678	-542	-525	615	633	-1.608	-2.433	-2.364	2.468	2.542
Vento	-31	-25	-24	28	29	-1.636	-2.456	-2.385	2.494	2.568
Deformazioni termiche primarie +DT	942	-249	-245	51	56	-958	-2.635	-2.562	2.531	2.608
Deformazioni termiche secondarie +DT	-191	153	148	-173	-178	-1.095	-2.525	-2.455	2.406	2.480
Deformazioni termiche primarie -DT	-942	249	245	-51	-56	-2.315	-2.276	-2.209	2.457	2.528
Deformazioni termiche secondarie -DT	191	-153	-148	173	178	-2.177	-2.386	-2.315	2.582	2.657
Cedimenti	-59	-47	-46	54	55	-2.374	-2.692	-2.617	2.646	2.723

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	38	48	67	51		9,94	13,42
Peso proprio soletta	145	202	156	243	340	261		51,46	82,89
Permanenti	72	91	65	350	477	359		19,68	112,42
Effetti primari del ritiro	0	0	0	350	477	359		0,00	112,42
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	378	513	385		0,00	112,42
Accidentali mezzi + folla	250	319	228	715	943	693		98,28	245,09
Vento	12	15	11	726	956	702		4,89	249,49
Deformazioni termiche	35	44	32	751	988	725		0,00	249,49
Cedimenti	4	5	4	755	994	729		6,89	257,76

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	45	59	48	61	80	65
Peso proprio soletta	196	254	207	326	423	344
Permanenti	91	111	85	463	589	472
Effetti primari del ritiro	0	0	0	463	589	472
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	491	625	497
Accidentali mezzi + folla	348	417	326	960	1.188	938
Vento	17	20	15	975	1.205	952
Deformazioni termiche	35	44	32	1.000	1.237	975
Cedimenti	11	12	10	1.013	1.252	987

τ media (daN/cm2)
1.084,0

Rapp τ
0,64

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	222	208
Peso proprio soletta	1.252	1.171
Permanenti	1.618	1.574
Effetti primari del ritiro	1.618	1.574
Effetti secondari del ritiro	1.860	1.850
Accidentali mezzi + folla	2.890	2.955
Vento	2.923	2.989
Deformazioni termiche	3.005	3.085
Cedimenti	3.151	3.151

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup
0,93

Rapp σ inf
0,93

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-148	-144	130	134	0	-148	-144	130	134
Peso proprio soletta	0	-702	-683	617	636	0	-850	-828	747	771
Permanenti	-248	-198	-192	225	232	-248	-1.049	-1.020	972	1.002
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-248	-1.049	-1.020	972	1.002
Effetti secondari del ritiro	-268	-214	-207	243	250	-516	-1.263	-1.227	1.215	1.252
Accidentali mezzi + folla	-678	-542	-525	615	633	-1.194	-1.804	-1.752	1.830	1.885
Vento	-31	-25	-24	28	29	-1.212	-1.819	-1.767	1.847	1.902
Deformazioni termiche primarie +DT	942	-249	-245	51	56	-647	-1.969	-1.914	1.878	1.936
Deformazioni termiche secondarie +DT	191	153	148	-173	-178	-532	-1.877	-1.825	1.774	1.829
Deformazioni termiche primarie -DT	-942	249	245	51	-56	-1.778	-1.669	-1.620	1.878	1.869
Deformazioni termiche secondarie -DT	-191	-153	-148	173	178	-1.892	-1.761	-1.709	1.982	1.976
Cedimenti	-59	-47	-46	54	55	-1.951	-2.016	-1.960	2.036	2.031

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	38	35	49	38		9,94	9,94
Peso proprio soletta	145	202	156	180	252	193		51,46	61,40
Permanenti	72	91	65	252	343	259		19,68	81,08
Effetti primari del ritiro	0	0	0	252	343	259		0,00	81,08
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	275	373	280		0,00	81,08
Accidentali mezzi + folla	250	319	228	524	691	508		98,28	179,36
Vento	12	15	11	531	700	515		4,89	184,25
Deformazioni termiche	35	44	32	552	727	534		0,00	184,25
Cedimenti	4	5	4	556	732	537		6,26	190,51

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	45	59	48	45	59	48
Peso proprio soletta	196	254	207	241	313	255
Permanenti	91	111	85	333	424	340
Effetti primari del ritiro	0	0	0	333	424	340
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	356	454	361
Accidentali mezzi + folla	348	417	326	704	871	688
Vento	17	20	15	714	883	697
Deformazioni termiche	35	44	32	735	909	716
Cedimenti	10	11	10	745	920	726

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	164	154
Peso proprio soletta	927	867
Permanenti	1.171	1.136
Effetti primari del ritiro	1.171	1.136
Effetti secondari del ritiro	1.373	1.367
Accidentali mezzi + folla	2.135	2.184
Vento	2.156	2.207
Deformazioni termiche	2.225	2.338
Cedimenti	2.346	2.393

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	3,7	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,100$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 3,700$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,787$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 0,967$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.428	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale
piattabanda 12 classe 1
anima - classe -
profilo **classe 1**

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	265,1	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-265,0	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	83,2	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,7	cm	t_{radd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,787	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,967	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	378	mm	b_2 =	1.583	mm
ψ_1 =	0,314	-	ψ_2 =	-3,184	-	b_{2t} =	1.204	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,012	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,805	-	λ_{p2} =	0,186	-			
ρ_1 =	0,961	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	350	[mm]	$b_{2,sup}$	151	mm			
$b_{1,inf}$	470	[mm]	$b_{2,lat}$	227	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	789	[mm]	$b_{2,eff}$	378	mm			
$b_{1,lat,eff}$	337	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	151	mm			
$b_{1,inf,eff}$	452	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	227	mm			
$x_{1,eff}$	32	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	18.264	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	51	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.362	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.595	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.428	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.579	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.700	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	8.456	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	17.639	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	17.937	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,017	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_D	0,207	[-]	snellezza
ψ	-1,000	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	18.264	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Ist,1	12.362	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	17.937	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,982	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.687	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	8.414	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,204	[-]	snellezza
i	82	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	51	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	90	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	90	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,589	[-]	
Φ	0,522	[-]	
χ_c	0,998	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	0,998	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 28.043 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	24,9	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.099	119	11.296.009	3.966.352	0	85.912	95.311	88.262	98.383
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.918	21.978.360	12.286.469	3.694.688	326.891	120.254	344.842	122.739
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.311	28.069.779	13.645.030	2.738.363	906.542	128.151	1.022.074	130.353
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.023	22.723.584	12.500.618	3.544.805	362.006	121.368	383.383	123.815
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.766	20.737.847	11.880.058	3.986.827	277.716	118.281	291.373	120.831
Sezione metallica + ferri	1.225	134	13.809.948	3.966.352	95.090	118.815	103.237	122.504	106.174

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-129	0	20	17	17	-0,34
Peso proprio soletta	-611	0	82	88	88	-0,34
Permanenti	-239	0	37	40	40	-0,94
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-0,94
Effetti secondari del ritiro	-258	0	12	0	0	-0,94
Accidentali mezzi + folla	-653	0	129	201	201	-0,94
Vento	-30	0	6	10	10	-0,94
Deformazioni termiche primarie	343	697	0	0	0	-0,94
Deformazioni termiche secondarie	184	0	18	0	0	-0,94
Cedimenti	-57	0	2	14	14	-0,94

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
17	17
88	88
40	40
0	0
0	0
201	201
10	10
0	0
0	0
14	14

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-150	-146	131	135	0	-203	-197	177	183
Peso proprio soletta	0	-711	-692	621	641	0	-1.163	-1.132	1.015	1.048
Permanenti	-251	-201	-195	225	232	-377	-1.465	-1.425	1.353	1.395
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-377	-1.465	-1.425	1.353	1.395
Effetti secondari del ritiro	-271	-217	-211	243	250	-703	-1.725	-1.677	1.645	1.695
Accidentali mezzi + folla	-687	-550	-533	615	633	-1.630	-2.467	-2.397	2.475	2.549
Vento	-32	-25	-24	28	29	-1.658	-2.490	-2.419	2.500	2.575
Deformazioni termiche primarie +DT	930	-248	-244	53	57	-989	-2.669	-2.595	2.539	2.617
Deformazioni termiche secondarie +DT	194	155	150	-173	-178	-849	-2.557	-2.486	2.414	2.488
Deformazioni termiche primarie -DT	-930	248	244	-53	-57	-2.328	-2.311	-2.243	2.462	2.534
Deformazioni termiche secondarie -DT	-194	-155	-150	173	178	-2.467	-2.423	-2.351	2.587	2.662
Cedimenti	-60	-48	-47	54	55	-2.527	-2.726	-2.650	2.651	2.729

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	49	38	48	67	52		9,94	13,42
Peso proprio soletta	146	202	157	246	340	263		51,46	82,89
Permanenti	73	91	65	355	477	361		19,68	112,42
Effetti primari del ritiro	0	0	0	355	477	361		0,00	112,42
Effetti secondari del ritiro	24	30	21	383	513	387		0,00	112,42
Accidentali mezzi + folla	253	319	228	725	943	694		98,28	245,09
Vento	12	15	11	736	956	704		4,89	249,49
Deformazioni termiche	35	44	32	761	988	727		0,00	249,49
Cedimenti	4	5	4	766	994	731		6,88	257,75

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	46	59	48	62	80	65
Peso proprio soletta	198	254	208	329	423	346
Permanenti	92	111	85	467	589	474
Effetti primari del ritiro	0	0	0	467	589	474
Effetti secondari del ritiro	24	30	21	496	625	499
Accidentali mezzi + folla	352	417	326	970	1.188	939
Vento	17	20	15	985	1.205	953
Deformazioni termiche	35	44	32	1.011	1.237	976
Cedimenti	11	12	10	1.024	1.252	989

τ_{media}
1.088,1

Rapp τ
0,64

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	224	210
Peso proprio soletta	1.267	1.179
Permanenti	1.638	1.582
Effetti primari del ritiro	1.638	1.582
Effetti secondari del ritiro	1.884	1.858
Accidentali mezzi + folla	2.927	2.962
Vento	2.960	2.997
Deformazioni termiche	3.041	3.091
Cedimenti	3.189	3.157

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,94	0,93

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-150	-146	131	135	0	-150	-146	131	135
Peso proprio soletta	0	-711	-692	621	641	0	-861	-838	752	776
Permanenti	-251	-201	-195	225	232	-251	-1.062	-1.034	977	1.008
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-251	-1.062	-1.034	977	1.008
Effetti secondari del ritiro	-271	-217	-211	243	250	-523	-1.280	-1.244	1.220	1.258
Accidentali mezzi + folla	-687	-550	-533	615	633	-1.038	-1.692	-1.644	1.682	1.732
Vento	-32	-25	-24	28	29	-1.038	-1.692	-1.644	1.682	1.732
Deformazioni termiche primarie +DT	930	-248	-244	53	57	-480	-1.841	-1.790	1.713	1.767
Deformazioni termiche secondarie +DT	194	155	150	-173	-178	-364	-1.748	-1.700	1.609	1.660
Deformazioni termiche primarie -DT	-930	248	244	-53	-57	-1.596	-1.543	-1.498	1.650	1.698
Deformazioni termiche secondarie -DT	-194	-155	-150	173	178	-1.712	-1.636	-1.588	1.754	1.805
Cedimenti	-60	-48	-47	54	55	-1.772	-1.889	-1.837	1.807	1.860

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	44	38	36	44	38		9,94	9,94
Peso proprio soletta	146	182	157	182	227	195		51,46	61,40
Permanenti	73	82	65	255	309	260		19,68	81,08
Effetti primari del ritiro	0	0	0	255	309	260		0,00	81,08
Effetti secondari del ritiro	24	27	21	278	336	281		0,00	81,08
Accidentali mezzi + folla	253	287	228	468	551	452		98,28	154,79
Vento	12	13	11	468	551	452		4,89	154,79
Deformazioni termiche	35	40	32	490	575	472		0,00	154,79
Cedimenti	4	4	4	494	579	475		6,88	161,68

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	46	54	48	46	54	48
Peso proprio soletta	198	234	208	244	288	256
Permanenti	92	102	85	336	390	341
Effetti primari del ritiro	0	0	0	336	390	341
Effetti secondari del ritiro	24	27	21	360	417	363
Accidentali mezzi + folla	352	385	326	623	705	607
Vento	17	18	15	623	705	607
Deformazioni termiche	35	40	32	644	729	626
Cedimenti	11	11	10	655	741	637

T _{media}	677,58
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,941	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	10,44	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	24,20	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	88,72	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	122,38	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	557	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,8
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_T	10,03	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	18,74	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	22,22	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,204	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,112	VERIFICA SODDISFATTA	0,19

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

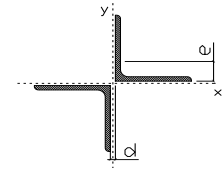
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\alpha-x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,44
$k_{\alpha-y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,15
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	17,89	6.061	0	8.182	0
Peso proprio soletta	92,63	31.374	0	50.536	0
Permanenti	35,42	11.998	0	68.534	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	68.534	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	68.534	0
Accidentali mezzi	176,90	59.916	0	149.419	0
Vento	8,80	2.981	0	152.102	0
Deformazioni termiche	0,00	0	0	152.102	0
Cedimenti	12,41	4.202	0	157.145	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NED (daN)	157.145
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,85
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,71

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.827,27 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.827,27 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.827,27 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.827,27 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.827,27 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.826,22 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,22 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,22 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,22 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,22 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.826,22 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	780	780
Effetti primari del ritiro	0	780
Effetti secondari del ritiro	262	1.042
Accidentali mezzi + folla	3.330	4.372
Folla	155	4.527
Deformazioni termiche	465	4.992
Cedimenti	40	5.031

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	45	61	48	65	0	0	0	0
Peso proprio soletta	184	309	198	332	0	0	0	0
Permanenti	91	446	83	457	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	446	0	457	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	30	481	27	490	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	318	910	290	882	0	0	0	0
Folla	15	924	14	894	0	0	0	0
Deformazioni termiche	44	956	41	923	0	0	0	0
Cedimenti	5	962	5	928	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G7

COPRIGIUNTO SUPERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,70
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	743.207	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	556.612	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	371.603	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	794.400	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.880.621	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.355.923	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	899.640	946.667
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.818	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.708		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	893.964	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	677.167	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	446.982	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	990.768	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.396.600	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.957.039	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.018.980	1.125.857
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.830	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.731		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

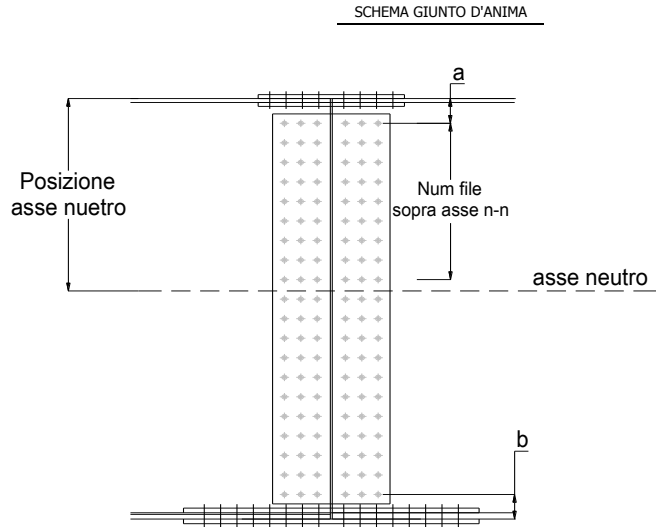
Foglio
10 di 17

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	124
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	402.510
	Azione anima sup. S_{av} (daN) (SLU)	284.460
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	290.603
	Azione max bulloni sup. (daN)	20.337
	Azione max bulloni inf. (daN)	20.213
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.741
	Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	21.760

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.838
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.983
	Sforzo nel coprighiunto sup.(daN/cm ²)	1.532
	Sforzo nel coprighiunto inf.(daN/cm ²)	1.658
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	820.502
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.070.071
	Scorrimento superiore (daN)	339.749
	Scorrimento inferiore (daN)	362.525
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

Foglio
11 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	67	0	30	41	41	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-109	0	-4	-34	-34	
totale	176	0	34	75	75	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	6	146	142	-166	-171

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	144	107

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,7

Luce Campata - L i+1 (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	24,11	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	28,74	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	21,46	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

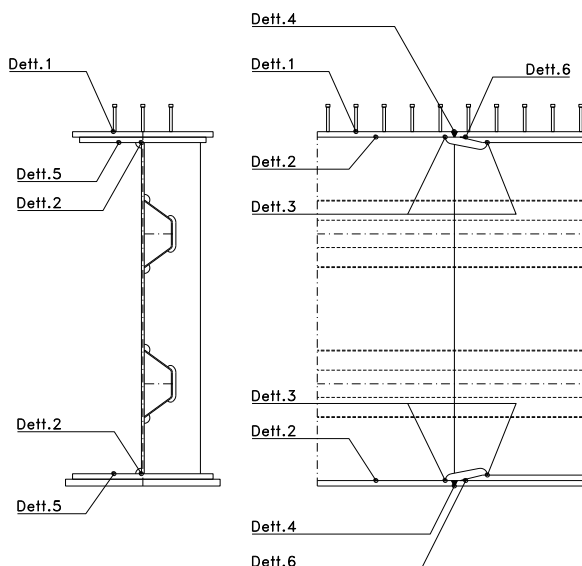
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	33,17	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,93	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	36,89	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	34,11	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	4.929	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]

ARMATURA TESA

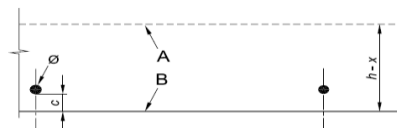
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	25	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	6.271,39	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	177,17	[MPa]
x	0	[mm]



nf.2	25	[-]
φφ.2	18	[mm]
Asf.2	6.271,39	[mm ²]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

σs QP	114,43	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

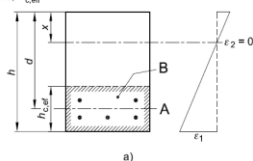
αe	6,24	[-]
As	12.543	[mm ²]
Ac,eff.1	985.800	[mm ²]
Ac,eff.2	542.190	[mm ²]
Ac,eff.3	813.285	[mm ²]
Ac,eff.min	542.190	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

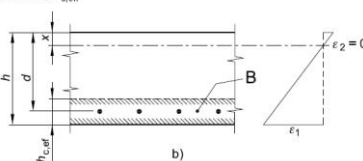
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

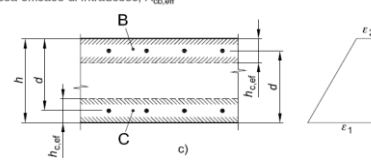
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
kt	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000506	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000552	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000552	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000327
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000253
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000327

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,24	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,14	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.428	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 134,89 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-265,15	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	265,04	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	108,81	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0

b1=30xt1= 540 t1 = 18

b/t = 10,60 <= 12,00 OK

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,941	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,000	
δ	AL/(hw tw)	0,152	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,671	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		52,93	6,61

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$

$\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 112.429.296$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 360 t = 18 b2 = 419,4

b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,65

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K

γ_T

$I_t = 1.352.171.362 > 139.450.118$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.428
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -265,1	σ_2 = 265,04
	τ = 108,8	y_n (mm)= 1.214,2

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-265,1	-80,5	101,4		
σ_2	-86,0	95,9	280,5		
σ_1^*	265,1	80,5	-101,4		
σ_2^*	86,0	-95,9	-280,5		
τ	108,8	108,8	108,8		
ψ	0,32	-1,19	2,77		
σ_{id}	325,30	204,94	214,00		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	5,898	-	2,172		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	528,51	-	194,64		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	580,30	1007,26	908,89		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	341,41	350,56	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,05	1,71	1,63		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.949	Msd= 27.017
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 29.943	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 42.300	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs 900	bi 800
σ_{td}	-552,81	ts 37	ti 35
θ	0,816	Nfd 12.152.031	
ϕ	0,544	Mfs 6.200.318	Mfi 43.017.842
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t_{we2} τ^* =	22.933.573	N
Vt =	0	N
Vrd =	22.933.573	N
Verifica=	22.933.573	N
	>=	3.948.623

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+te =	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw =	1.700	mm
Sforzo normale = N_{rd}=V_{rd}-0,8*V_{cr} =	4.586.715	N
Area = A =	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J =	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i =	154,34	mm
Snellezza = λ =	11,01	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	17.092	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE} =	250.859.731	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd} =	5.210.406	N

N_{Rd} =	5.210.406	>=	N_{rd} =	4.586.715
-------------------------	-----------	--------------	-------------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 95,087$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 112.992.103 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 225.984.207 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σE	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

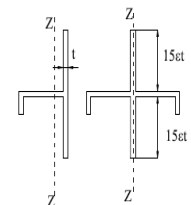
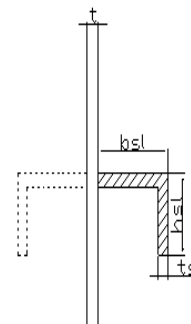


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	35	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	37	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	28.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	33.300	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	35	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	603,10	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.536	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	25.208	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	24.007	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **18.307** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	3.949	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.921	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	27.017	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 1,48$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

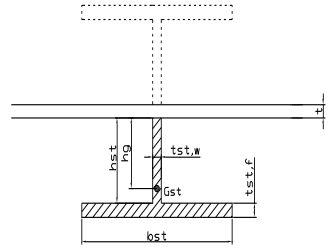
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6.900$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,57$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

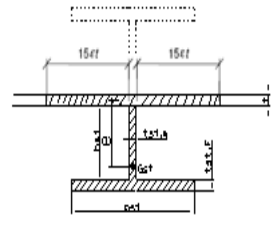


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	8.414,46	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	8.456,44	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	17.937	[mm ²]



σ_{max}	265,15	[MPa]
N_{Ed}	2.377,91	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,83	[MPa]
	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]
γ_{M1}		

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 5.039.024 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 5.039.024$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

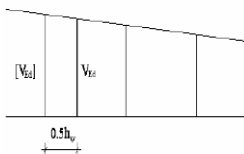
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$V_{Ed} = 3.949$ [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 524,59$ [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 524,59$ [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) = 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) = 185.361.840 [mm⁴]

$e_{max} = 279$ [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w = 2.500$ [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st} = 61.469$ [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00$ [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 8,33$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 6,07$ [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento $f_{yk} = 355$ [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) = 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) = 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w = 2.500$ [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st} = 61.469$ [kN]

Snellezza adimensionale $\lambda = 0,29$ [-]

Coefficiente di imperfezione $\alpha = 0,49$ [-]

Coefficiente $\phi = 0,56$

Coefficiente di riduzione $\chi = 0,95$

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento = 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten} = 0,00$ [kN]

Indice di resistenza = 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0		
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0		
	Spessore anima (cm)	2,0		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	500,5		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	500,5		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	2,0		
COEFF.	n° ferri superiori	50,05		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	2,0		
	n° ferri inferiori	50,05		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	4		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C8
FRAME	211
JOINT	228
num. Travi	2

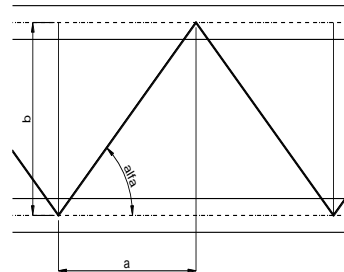
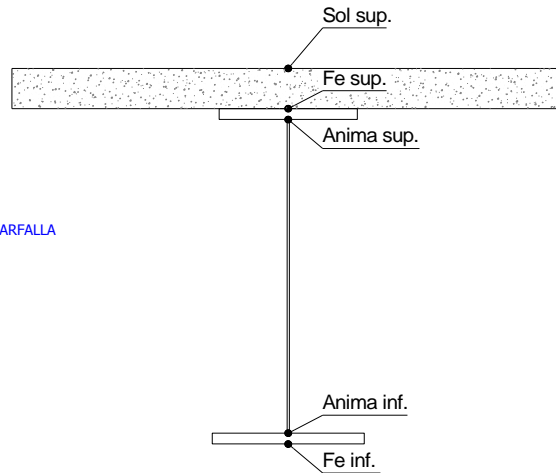
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

φ 18/20 cm

φ 18/20 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.996	183	23.342.239	12.438.513	3.915.382	346.045	127.871	367.859
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.410	218	29.620.857	13.835.107	2.861.230	937.383	135.626	1.073.237
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.102	187	24.103.712	12.658.188	3.747.974	382.107	128.953	407.977
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.841	175	22.078.808	12.021.958	4.242.835	295.494	125.962	312.207
Sezione metallica + ferri	1.478	152	18.001.687	3.984.838	141.726	183.657	118.446	191.471	121.648

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					2°Nodo					AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Peso proprio acciaio	-129	0	20	17	17				17	17		
Peso proprio soletta	-611	0	82	88	88				88	88		
Permanenti	-239	0	37	40	40				40	40		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0				0	0		
Effetti secondari del ritiro	-258	0	12	0	0				0	0		
Accidentali mezzi + folla	-653	0	129	201	201				201	201		
Vento	-30	0	6	10	10				10	10		
Deformazioni termiche primarie	358	707	0	0	0				0	0		
Deformazioni termiche secondarie	184	0	18	0	0				0	0		
Cedimenti	-57	0	2	14	14				14	14		

valori x10⁴

valori x10⁴

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-132	-128	119	123	0	-178	-173	161	167
Peso proprio soletta	0	-625	-606	565	584	0	-1.022	-991	924	955
Permanenti	-169	-130	-125	196	202	-253	-1.217	-1.178	1.218	1.258
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-253	-1.217	-1.178	1.218	1.258
Effetti secondari del ritiro	-182	-140	-135	212	218	-471	-1.386	-1.339	1.473	1.519
Accidentali mezzi + folla	-461	-356	-341	537	551	-1.093	-1.866	-1.800	2.198	2.264
Vento	-21	-16	-16	25	25	-1.112	-1.881	-1.814	2.220	2.286
Deformazioni termiche primarie +DT	731	-246	-241	52	56	-586	-2.058	-1.987	2.257	2.327
Deformazioni termiche secondarie +DT	-130	100	96	-151	-155	-680	-1.985	-1.918	2.148	2.215
Deformazioni termiche primarie -DT	-731	246	241	-52	-56	-1.639	-1.704	-1.641	2.183	2.246
Deformazioni termiche secondarie -DT	130	-100	-96	151	155	-1.545	-1.776	-1.710	2.291	2.358
Cedimenti	-40	-31	-30	47	48	-1.679	-2.095	-2.023	2.348	2.415

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	32	44	34	44	60	46		8,95	12,08
Peso proprio soletta	132	182	139	222	306	233		46,32	74,61
Permanenti	69	82	55	325	429	316		17,71	101,17
Effetti primari del ritiro	0	0	0	325	429	316		0,00	101,17
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	352	461	338		0,00	101,17
Accidentali mezzi + folla	240	287	193	676	848	599		88,45	220,58
Vento	11	13	9	687	860	607		4,40	224,54
Deformazioni termiche	34	40	27	711	889	627		0,00	224,54
Cedimenti	4	4	3	715	894	630		6,20	231,99

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	53	43	56	72	58
Peso proprio soletta	178	229	185	297	381	308
Permanenti	87	100	73	426	531	417
Effetti primari del ritiro	0	0	0	426	531	417
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	453	563	439
Accidentali mezzi + folla	329	375	282	897	1.069	820
Vento	16	18	13	911	1.085	832
Deformazioni termiche	34	40	27	935	1.114	851
Cedimenti	10	11	9	947	1.126	862

τ media (daN/cm2)
978,6

Rapp τ	0,58
--------	------

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	198	190
Peso proprio soletta	1.116	1.066
Permanenti	1.390	1.417
Effetti primari del ritiro	1.390	1.417
Effetti secondari del ritiro	1.553	1.658
Accidentali mezzi + folla	2.378	2.616
Vento	2.404	2.646
Deformazioni termiche	2.511	2.725
Cedimenti	2.605	2.782

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	0,77	Rapp σ inf	0,82
------------	------	------------	------

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-132	-128	119	123	0	-132	-128	119	123
Peso proprio soletta	0	-625	-606	565	584	0	-757	-734	684	708
Permanenti	-169	-130	-125	196	202	-169	-887	-859	881	909
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-169	-887	-859	881	909
Effetti secondari del ritiro	-182	-140	-135	212	218	-351	-1.028	-993	1.093	1.127
Accidentali mezzi + folla	-461	-356	-341	537	551	-811	-1.383	-1.334	1.630	1.679
Vento	-21	-16	-16	25	25	-824	-1.393	-1.344	1.644	1.694
Deformazioni termiche primarie +DT	731	-246	-241	52	56	-385	-1.541	-1.488	1.675	1.728
Deformazioni termiche secondarie +DT	130	100	96	-151	-155	-308	-1.480	-1.431	1.585	1.634
Deformazioni termiche primarie -DT	-731	246	241	52	-56	-1.263	-1.246	-1.199	1.675	1.660
Deformazioni termiche secondarie -DT	-130	-100	-96	151	155	-1.341	-1.306	-1.257	1.766	1.753
Cedimenti	-40	-31	-30	47	48	-1.381	-1.572	-1.518	1.813	1.801

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	32	44	34	32	44	34		8,95	8,95
Peso proprio soletta	132	182	139	164	227	173		46,32	55,26
Permanenti	69	82	55	233	309	228		17,71	72,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	233	309	228		0,00	72,98
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	256	336	246		0,00	72,98
Accidentali mezzi + folla	240	287	193	496	622	440		88,45	161,43
Vento	11	13	9	503	630	445		4,40	165,83
Deformazioni termiche	34	40	27	523	654	461		0,00	165,83
Cedimenti	4	4	3	526	659	464		5,63	171,46

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	53	43	41	53	43
Peso proprio soletta	178	229	185	220	282	228
Permanenti	87	100	73	306	382	301
Effetti primari del ritiro	0	0	0	306	382	301
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	329	409	319
Accidentali mezzi + folla	329	375	282	657	784	601
Vento	16	18	13	667	794	609
Deformazioni termiche	34	40	27	687	818	625
Cedimenti	9	10	9	696	828	634

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	146	140
Peso proprio soletta	826	790
Permanenti	1.009	1.024
Effetti primari del ritiro	1.009	1.024
Effetti secondari del ritiro	1.145	1.225
Accidentali mezzi + folla	1.754	1.934
Vento	1.772	1.954
Deformazioni termiche	1.861	2.072
Cedimenti	1.939	2.119

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm *Raddoppio ala inferiore* $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15 : t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	228,0	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-204,3	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	79,2	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	440	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,347	-	ψ_2 =	-2,580	-	b_{2t} =	1.135	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,868	-	$k_{\sigma 2}$ =	76,628	-			
λ_{p1} =	0,733	-	λ_{p2} =	0,109	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	353	[mm]	$b_{2,sup}$	176	mm			
$b_{1,inf}$	468	[mm]	$b_{2,lat}$	264	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	440	mm			
$b_{1,lat,eff}$	353	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	176	mm			
$b_{1,inf,eff}$	468	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	264	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	20.000	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	47	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.918	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a _c	8.002	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.581	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	7.334	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.375	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	20.000	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,032	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,224	[-]	snellezza
ψ	-0,896	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	20.000	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.918	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	20.000	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.564	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.286	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,221	[-]	snellezza
i	80	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	47	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	95	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	95	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,597	[-]	
Φ	0,531	[-]	
χ_c	0,987	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,007	[-]	
ρ_c	0,987	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 32.079 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	19,7	[mm]
tsl,red	24,7	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.228	119	12.695.071	3.984.838	0	96.950	106.631	100.005	110.338
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.059	23.896.859	12.438.513	3.894.628	339.497	133.048	359.952	136.078
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.474	30.688.575	13.835.107	2.858.276	902.678	142.075	1.023.046	144.756
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.166	24.711.694	12.658.188	3.729.200	374.417	134.303	398.572	137.288
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.905	22.550.365	12.021.958	4.218.694	290.416	130.839	306.189	133.948
Sezione metallica + ferri	1.542	149	18.253.227	3.984.838	140.762	181.310	122.238	188.812	125.602

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-129	0	20	17	17	-1,72
Peso proprio soletta	-611	0	82	88	88	-1,72
Permanenti	-239	0	37	40	40	-2,66
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,66
Effetti secondari del ritiro	-258	0	12	0	0	-2,66
Accidentali mezzi + folla	-653	0	129	201	201	-2,66
Vento	-30	0	6	10	10	-2,66
Deformazioni termiche primarie	377	707	0	0	0	-2,66
Deformazioni termiche secondarie	184	0	18	0	0	-2,66
Cedimenti	-57	0	2	14	14	-2,66

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
17	17
88	88
40	40
0	0
0	0
201	201
10	10
0	0
0	0
14	14

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-133	-129	117	121	0	-180	-174	158	163
Peso proprio soletta	0	-630	-611	554	573	0	-1.030	-999	905	937
Permanenti	-170	-132	-127	190	196	-255	-1.228	-1.189	1.191	1.230
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-255	-1.228	-1.189	1.191	1.230
Effetti secondari del ritiro	-183	-142	-137	205	211	-475	-1.399	-1.353	1.437	1.483
Accidentali mezzi + folla	-464	-360	-346	520	534	-1.101	-1.885	-1.820	2.139	2.205
Vento	-21	-17	-16	24	25	-1.120	-1.900	-1.834	2.161	2.227
Deformazioni termiche primarie +DT	726	-245	-240	57	62	-597	-2.077	-2.007	2.201	2.271
Deformazioni termiche secondarie +DT	131	101	97	-146	-151	-503	-2.004	-1.937	2.096	2.163
Deformazioni termiche primarie -DT	-726	245	240	-57	-62	-1.643	-1.723	-1.661	2.120	2.182
Deformazioni termiche secondarie -DT	-131	-101	-97	146	151	-1.737	-1.796	-1.731	2.225	2.291
Cedimenti	-40	-31	-30	45	47	-1.778	-2.114	-2.043	2.280	2.347

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	33	44	33	44	60	45		8,95	12,08
Peso proprio soletta	133	182	136	224	306	229		46,32	74,61
Permanenti	70	82	54	328	429	309		17,71	101,17
Effetti primari del ritiro	0	0	0	328	429	309		0,00	101,17
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	355	461	330		0,00	101,17
Accidentali mezzi + folla	243	287	187	683	848	583		88,45	220,58
Vento	11	13	9	693	860	591		4,40	224,54
Deformazioni termiche	34	40	26	718	889	610		0,00	224,54
Cedimenti	4	4	3	722	894	613		6,20	231,98

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	53	42	56	72	57
Peso proprio soletta	180	229	182	298	381	303
Permanenti	87	100	71	429	531	410
Effetti primari del ritiro	0	0	0	429	531	410
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	457	563	431
Accidentali mezzi + folla	331	375	276	904	1.069	804
Vento	16	18	13	918	1.085	815
Deformazioni termiche	34	40	26	942	1.114	834
Cedimenti	10	11	9	954	1.126	845

T _{media}
975,4

Rapp τ
0,58

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	199	186
Peso proprio soletta	1.125	1.047
Permanenti	1.402	1.387
Effetti primari del ritiro	1.402	1.387
Effetti secondari del ritiro	1.567	1.620
Accidentali mezzi + folla	2.400	2.552
Vento	2.427	2.581
Deformazioni termiche	2.533	2.653
Cedimenti	2.628	2.709

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,78	0,80

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-133	-129	117	121	0	-133	-129	117	121
Peso proprio soletta	0	-630	-611	554	573	0	-763	-740	671	694
Permanenti	-170	-132	-127	190	196	-170	-895	-867	861	890
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-170	-895	-867	861	890
Effetti secondari del ritiro	-183	-142	-137	205	211	-353	-1.037	-1.003	1.066	1.101
Accidentali mezzi + folla	-464	-360	-346	520	534	-701	-1.308	-1.263	1.456	1.501
Vento	-21	-17	-16	24	25	-701	-1.308	-1.263	1.456	1.501
Deformazioni termiche primarie +DT	726	-245	-240	57	62	-265	-1.455	-1.407	1.490	1.538
Deformazioni termiche secondarie +DT	131	101	97	-146	-151	-187	-1.394	-1.348	1.402	1.448
Deformazioni termiche primarie -DT	-726	245	240	-57	-62	-1.137	-1.160	-1.118	1.422	1.464
Deformazioni termiche secondarie -DT	-131	-101	-97	146	151	-1.215	-1.221	-1.177	1.510	1.555
Cedimenti	-40	-31	-30	45	47	-1.256	-1.486	-1.437	1.556	1.601

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	33	40	33	33	40	33		8,95	8,95
Peso proprio soletta	133	164	136	166	204	169		46,32	55,26
Permanenti	70	74	54	235	278	223		17,71	72,98
Effetti primari del ritiro	0	0	0	235	278	223		0,00	72,98
Effetti secondari del ritiro	23	24	17	258	302	240		0,00	72,98
Accidentali mezzi + folla	243	258	187	440	496	381		88,45	139,31
Vento	11	12	9	440	496	381		4,40	139,31
Deformazioni termiche	34	36	26	461	517	397		0,00	139,31
Cedimenti	4	4	3	464	521	400		6,20	145,51

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	49	42	41	49	42
Peso proprio soletta	180	210	182	221	259	225
Permanenti	87	92	71	308	351	296
Effetti primari del ritiro	0	0	0	308	351	296
Effetti secondari del ritiro	23	24	17	331	375	313
Accidentali mezzi + folla	331	346	276	580	635	520
Vento	16	16	13	580	635	520
Deformazioni termiche	34	36	26	600	656	536
Cedimenti	10	10	9	610	667	545

T _{media}	607,19
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,944	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	116,21	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	525	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	9,99	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	17,75	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	20,61	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,139	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,088	VERIFICA SODDISFATTA	0,13

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

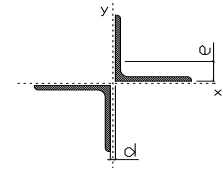
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,44
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,15
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	17,89	6.061	0	8.182	0
Peso proprio soletta	92,63	31.374	0	50.536	0
Permanenti	35,42	11.998	0	68.534	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	68.534	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	68.534	0
Accidentali mezzi	176,90	59.916	0	149.419	0
Vento	8,80	2.981	0	152.102	0
Deformazioni termiche	0,00	0	0	152.102	0
Cedimenti	12,41	4.202	0	157.145	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	157.145
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,85
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,71

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.827,27 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.827,27 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.827,27 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.827,27 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.827,27 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.826,22 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,22 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,22 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,22 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,22 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.826,22 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	570	570
Effetti primari del ritiro	0	570
Effetti secondari del ritiro	192	762
Accidentali mezzi + folla	2.474	3.236
Folla	115	3.351
Deformazioni termiche	345	3.696
Cedimenti	29	3.725

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	38	51	40	54	0	0	0	0
Peso proprio soletta	156	262	164	275	0	0	0	0
Permanenti	81	383	65	373	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	383	0	373	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	26	415	21	398	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	283	797	228	706	0	0	0	0
Folla	13	809	11	716	0	0	0	0
Deformazioni termiche	40	838	32	738	0	0	0	0
Cedimenti	4	843	4	743	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G7

COPRIGIUNTO SUPERIORE **DOPPIA SEZIONE**

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE **DOPPIA SEZIONE**

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	658.852	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	494.327	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	329.426	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	794.400	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.292.138	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.835.341	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.028.160	1.081.905
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.186	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.100		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	857.347	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	650.539	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	428.674	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	990.768	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.672.000	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	4.277.880	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.101.600	1.217.143
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.510	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.423		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

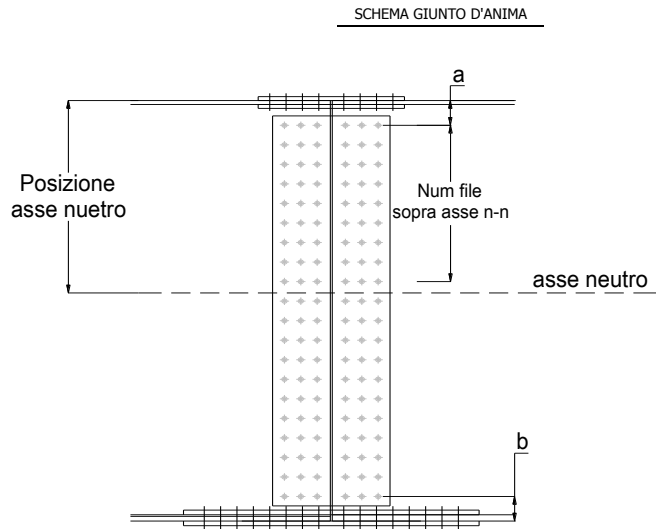
Foglio
10 di 17

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	2,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	116
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	402.510
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	226.816
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	304.931
	Azione max bulloni sup. (daN)	17.238
	Azione max bulloni inf. (daN)	19.887
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.741
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	21.340

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.467
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.708
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)	1.365
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)	1.565
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	911.669
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.188.968
	Scorrimento superiore (daN)	293.185
	Scorrimento inferiore (daN)	374.109
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	67	0	30	41	41	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-109	0	-4	-34	-34	
totale	176	0	34	75	75	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	6	96	92	-145	-149

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	123	92

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	50,7

Luce Campata - L i+1 (m)	50,7
--------------------------	------

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	15,83	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	24,55	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	18,43	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

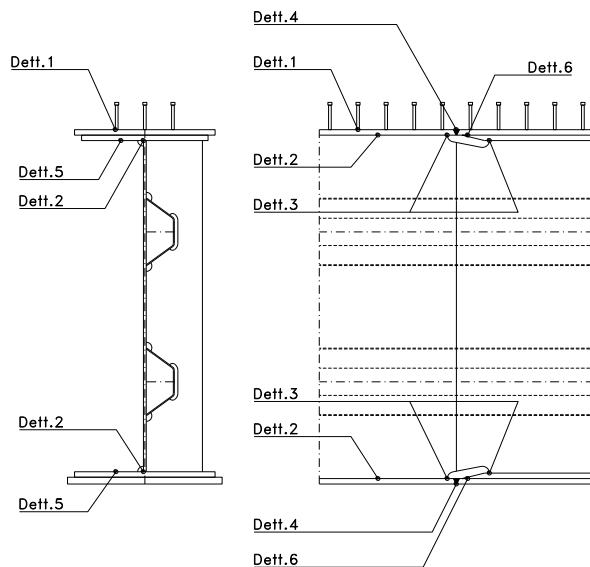
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,94	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	32,65	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

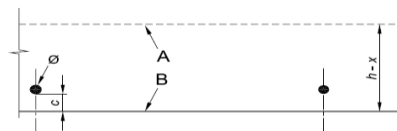
VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,72	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.005	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	50	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	15.723,67	[mm ²]

	nf.2	50	[-]
	φφ.2	20	[mm]
	Asf.2	15.723,67	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	125,58	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	82,21	[MPa]
-------	-------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

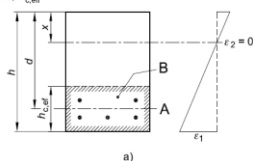
αe	6,24	[-]
As	31.447	[mm ²]
Ac,eff.1	1.001.000	[mm ²]
Ac,eff.2	550.550	[mm ²]
Ac,eff.3	825.825	[mm ²]
Ac,eff.min	550.550	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

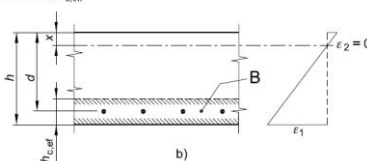
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

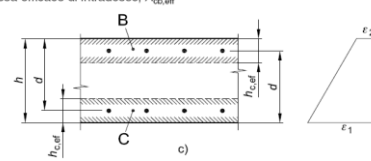
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρ _{p,eff}	0,05712	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
k _t	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000359	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000458	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000458	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000235
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000251
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000251

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	20,00	[mm]
s _{max,rif}	200	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	162	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,07	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,04	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 121,00 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-227,99	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	204,34	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	97,54	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0

b1=30xt1= 600 t1 = 20

b/t = 10,60 <= 12,00 OK

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,944	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,896	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 154.800.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		53,31	6,63

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 370 t = 22 b2 = 466

b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 189.792.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,36

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -228,0	σ_2 = 204,34
	τ = 97,5	y_n (mm)= 1.276,2

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	20	20	20		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-228,0	-76,9	71,9		
σ_2	-81,4	67,4	218,4		
σ_1^*	228,0	76,9	-71,9		
σ_2^*	81,4	-67,4	-218,4		
τ	97,5	97,5	97,5		
ψ	0,36	-0,88	3,04		
σ_{id}	283,75	185,63	183,59		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,765	-	2,029		
k_{σ}	-	14,162	-		
k_{σ}	-	-	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	637,80	-	224,50		
σ_{cr}	-	1615,65	-		
σ_{cr}	-	-	-		
τ_{cr}	647,84	666,26	647,84		
$\sigma_{cr,id}$	706,98	1197,86	1122,09		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,92	351,87	351,43		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,22	1,90	1,91		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.949	Msd= 27.167
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 32.296	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M_{rd} = 45.855	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr}+V_t		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	647,84	bs 900	bi 800
σ_{td}	-765,76	ts 40	ti 40
θ	0,814	N_{fd} 13.128.357	
ϕ	0,543	M_{fs} 7.062.105	M_{fi} 38.119.868
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 31.355.294 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 31.355.294 \text{ N}$
Verifica= 31.355.294 N \geq 3.948.623

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.694 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.271.059 N
Area = A	18.260 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53 mm
Inerzia = J	488.124.876 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	163,50 mm
Snellezza = λ	10,36
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	19.307 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	352.551.989 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	6.482.300 N

N_{Rd} = 6.482.300 \geq **N_{rd}** = 6.271.059

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 19,29 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 92,324$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 120.867.920 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 241.735.839 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	19,294	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	234,621	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,935	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,274	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,274	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,888	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	8271,396	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

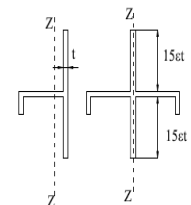
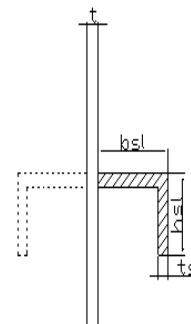


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	40	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	32.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	40	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	608,69	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.540	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	28.854	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	27.480	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	3.949	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.997	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	27.167	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} =$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

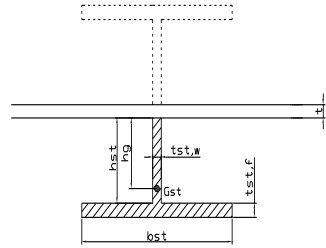
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} =$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7.000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458.333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	35.911.113	[mm ⁴]

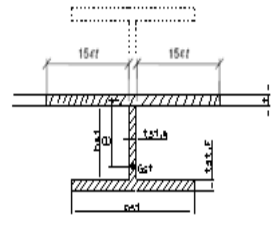


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17.163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662.733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	7.285,74	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	7.333,78	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
$A_{c,eff}$	20.000	[mm ²]



σ_{max}	227,99	[MPa]
N_{Ed}	2.279,82	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,79	[MPa]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,44	[-]
$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right)$	4.886.450	[mm ⁴]

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 4.886.450$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

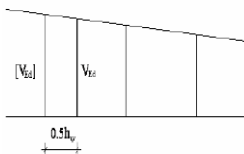
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.949 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 502,15 \quad \text{[kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 502,15 \quad \text{[kN]}$$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad [-]$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,13 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \textbf{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	2,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
Area controventi superiori (cm ²)		46,40
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0
Numero controventi		2
Angolo α travi princ. e controventi		48
Spessore equivalente t* (cm)		0,18
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	500,5
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	500,5
	Spessore predalle (cm)	5
	diametro ferri superiori soletta (cm)	2,0
	n° ferri superiori	50,05
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	2,0
n° ferri inferiori	50,05	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
TEMP	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	4
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	152,3
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C8
FRAME	211
JOINT	FINE RADD
num. Travi	2

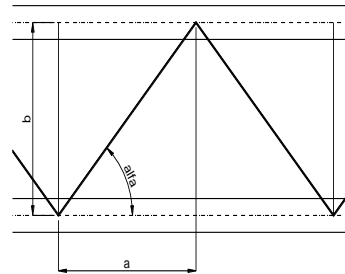
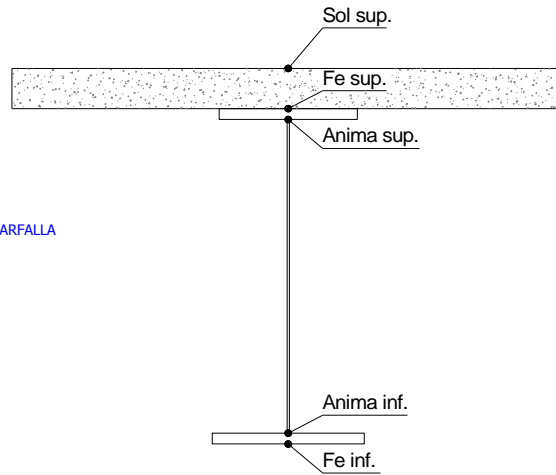
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 20/10 cm

ϕ 20/10 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.996	23.342.239	12.438.513	3.915.382	346.045	127.871	367.859	130.735
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.410	29.620.857	13.835.107	2.861.230	937.383	135.626	1.073.237	138.157
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.102	24.103.712	12.658.188	3.747.974	382.107	128.953	407.977	131.773
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.841	22.078.808	12.021.958	4.242.835	295.494	125.962	312.207	128.904
Sezione metallica + ferri	1.478	152	18.001.687	3.984.838	141.726	183.657	118.446	191.471	121.648

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					2°Nodo				
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Peso proprio acciaio	-166	0	18	3	3					
Peso proprio soletta	-757	0	65	2	2					
Permanenti	-305	0	40	7	7					
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0					
Effetti secondari del ritiro	-271	0	31	0	0					
Accidentali mezzi + folla	-704	0	115	174	174					
Vento	-40	0	9	7	7					
Deformazioni termiche primarie	358	707	0	0	0					
Deformazioni termiche secondarie	150	0	39	37	37					
Cedimenti	-58	0	3	7	7					

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)		
3	3		
2	2		
7	7		
0	0		
0	0		
174	174		
7	7		
0	0		
37	37		
7	7		

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-170	-165	153	159	0	-229	-222	207	214
Peso proprio soletta	0	-775	-751	700	724	0	-1.275	-1.235	1.152	1.192
Permanenti	-215	-166	-159	251	258	-323	-1.524	-1.474	1.528	1.578
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-323	-1.524	-1.474	1.528	1.578
Effetti secondari del ritiro	-191	-148	-142	223	229	-552	-1.701	-1.644	1.795	1.852
Accidentali mezzi + folla	-497	-383	-368	579	594	-1.223	-2.219	-2.141	2.577	2.655
Vento	-28	-22	-21	33	34	-1.248	-2.238	-2.159	2.606	2.685
Deformazioni termiche primarie +DT	731	-246	-241	52	56	-722	-2.415	-2.333	2.644	2.726
Deformazioni termiche secondarie +DT	-106	82	78	-123	-127	-798	-2.356	-2.276	2.555	2.635
Deformazioni termiche primarie -DT	-731	246	241	-52	-56	-1.775	-2.061	-1.986	2.569	2.644
Deformazioni termiche secondarie -DT	106	-82	-78	123	127	-1.698	-2.120	-2.042	2.658	2.736
Cedimenti	-41	-32	-30	48	49	-1.816	-2.453	-2.369	2.715	2.794

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	29	40	30	39	54	41		1,58	2,13
Peso proprio soletta	105	144	110	181	249	190		1,05	3,55
Permanenti	74	89	60	292	382	280		3,10	8,20
Effetti primari del ritiro	0	0	0	292	382	280		0,00	8,20
Effetti secondari del ritiro	58	69	46	362	465	335		0,00	8,20
Accidentali mezzi + folla	214	256	172	651	810	568		76,57	111,57
Vento	17	20	13	666	828	580		3,08	114,34
Deformazioni termiche	73	87	58	718	890	623		16,28	126,07
Cedimenti	6	7	4	725	898	628		3,10	129,79

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	31	42	32	41	56	43
Peso proprio soletta	106	145	111	184	253	193
Permanenti	78	92	63	301	391	288
Effetti primari del ritiro	0	0	0	301	391	288
Effetti secondari del ritiro	58	69	46	370	473	344
Accidentali mezzi + folla	291	332	249	762	922	680
Vento	20	23	17	780	942	695
Deformazioni termiche	89	103	75	844	1.016	749
Cedimenti	9	10	8	855	1.028	758

τ media (daN/cm2)
880,2

Rapp τ
0,53

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	233	220
Peso proprio soletta	1.276	1.200
Permanenti	1.564	1.607
Effetti primari del ritiro	1.564	1.607
Effetti secondari del ritiro	1.765	1.892
Accidentali mezzi + folla	2.515	2.833
Vento	2.547	2.871
Deformazioni termiche	2.706	2.957
Cedimenti	2.794	3.016

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,83 0,89

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-170	-165	153	159	0	-170	-165	153	159
Peso proprio soletta	0	-775	-751	700	724	0	-944	-915	853	883
Permanenti	-215	-166	-159	251	258	-215	-1.110	-1.074	1.104	1.140
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-215	-1.110	-1.074	1.104	1.140
Effetti secondari del ritiro	-191	-148	-142	223	229	-406	-1.258	-1.216	1.327	1.369
Accidentali mezzi + folla	-497	-383	-368	579	594	-903	-1.641	-1.584	1.906	1.963
Vento	-28	-22	-21	33	34	-920	-1.654	-1.596	1.925	1.984
Deformazioni termiche primarie +DT	731	-246	-241	52	56	-481	-1.802	-1.741	1.956	2.017
Deformazioni termiche secondarie +DT	106	82	78	-123	-127	-418	-1.753	-1.694	1.882	1.941
Deformazioni termiche primarie -DT	-731	246	241	52	-56	-1.359	-1.507	-1.452	1.956	1.950
Deformazioni termiche secondarie -DT	-106	-82	-78	123	127	-1.422	-1.556	-1.499	2.030	2.026
Cedimenti	-41	-32	-30	48	49	-1.463	-1.833	-1.771	2.078	2.075

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	29	40	30	29	40	30		1,58	1,58
Peso proprio soletta	105	144	110	134	184	140		1,05	2,63
Permanenti	74	89	60	208	273	200		3,10	5,73
Effetti primari del ritiro	0	0	0	208	273	200		0,00	5,73
Effetti secondari del ritiro	58	69	46	266	342	247		0,00	5,73
Accidentali mezzi + folla	214	256	172	480	598	419		76,57	82,30
Vento	17	20	13	490	610	428		3,08	85,38
Deformazioni termiche	73	87	58	534	662	463		16,28	101,66
Cedimenti	6	7	4	539	668	467		2,81	104,48

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	31	42	32	31	42	32
Peso proprio soletta	106	145	111	136	187	143
Permanenti	78	92	63	214	279	206
Effetti primari del ritiro	0	0	0	214	279	206
Effetti secondari del ritiro	58	69	46	272	348	253
Accidentali mezzi + folla	291	332	249	562	680	502
Vento	20	23	17	574	694	512
Deformazioni termiche	89	103	75	628	756	557
Cedimenti	8	9	7	636	765	564

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	173	163
Peso proprio soletta	945	889
Permanenti	1.137	1.160
Effetti primari del ritiro	1.137	1.160
Effetti secondari del ritiro	1.304	1.397
Accidentali mezzi + folla	1.859	2.094
Vento	1.881	2.120
Deformazioni termiche	2.013	2.248
Cedimenti	2.086	2.296

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15 : t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.523	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	263,5	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-239,4	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	90,4	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	432	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,343	-	ψ_2 =	-2,648	-	b_{2t} =	1.143	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,886	-	$k_{\sigma 2}$ =	79,599	-			
λ_{p1} =	0,732	-	λ_{p2} =	0,105	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	352	[mm]	$b_{2,sup}$	173	mm
$b_{1,inf}$	468	[mm]	$b_{2,lat}$	259	mm

larghezze efficaci

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	432	mm
$b_{1,lat,eff}$	352	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	173	mm
$b_{1,inf,eff}$	468	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	259	mm
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.940	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	47	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.905	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	7.999	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	5.790	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	16.652	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.315	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.940	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,032	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,148	[-]	snellezza
ψ	-0,909	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.940	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.905	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.940	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	5.783	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	16.631	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,146	[-]	snellezza
i	80	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	47	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	95	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	95	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,596	[-]	
Φ	0,495	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 32.166 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	20,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sf6} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animatinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.230	119	12.700.179	3.984.838	0	96.926	106.751	99.978	110.465
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.062	179	23.923.967	12.438.513	3.894.323	339.277	133.292	359.681
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.476	216	30.737.851	13.835.107	2.858.561	901.452	142.370	1.021.254
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.168	184	24.741.118	12.658.188	3.728.956	374.157	134.554	398.248
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.907	172	22.573.854	12.021.958	4.218.289	290.248	131.071	305.985
Sezione metallica + ferri	1.545	149	18.267.010	3.984.838	140.741	181.235	122.426	188.725	125.799

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-166	0	18	3	3	-1,80
Peso proprio soletta	-757	0	65	2	2	-1,80
Permanenti	-305	0	40	7	7	-2,77
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,77
Effetti secondari del ritiro	-271	0	31	0	0	-2,77
Accidentali mezzi + folla	-704	0	115	174	174	-2,77
Vento	-40	0	9	7	7	-2,77
Deformazioni termiche primarie	378	707	0	0	0	-2,77
Deformazioni termiche secondarie	150	0	39	37	37	-2,77
Cedimenti	-58	0	3	7	7	-2,77

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
3	3
2	2
7	7
0	0
0	0
174	174
7	7
0	0
37	37
7	7

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-171	-166	150	156	0	-231	-224	203	210
Peso proprio soletta	0	-781	-757	685	709	0	-1.286	-1.246	1.128	1.167
Permanenti	-217	-168	-162	242	249	-325	-1.538	-1.489	1.492	1.541
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-325	-1.538	-1.489	1.492	1.541
Effetti secondari del ritiro	-193	-150	-144	215	221	-556	-1.717	-1.661	1.750	1.807
Accidentali mezzi + folla	-500	-388	-373	560	575	-1.231	-2.242	-2.165	2.506	2.583
Vento	-28	-22	-21	32	33	-1.257	-2.262	-2.184	2.534	2.612
Deformazioni termiche primarie +DT	726	-245	-240	57	62	-734	-2.438	-2.357	2.575	2.657
Deformazioni termiche secondarie +DT	107	83	79	-119	-123	-657	-2.379	-2.300	2.489	2.568
Deformazioni termiche primarie -DT	-726	245	240	-57	-62	-1.780	-2.085	-2.011	2.493	2.568
Deformazioni termiche secondarie -DT	-107	-83	-79	119	123	-1.857	-2.145	-2.068	2.579	2.656
Cedimenti	-41	-32	-31	46	47	-1.898	-2.477	-2.394	2.635	2.714

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	29	40	30	40	54	40		1,58	2,13
Peso proprio soletta	106	144	108	182	249	186		1,05	3,55
Permanenti	75	89	58	295	382	273		3,10	8,20
Effetti primari del ritiro	0	0	0	295	382	273		0,00	8,20
Effetti secondari del ritiro	58	69	45	365	465	327		0,00	8,20
Accidentali mezzi + folla	217	256	167	658	810	552		76,57	111,57
Vento	17	20	13	673	828	564		3,08	114,34
Deformazioni termiche	73	87	57	726	890	604		16,28	126,07
Cedimenti	6	7	4	733	898	610		3,10	129,78

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	31	42	31	42	56	42
Peso proprio soletta	107	145	109	186	253	189
Permanenti	78	92	61	303	391	281
Effetti primari del ritiro	0	0	0	303	391	281
Effetti secondari del ritiro	58	69	45	373	473	335
Accidentali mezzi + folla	293	332	243	769	922	664
Vento	20	23	16	787	942	678
Deformazioni termiche	90	103	73	852	1.016	731
Cedimenti	9	10	7	862	1.028	739

τ_{media}
876,7

Rapp τ
0,53

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	235	216
Peso proprio soletta	1.287	1.175
Permanenti	1.579	1.569
Effetti primari del ritiro	1.579	1.569
Effetti secondari del ritiro	1.783	1.844
Accidentali mezzi + folla	2.542	2.757
Vento	2.574	2.793
Deformazioni termiche	2.732	2.873
Cedimenti	2.822	2.929

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,83	0,87

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-171	-166	150	156	0	-171	-166	150	156
Peso proprio soletta	0	-781	-757	685	709	0	-952	-923	836	865
Permanenti	-217	-168	-162	242	249	-217	-1.121	-1.085	1.078	1.114
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-217	-1.121	-1.085	1.078	1.114
Effetti secondari del ritiro	-193	-150	-144	215	221	-409	-1.270	-1.228	1.293	1.335
Accidentali mezzi + folla	-500	-388	-373	560	575	-784	-1.561	-1.508	1.713	1.766
Vento	-28	-22	-21	32	33	-784	-1.561	-1.508	1.713	1.766
Deformazioni termiche primarie +DT	726	-245	-240	57	62	-349	-1.709	-1.652	1.747	1.803
Deformazioni termiche secondarie +DT	107	83	79	-119	-123	-285	-1.659	-1.605	1.676	1.730
Deformazioni termiche primarie -DT	-726	245	240	-57	-62	-1.220	-1.414	-1.364	1.679	1.729
Deformazioni termiche secondarie -DT	-107	-83	-79	119	123	-1.284	-1.464	-1.412	1.751	1.803
Cedimenti	-41	-32	-31	46	47	-1.325	-1.741	-1.683	1.797	1.851

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	29	36	30	29	36	30		1,58	1,58
Peso proprio soletta	106	130	108	135	166	138		1,05	2,63
Permanenti	75	80	58	210	246	196		3,10	5,73
Effetti primari del ritiro	0	0	0	210	246	196		0,00	5,73
Effetti secondari del ritiro	58	62	45	269	308	241		0,00	5,73
Accidentali mezzi + folla	217	230	167	431	481	366		76,57	63,16
Vento	17	18	13	431	481	366		3,08	63,16
Deformazioni termiche	73	78	57	475	527	400		16,28	72,93
Cedimenti	6	6	4	481	533	404		3,10	76,03

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	31	38	31	31	38	31
Peso proprio soletta	107	131	109	138	169	140
Permanenti	78	83	61	216	252	201
Effetti primari del ritiro	0	0	0	216	252	201
Effetti secondari del ritiro	58	62	45	274	314	246
Accidentali mezzi + folla	293	307	243	494	544	429
Vento	20	21	16	494	544	429
Deformazioni termiche	90	94	73	548	600	473
Cedimenti	9	9	7	557	609	480

T _{media}	548,74
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,629	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	117,05	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	os1	599	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.523

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_T	17,48	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	29,00	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	34,03	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,081	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,095	VERIFICA SODDISFATTA	0,09

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

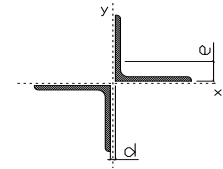
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{m,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,25
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,00
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	3,16	1.070	0	1.444	0
Peso proprio soletta	2,11	713	0	2.406	0
Permanenti	6,20	2.100	0	5.556	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	5.556	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	5.556	0
Accidentali mezzi	153,14	51.867	0	75.577	0
Vento	6,16	2.087	0	77.455	0
Deformazioni termiche	32,56	11.029	0	85.396	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	87.917	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	87.917
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,47
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,40

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.022,29 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.022,29 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.022,29 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.022,29 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.022,29 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.021,70 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.021,70 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.021,70 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.021,70 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.021,70 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.021,70 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

 Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	616	616
Effetti primari del ritiro	0	616
Effetti secondari del ritiro	495	1.111
Accidentali mezzi + folla	2.206	3.317
Folla	173	3.490
Deformazioni termiche	748	4.238
Cedimenti	43	4.281

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	34	46	36	48	0	0	0	0
Peso proprio soletta	123	213	130	224	0	0	0	0
Permanenti	88	345	71	330	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	345	0	330	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	68	426	55	395	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	252	767	203	670	0	0	0	0
Folla	20	785	16	684	0	0	0	0
Deformazioni termiche	86	846	69	734	0	0	0	0
Cedimenti	7	854	5	740	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	47	0	30	41	41	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-116	0	-3	-34	-34	
totale	163	0	33	75	75	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	6	89	85	-134	-138

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	120	91

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luca Campata - L i (m) 50,7

Luca Campata - L i+1 (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	14,66	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	24,06	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	18,12	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

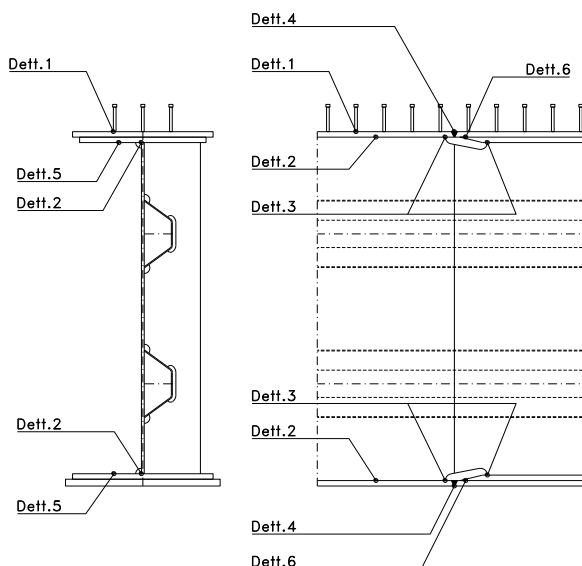
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	26,80	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	30,24	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

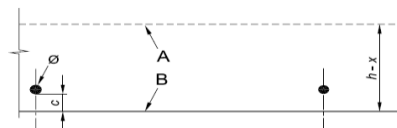
$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	27,52	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.005	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	50	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	15.723,67	[mm ²]

	nf.2	50	[-]
	φφ.2	20	[mm]
	Asf.2	15.723,67	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	132,53	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	86,69	[MPa]
-------	-------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

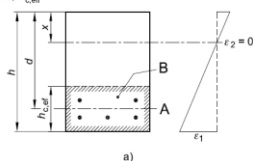
αe	6,24	[-]
As	31.447	[mm ²]
Ac,eff.1	1.001.000	[mm ²]
Ac,eff.2	550.550	[mm ²]
Ac,eff.3	825.825	[mm ²]
Ac,eff.min	550.550	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

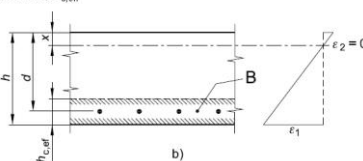
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

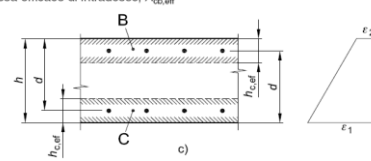
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo

ρ _{p,eff}	0,05712	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Fattore di durata del carico

kt	0,40	[-]
----	------	-----

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000379	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000491	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000491	

QP [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000248	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000273	
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000273	

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	20,00	[mm]
s _{max,rif}	200	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	162	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Distanza massima tra le fessure

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	wd	0,08	[mm]
--	-------------	-----------	------	------

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	wd	0,04	[mm]
--	-----------	-----------	------	------

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.523	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 121,00 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-263,46	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	239,37	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	87,67	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0
b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,629	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,909	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

	α	τ	σ
α inf	0,5	24	5
α sup	0,7	24	5
Valore interpolato		24,00	5,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 69.696.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 370 t = 22 b2 = 466
b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

	α	T
α inf	0,5	40
α sup	0,7	40
Valore interpolato		40,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 116.160.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -263,5	σ_2 = 239,37
	τ = 87,7	y_n (mm)= 1.268,0

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta * v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	1.523	1.523	1.523		
tw	20	20	20		
α	1,86	1,88	1,86		
σ_1	-263,5	-87,8	85,3		
σ_2	-93,0	80,1	255,8		
σ_1^*	263,5	87,8	-85,3		
σ_2^*	93,0	-80,1	-255,8		
τ	87,7	87,7	87,7		
ψ	0,35	-0,91	3,00		
σ_{id}	304,08	175,39	174,16		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,782	-	2,049		
k_{σ}	-	15,045	-		
k_{σ}	-	-	-		
k_{τ}	6,501	6,466	6,501		
σ_{cr}	639,63	-	226,74		
σ_{cr}	-	1716,39	-		
σ_{cr}	-	-	-		
τ_{cr}	719,22	737,64	719,22		
$\sigma_{cr,id}$	694,40	1348,49	1245,72		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,58	352,53	352,10		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,14	2,01	2,02		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta * v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio

per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 3.966	Msd= 31.730
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 32.296	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 45.855	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V _{rd} = V _{cr} +V _t				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	719,22	bs	900	bi	800
σ_{td}	-889,25	ts	40	ti	40
θ	1,009	N _{fd}	13.128.357		
ϕ	0,673	M _{fs}	7.062.105	M _{fi}	38.119.868
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V _{cr} =hw t _{we2} τ^* =	34.810.108	N
V _t =	0	N
V _{rd} =	34.810.108	N
Verifica=	34.810.108	N
	>=	3.965.987

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	20	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.694	mm
Sforzo normale = N _{rd} =V _{rd} -0,8*V _{cr} =	6.962.022	N
Area = A=	18.260	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53	mm
Inerzia = J=	488.124.876	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	163,50	mm
Snellezza = λ =	10,36	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	19.307	N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE} =	352.551.989	N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd} =	7.000.884	N

N _{Rd} =	7.000.884	>=	N _{rd} =	6.962.022
-------------------	-----------	----	-------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 31,99 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 118,873$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)
 a 1.523 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,609	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale					
Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 120.867.920 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:
 Isl 241.735.839 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	31,987	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	388,956	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,726	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,609	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k\tau,1$	18,389	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	0,958	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	0,958	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	1,143	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	10649,904	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

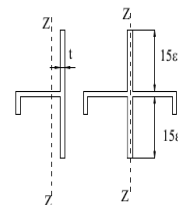
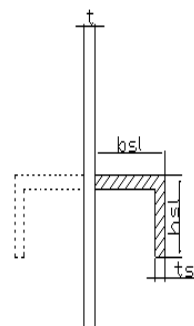


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	40	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	32.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	40	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	405,70	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.540	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	28,854	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	27,480	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	3,966	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4,997	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	31,730	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

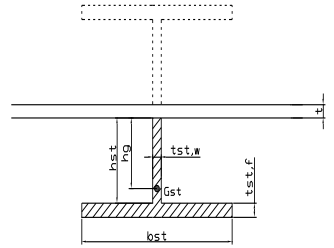
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7,000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458,333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,61	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	80.835,376	[mm ⁴]

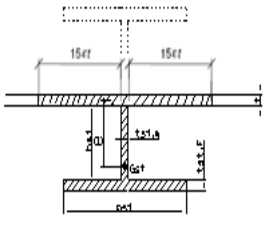


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17,163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662,733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	1,523	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	1,523	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2,500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	5,08	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	16.630,66	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	16.652,32	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	19,940	[mm ²]



σ_{max}	263,46	[MPa]
N_{Ed}	2.626,68	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	1,38	[MPa]
	284,55	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,44	[-]
γ_{M1}		

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 6.537,140 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 6.537.140$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

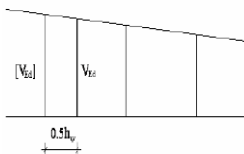
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 3.966 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 872,59 \quad \text{[kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 872,59 \quad \text{[kN]}$$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad \text{[-]}$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,97 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \textbf{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

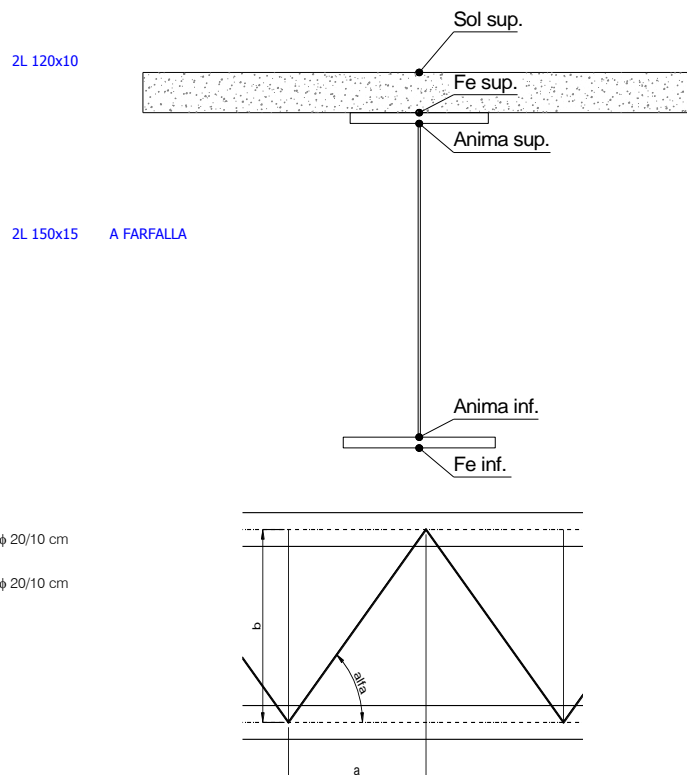
Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	70		
	Raddoppio ala superiore (cm)	2,8		
	Spessore anima (cm)	2,0		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	80		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	3,3		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTOVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTOVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	500,5		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	500,5		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	2,0		
COEFF.	n° ferri superiori	50,05		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	2,0		
	n° ferri inferiori	50,05		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	4		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	11	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	15
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	13	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	18

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	152,3
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C8
FRAME	211
JOINT	230
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



FASE	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{anima sup} (cm ³)	W _{animat} (cm ³)
Sezione metallica	1.612	117	18.938.346	3.984.838	0	142.411	161.844	150.085	172.613
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.443	169	31.665.090	12.438.513	4.669.947	389.708	187.649	196.133
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.858	205	40.760.333	13.835.107	3.281.773	915.918	198.349	205.655
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.550	173	32.696.140	12.658.188	4.437.796	424.224	189.075	197.408
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	2.289	162	29.995.199	12.021.958	5.130.189	340.743	185.188	193.929
Sezione metallica + ferri	1.926	142	24.938.733	3.984.838	181.482	230.026	176.142	245.419	185.718

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-270	0	26	3	3	
Peso proprio soletta	-1.100	0	97	2	2	
Permanenti	-488	0	44	7	7	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	-416	0	14	0	0	
Accidentali mezzi + folla	-1.119	0	164	207	207	
Vento	-87	0	12	7	7	
Deformazioni termiche primarie	449	707	0	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	0	0	39	37	37	
Cedimenti	-47	0	3	7	7	

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	3	3
	2	2
	7	7
	0	0
	0	0
	207	207
	7	7
	0	0
	37	37
	7	7

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-190	-180	156	167	0	-256	-243	211	225
Peso proprio soletta	0	-772	-733	637	680	0	-1.299	-1.232	1.071	1.143
Permanenti	-269	-212	-199	263	277	-403	-1.617	-1.531	1.466	1.558
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-403	-1.617	-1.531	1.466	1.558
Effetti secondari del ritiro	-229	-181	-170	224	236	-678	-1.834	-1.734	1.734	1.842
Accidentali mezzi + folla	-617	-486	-456	603	635	-1.511	-2.491	-2.350	2.548	2.699
Vento	-48	-38	-35	47	49	-1.554	-2.525	-2.381	2.590	2.744
Deformazioni termiche primarie +DT	615	-232	-225	35	43	-1.111	-2.692	-2.543	2.615	2.775
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-1.111	-2.692	-2.543	2.615	2.775
Deformazioni termiche primarie -DT	-615	232	225	-35	-43	-1.997	-2.357	-2.219	2.565	2.713
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-1.997	-2.357	-2.219	2.565	2.713
Cedimenti	-26	-20	-19	25	27	-2.023	-2.717	-2.566	2.646	2.807

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	46	58	49	62	78	65		1,58	2,13
Peso proprio soletta	171	216	181	293	369	310		1,05	3,55
Permanenti	83	98	76	417	516	424		3,10	8,20
Effetti primari del ritiro	0	0	0	417	516	424		0,00	8,20
Effetti secondari del ritiro	26	31	24	448	553	453		0,00	8,20
Accidentali mezzi + folla	308	364	283	865	1.045	834		91,09	131,18
Vento	23	27	21	885	1.069	853		3,08	133,95
Deformazioni termiche	73	87	67	938	1.131	901		16,28	145,67
Cedimenti	6	7	5	944	1.139	908		3,10	149,39

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	47	59	50	64	80	68
Peso proprio soletta	172	217	182	296	373	313
Permanenti	86	101	79	425	524	432
Effetti primari del ritiro	0	0	0	425	524	432
Effetti secondari del ritiro	26	31	24	457	561	461
Accidentali mezzi + folla	399	456	374	996	1.176	966
Vento	26	30	24	1.019	1.203	987
Deformazioni termiche	90	103	84	1.083	1.277	1.047
Cedimenti	9	10	8	1.094	1.289	1.057

τ media (daN/cm2)
1.146,5

Rapp τ
0,66

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	267	241
Peso proprio soletta	1.335	1.201
Permanenti	1.698	1.645
Effetti primari del ritiro	1.698	1.645
Effetti secondari del ritiro	1.906	1.909
Accidentali mezzi + folla	2.915	3.048
Vento	2.964	3.103
Deformazioni termiche	3.161	3.183
Cedimenti	3.190	3.217

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup
0,94

Rapp σ inf
0,95

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-190	-180	156	167	0	-190	-180	156	167
Peso proprio soletta	0	-772	-733	637	680	0	-962	-913	794	846
Permanenti	-269	-212	-199	263	277	-269	-1.174	-1.112	1.056	1.124
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-269	-1.174	-1.112	1.056	1.124
Effetti secondari del ritiro	-229	-181	-170	224	236	-498	-1.355	-1.281	1.280	1.360
Accidentali mezzi + folla	-617	-486	-456	603	635	-1.115	-1.841	-1.737	1.883	1.995
Vento	-48	-38	-35	47	49	-1.143	-1.864	-1.758	1.911	2.025
Deformazioni termiche primarie +DT	615	-232	-225	35	43	-775	-2.004	-1.893	1.932	2.050
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-775	-2.004	-1.893	1.932	2.050
Deformazioni termiche primarie -DT	-615	232	225	35	-43	-1.512	-1.725	-1.623	1.932	1.999
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-1.512	-1.725	-1.623	1.932	1.999
Cedimenti	-26	-20	-19	25	27	-1.538	-2.024	-1.913	1.957	2.077

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	46	58	49	46	58	49		1,58	1,58
Peso proprio soletta	171	216	181	217	273	230		1,05	2,63
Permanenti	83	98	76	300	371	305		3,10	5,73
Effetti primari del ritiro	0	0	0	300	371	305		0,00	5,73
Effetti secondari del ritiro	26	31	24	326	402	330		0,00	5,73
Accidentali mezzi + folla	308	364	283	634	767	612		91,09	96,82
Vento	23	27	21	648	783	625		3,08	99,90
Deformazioni termiche	73	87	67	692	835	665		16,28	116,19
Cedimenti	6	7	5	697	841	670		2,81	119,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	47	59	50	47	59	50
Peso proprio soletta	172	217	182	220	276	232
Permanenti	86	101	79	305	377	311
Effetti primari del ritiro	0	0	0	305	377	311
Effetti secondari del ritiro	26	31	24	332	408	335
Accidentali mezzi + folla	399	456	374	731	863	709
Vento	26	30	24	746	881	723
Deformazioni termiche	90	103	84	800	943	774
Cedimenti	8	9	8	809	953	781

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	198	179
Peso proprio soletta	989	890
Permanenti	1.231	1.186
Effetti primari del ritiro	1.231	1.186
Effetti secondari del ritiro	1.404	1.406
Accidentali mezzi + folla	2.150	2.248
Vento	2.182	2.285
Deformazioni termiche	2.346	2.351
Cedimenti	2.370	2.380

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	43	cm
Spessore parte compressa	t	7,3	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		6	CL. 1

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	234	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		117	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 39,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 3,300$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,780$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.359	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.523	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	260,5	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-258,5	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	77,2	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	39,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	3,3	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,780	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	348	mm	b_2 =	1.514	mm
ψ_1 =	0,296	-	ψ_2 =	-3,347	-	b_{2t} =	1.165	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,090	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,719	-	λ_{p2} =	0,154	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	349	[mm]	$b_{2,sup}$	139	mm			
$b_{1,inf}$	472	[mm]	$b_{2,lat}$	209	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	348	mm			
$b_{1,lat,eff}$	349	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	139	mm			
$b_{1,inf,eff}$	472	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	209	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.343	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	49	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.765	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.526	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.359	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	7.873	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	5.905	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	19.543	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	18.718	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.343	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,033	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,137	[-]	snellezza
ψ	-0,992	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.343	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.765	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.343	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	5.897	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	19.516	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,135	[-]	snellezza
i	81	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	49	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	94	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	94	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,594	[-]	
Φ	0,490	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 30.498 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	20,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{flc} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animatinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.678	116	18.982.784	3.984.838	0	141.634	163.683	149.204	174.678
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.510	32.059.028	12.438.513	4.644.193	384.788	192.334	418.984	201.144
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.924	41.620.202	13.835.107	3.269.175	896.175	204.464	1.049.900	212.069
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.616	33.133.831	12.658.188	4.413.606	418.581	193.944	457.918	202.601
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	2.355	30.323.207	12.021.958	5.101.658	336.788	189.563	364.302	198.628
Sezione metallica + ferri	1.993	140	25.105.244	3.984.838	180.468	227.997	179.467	243.004	189.348

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-270	0	26	3	3	-1,04
Peso proprio soletta	-1.100	0	97	2	2	-1,04
Permanenti	-488	0	44	7	7	-1,70
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,70
Effetti secondari del ritiro	-416	0	14	0	0	-1,70
Accidentali mezzi + folla	-1.119	0	164	207	207	-1,70
Vento	-87	0	12	7	7	-1,70
Deformazioni termiche primarie	461	707	0	0	0	-1,70
Deformazioni termiche secondarie	0	0	39	37	37	-1,70
Cedimenti	-47	0	3	7	7	-1,70

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
3	3
2	2
7	7
0	0
0	0
207	207
7	7
0	0
37	37
7	7

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-191	-181	155	165	0	-257	-244	209	223
Peso proprio soletta	0	-777	-737	630	672	0	-1.306	-1.240	1.059	1.130
Permanenti	-270	-214	-201	258	272	-406	-1.627	-1.541	1.445	1.538
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-406	-1.627	-1.541	1.445	1.538
Effetti secondari del ritiro	-231	-182	-171	220	232	-682	-1.846	-1.746	1.709	1.816
Accidentali mezzi + folla	-620	-491	-460	591	624	-1.519	-2.508	-2.368	2.507	2.658
Vento	-48	-38	-36	46	48	-1.563	-2.543	-2.400	2.548	2.701
Deformazioni termiche primarie +DT	611	-232	-224	37	45	-1.123	-2.710	-2.562	2.575	2.734
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-1.123	-2.710	-2.562	2.575	2.734
Deformazioni termiche primarie -DT	-611	232	224	-37	-45	-2.002	-2.376	-2.239	2.521	2.669
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-2.002	-2.376	-2.239	2.521	2.669
Cedimenti	-26	-21	-19	25	26	-2.028	-2.734	-2.585	2.605	2.765

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	46	58	48	62	78	65		1,58	2,13
Peso proprio soletta	172	216	179	295	369	306		1,05	3,55
Permanenti	83	98	74	420	516	418		3,10	8,20
Effetti primari del ritiro	0	0	0	420	516	418		0,00	8,20
Effetti secondari del ritiro	27	31	24	451	553	446		0,00	8,20
Accidentali mezzi + folla	311	364	277	871	1.045	821		91,09	131,18
Vento	23	27	20	891	1.069	839		3,08	133,95
Deformazioni termiche	74	87	66	945	1.131	887		16,28	145,67
Cedimenti	6	7	5	951	1.139	893		3,10	149,39

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	48	59	50	64	80	67
Peso proprio soletta	173	217	180	298	373	310
Permanenti	86	101	78	428	524	426
Effetti primari del ritiro	0	0	0	428	524	426
Effetti secondari del ritiro	27	31	24	460	561	455
Accidentali mezzi + folla	402	456	369	1.002	1.176	952
Vento	26	30	23	1.025	1.203	973
Deformazioni termiche	90	103	82	1.090	1.277	1.032
Cedimenti	9	10	8	1.101	1.289	1.042

τ_{media}
1.143,9

Rapp τ
0,66

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	269	239
Peso proprio soletta	1.343	1.187
Permanenti	1.710	1.623
Effetti primari del ritiro	1.710	1.623
Effetti secondari del ritiro	1.919	1.882
Accidentali mezzi + folla	2.936	3.001
Vento	2.986	3.055
Deformazioni termiche	3.182	3.135
Cedimenti	3.212	3.169

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,95	0,94

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-191	-181	155	165	0	-191	-181	155	165
Peso proprio soletta	0	-777	-737	630	672	0	-967	-918	784	837
Permanenti	-270	-214	-201	258	272	-270	-1.181	-1.119	1.042	1.109
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-270	-1.181	-1.119	1.042	1.109
Effetti secondari del ritiro	-231	-182	-171	220	232	-501	-1.364	-1.290	1.262	1.341
Accidentali mezzi + folla	-620	-491	-460	591	624	-966	-1.732	-1.636	1.705	1.808
Vento	-48	-38	-36	46	48	-966	-1.732	-1.636	1.705	1.808
Deformazioni termiche primarie +DT	611	-232	-224	37	45	-600	-1.871	-1.770	1.727	1.836
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-600	-1.871	-1.770	1.727	1.836
Deformazioni termiche primarie -DT	-611	232	224	-37	-45	-1.332	-1.593	-1.501	1.683	1.781
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-1.332	-1.593	-1.501	1.683	1.781
Cedimenti	-26	-21	-19	25	26	-1.358	-1.892	-1.789	1.752	1.862

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	46	52	48	46	52	48		1,58	1,58
Peso proprio soletta	172	194	179	218	246	227		1,05	2,63
Permanenti	83	88	74	302	334	301		3,10	5,73
Effetti primari del ritiro	0	0	0	302	334	301		0,00	5,73
Effetti secondari del ritiro	27	28	24	328	362	325		0,00	5,73
Accidentali mezzi + folla	311	328	277	561	608	533		91,09	74,05
Vento	23	24	20	561	608	533		3,08	74,05
Deformazioni termiche	74	78	66	605	655	573		16,28	83,82
Cedimenti	6	6	5	611	661	578		3,10	86,92

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	48	54	50	48	54	50
Peso proprio soletta	173	195	180	221	249	229
Permanenti	86	91	78	307	340	307
Effetti primari del ritiro	0	0	0	307	340	307
Effetti secondari del ritiro	27	28	24	334	368	331
Accidentali mezzi + folla	402	419	369	635	682	607
Vento	26	27	23	635	682	607
Deformazioni termiche	90	94	82	689	739	656
Cedimenti	9	9	8	698	748	665

T _{media}	703,49
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,646	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	13,66	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	32,64	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	119,19	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	502	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	235,9
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.523

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_T	16,81	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	28,21	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	32,83	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,110	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,079	VERIFICA SODDISFATTA	0,10

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

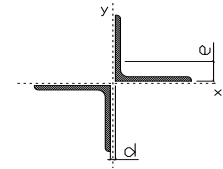
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{m,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,28
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,03
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	3,16	1.070	0	1.444	0
Peso proprio soletta	2,11	713	0	2.406	0
Permanenti	6,20	2.100	0	5.556	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	5.556	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	5.556	0
Accidentali mezzi	182,18	61.704	0	88.856	0
Vento	6,16	2.087	0	90.734	0
Deformazioni termiche	32,56	11.029	0	98.675	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	101.197	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	101.197
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,54
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,46

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.176,71 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.176,71 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.176,71 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.176,71 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.176,71 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.176,03 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.176,03 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.176,03 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.176,03 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.176,03 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.176,03 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	579	579
Effetti primari del ritiro	0	579
Effetti secondari del ritiro	193	772
Accidentali mezzi + folla	2.869	3.641
Folla	210	3.851
Deformazioni termiche	682	4.534
Cedimenti	36	4.570

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	54	73	57	77	17	23	16	22
Peso proprio soletta	202	345	213	365	62	107	61	105
Permanenti	97	491	89	499	50	182	26	143
Effetti primari del ritiro	0	491	0	499	0	182	0	143
Effetti secondari del ritiro	31	529	28	533	16	201	8	153
Accidentali mezzi + folla	363	1.019	333	983	188	455	95	282
Folla	27	1.043	24	1.005	14	467	7	288
Deformazioni termiche	86	1.105	79	1.062	45	499	23	305
Cedimenti	7	1.113	6	1.070	3	504	2	307

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	28	0	39	43	43	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-151	0	-4	-36	-36	
totale	179	0	43	79	79	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	5	78	73	-96	-102

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	143	120

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	APPOGGI

	1,000
Luca Campata - L i (m)	50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luca Campata - L i+1 (m)	50,7
--------------------------	------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	1,907	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,173	λ.v max	2,173

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,134	λ.v	1,652	φ fat	1,30
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	21,58	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	39,77	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	33,24	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

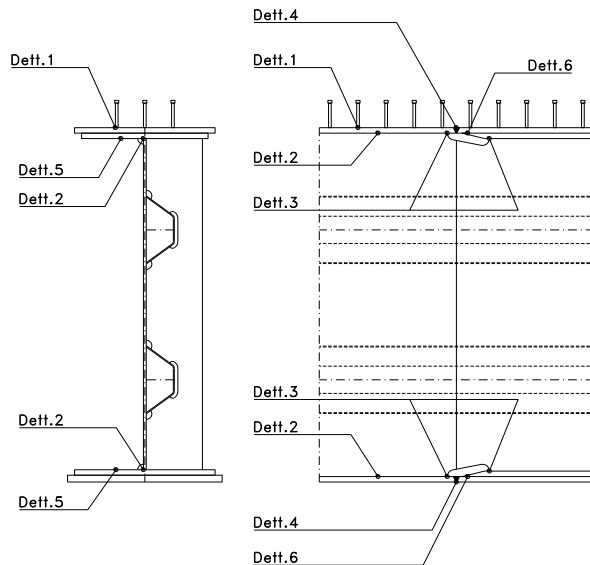
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	27,22	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	31,53	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

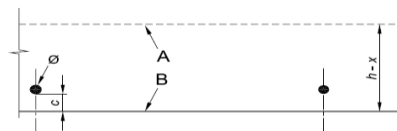
$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,70	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.005	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	50	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	15.723,67	[mm ²]

	nf.2	50	[-]
	φφ.2	20	[mm]
	Asf.2	15.723,67	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	135,84	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	83,23	[MPa]
-------	-------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

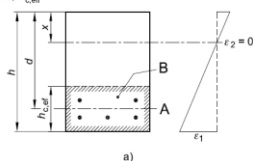
αe	6,24	[-]
As	31.447	[mm ²]
Ac,eff.1	1.001.000	[mm ²]
Ac,eff.2	550.550	[mm ²]
Ac,eff.3	825.825	[mm ²]
Ac,eff.min	550.550	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,eff}, dove h_{c,eff} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

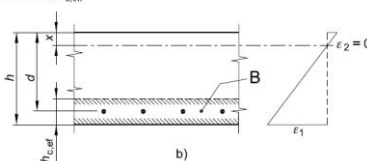
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

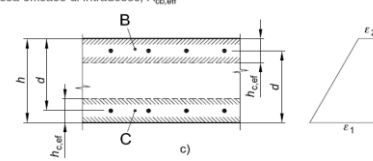
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρ _{p,eff}	0,05712	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
k _t	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000388	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000507	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000507	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000238
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000256
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000256

QP [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000238
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000256
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000256

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	20,00	[mm]
s _{max,rif}	200	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	162	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	wd	0,08	[mm]
--	------	-----------	------	------

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	wd	0,04	[mm]
--	----	-----------	------	------

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.523	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.359	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 117,95 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-260,48	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	258,48	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	114,39	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,646	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,992	
δ	AL/(hw tw)	0,140	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,690	

	0,646		
	α	τ	σ
α inf	0,5	24	5
α sup	0,7	24	5
Valore interpolato	24,00	5,00	

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 67.939.200$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	450	11.250	225
ala	486	20	9.720	460

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 450 t = 25 b2 = 466
 b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 2.816.451.000 > 113.232.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	0,646	
	α	T
α inf	0,5	40
α sup	0,7	40
Valore interpolato	40,00	

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.359
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -260,5	σ_2 = 258,48
	τ = 114,4	y_n (mm)= 1.184,0

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	1.523	1.523	1.523		
tw	20	20	20		
α	1,86	1,88	1,86		
σ_1	-260,5	-74,5	108,8		
σ_2	-80,0	103,3	289,3		
σ_1^*	260,5	74,5	-108,8		
σ_2^*	80,0	-103,3	-289,3		
τ	114,4	114,4	114,4		
ψ	0,31	-1,39	2,66		
σ_{id}	327,27	211,67	226,03		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,970	-	2,234		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	6,501	6,466	6,501		
σ_{cr}	660,47	-	247,20		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2726,56	-		
τ_{cr}	719,22	737,64	719,22		
$\sigma_{cr,id}$	746,55	1362,92	1245,72		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	346,87	352,58	352,10		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,06	1,67	1,56		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

- Caso II
- Caso III
- Caso IV
- Caso I
- Caso II
- Caso III
- Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 5.030	Msd= 49.536
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 54.785	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M_{rd} = 67.061	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	719,22	bs 855	bi 759
σ_{td}	-889,25	ts 73	ti 68
θ	0,998	Nfd 22.549.859	
ϕ	0,665	Mfs 14.652.273	Mfi 160.503.303
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$Vcr = hw \cdot t_{we2} \cdot \tau^* = 33.932.663 \text{ N}$
 $Vt = 0 \text{ N}$
 $Vrd = 33.932.663 \text{ N}$
Verifica= 33.932.663 N \geq 5.029.881

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot hw$	1.651 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.786.533 N
Area = A	21.370 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	337,49 mm
Inerzia = J	715.580.403 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	182,99 mm
Snellezza = λ	9,02
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	25.452 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	543.908.088 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	7.586.350 N

N_{Rd} = 7.586.350 \geq **N_{rd}** = 6.786.533

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 31,99 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 118,873$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 1.523 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,609	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 120.867.920 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 241.735.839 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	31,987	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	388,956	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,726	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,609	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	18,389	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,958	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	0,958	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	1,143	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	10649,904	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

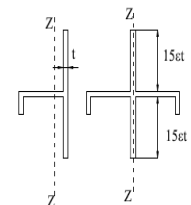
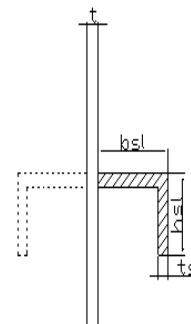


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	68	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	759	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	73	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	855	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	51.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	62.400	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	68	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	759	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	449,15	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.571	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	47,086	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	44,844	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	5,030	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4,997	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	49,536	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

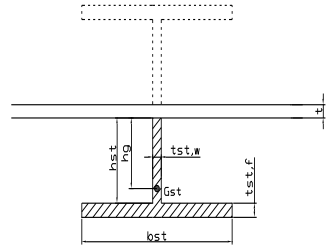
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7,000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458,333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,61	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	80.835,376	[mm ⁴]

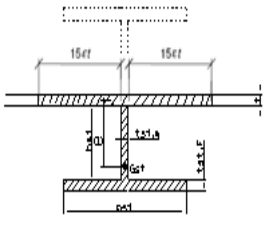


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17,163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662,733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	1,523	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	1,523	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2,500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	5,08	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	19.515,72	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	19.542,82	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	19,343	[mm ²]



σ_{max}	260,48	[MPa]
N_{Ed}	2.519,16	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	1,32	[MPa]
	284,55	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,44	[-]

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 6.269,004 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 6.269.004$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

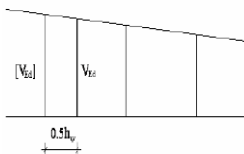
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 5.030 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 836,80 \quad [\text{kN}]$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 836,80 \quad [\text{kN}]$$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad [-]$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad [\text{mm}] \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] \quad -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,73 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] \quad - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	2,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	48
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
SOLETTA	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	500,5
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	500,5
	Spessore predalle (cm)	5
COEFF.	diametro ferri superiori soletta(cm)	2,0
	n° ferri superiori	50,05
	diametro ferri inferiori soletta(cm)	2,0
	n° ferri inferiori	50,05
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
PIOLI	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
SALDATURE	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	4
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	8
FAST	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0
	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C8
FRAME	212
JOINT	232
num. Travi	2

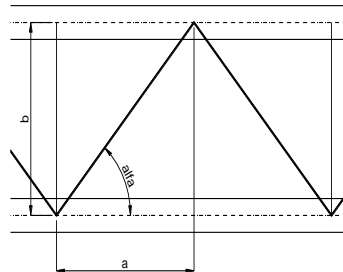
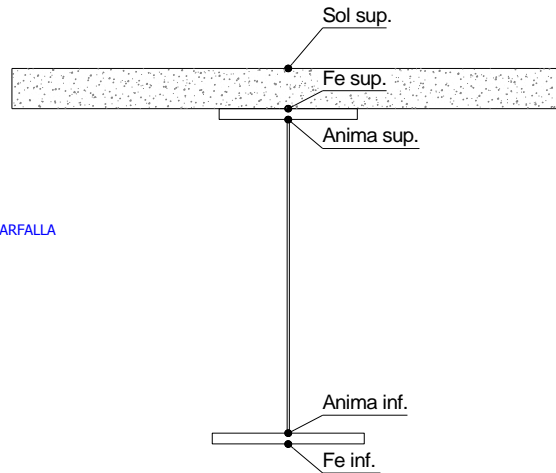
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 18/20 cm

ϕ 18/20 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.996	183	23.342.239	12.438.513	3.915.382	346.045	127.871	367.859
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.410	218	29.620.857	13.835.107	2.861.230	937.383	135.626	1.073.237
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.102	187	24.103.712	12.658.188	3.747.974	382.107	128.953	407.977
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.841	175	22.078.808	12.021.958	4.242.835	295.494	125.962	312.207
Sezione metallica + ferri	1.478	152	18.001.687	3.984.838	141.726	183.657	118.446	191.471	121.648

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-128	0	20	16	16		16	16	
Peso proprio soletta	-545	0	89	75	75		75	75	
Permanenti	-224	0	39	38	38		38	38	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	-262	0	12	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	-678	0	129	198	198		198	198	
Vento	-30	0	6	17	17		17	17	
Deformazioni termiche primarie	358	707	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	187	0	19	34	34		34	34	
Cedimenti	-57	0	2	13	13		13	13	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
(positive le compressioni)										
Peso proprio acciaio	0	-131	-127	118	122	0	-177	-171	160	165
Peso proprio soletta	0	-558	-540	504	521	0	-930	-901	840	869
Permanenti	-158	-122	-117	184	189	-237	-1.113	-1.076	1.116	1.152
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-237	-1.113	-1.076	1.116	1.152
Effetti secondari del ritiro	-185	-143	-137	215	221	-459	-1.284	-1.241	1.375	1.418
Accidentali mezzi + folla	-478	-369	-354	557	572	-1.105	-1.782	-1.719	2.127	2.191
Vento	-21	-16	-16	25	25	-1.124	-1.797	-1.733	2.149	2.213
Deformazioni termiche primarie +DT	731	-246	-241	52	56	-597	-1.974	-1.906	2.186	2.254
Deformazioni termiche secondarie +DT	-132	102	98	-154	-158	-692	-1.900	-1.836	2.076	2.140
Deformazioni termiche primarie -DT	-731	246	241	-52	-56	-1.650	-1.620	-1.559	2.112	2.173
Deformazioni termiche secondarie -DT	132	-102	-98	154	158	-1.555	-1.693	-1.630	2.223	2.286
Cedimenti	-40	-31	-30	47	48	-1.690	-2.011	-1.942	2.279	2.344

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	32	44	34	44	60	46		8,42	11,37
Peso proprio soletta	143	198	151	237	327	249		39,47	64,66
Permanenti	73	87	58	346	457	337		16,83	89,90
Effetti primari del ritiro	0	0	0	346	457	337		0,00	89,90
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	373	489	358		0,00	89,90
Accidentali mezzi + folla	240	287	193	697	876	620		87,13	207,53
Vento	11	13	9	707	888	628		7,48	214,26
Deformazioni termiche	35	42	28	733	918	648		14,96	225,03
Cedimenti	4	4	3	737	924	652		5,76	231,94

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ media (daN/cm2)	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	41	53	42	55	71	57	1.002,9	0,59
Peso proprio soletta	183	237	190	302	392	314		
Permanenti	89	103	75	436	547	427		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	436	547	427		
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	463	579	448		
Accidentali mezzi + folla	327	374	281	905	1.084	827		
Vento	19	21	16	922	1.102	842		
Deformazioni termiche	50	57	43	958	1.143	873		
Cedimenti	9	10	9	969	1.156	884		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	196	188	
Peso proprio soletta	1.042	1.000	
Permanenti	1.315	1.339	
Effetti primari del ritiro	1.315	1.339	
Effetti secondari del ritiro	1.477	1.579	
Accidentali mezzi + folla	2.326	2.565	
Vento	2.356	2.597	
Deformazioni termiche	2.474	2.689	
Cedimenti	2.567	2.745	

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,76	0,81

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-131	-127	118	122	0	-131	-127	118	122
Peso proprio soletta	0	-558	-540	504	521	0	-689	-667	622	644
Permanenti	-158	-122	-117	184	189	-158	-811	-784	806	833
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-158	-811	-784	806	833
Effetti secondari del ritiro	-185	-143	-137	215	221	-343	-953	-921	1.022	1.054
Accidentali mezzi + folla	-478	-369	-354	557	572	-821	-1.322	-1.275	1.579	1.626
Vento	-21	-16	-16	25	25	-834	-1.332	-1.285	1.594	1.641
Deformazioni termiche primarie +DT	731	-246	-241	52	56	-395	-1.480	-1.429	1.625	1.675
Deformazioni termiche secondarie +DT	132	102	98	-154	-158	-316	-1.418	-1.371	1.533	1.581
Deformazioni termiche primarie -DT	-731	246	241	52	-56	-1.273	-1.185	-1.140	1.625	1.608
Deformazioni termiche secondarie -DT	-132	-102	-98	154	158	-1.352	-1.246	-1.199	1.717	1.702
Cedimenti	-40	-31	-30	47	48	-1.392	-1.511	-1.459	1.764	1.750

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	32	44	34	32	44	34		8,42	8,42
Peso proprio soletta	143	198	151	176	242	185		39,47	47,89
Permanenti	73	87	58	248	329	243		16,83	64,72
Effetti primari del ritiro	0	0	0	248	329	243		0,00	64,72
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	271	356	261		0,00	64,72
Accidentali mezzi + folla	240	287	193	511	642	454		87,13	151,85
Vento	11	13	9	518	650	460		7,48	159,33
Deformazioni termiche	35	42	28	539	676	477		14,96	174,30
Cedimenti	4	4	3	543	680	480		5,23	179,52

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	53	42	41	53	42
Peso proprio soletta	183	237	190	224	290	232
Permanenti	89	103	75	313	394	308
Effetti primari del ritiro	0	0	0	313	394	308
Effetti secondari del ritiro	22	27	18	335	420	326
Accidentali mezzi + folla	327	374	281	663	794	606
Vento	19	21	16	674	807	616
Deformazioni termiche	50	57	43	704	841	642
Cedimenti	9	10	8	713	851	650

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	145	139
Peso proprio soletta	772	741
Permanenti	953	967
Effetti primari del ritiro	953	967
Effetti secondari del ritiro	1.089	1.167
Accidentali mezzi + folla	1.716	1.896
Vento	1.736	1.918
Deformazioni termiche	1.835	2.046
Cedimenti	1.912	2.093

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15 : t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	221,3	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-196,1	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	77,6	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	447	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,351	-	ψ_2 =	-2,526	-	b_{2t} =	1.128	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,854	-	$k_{\sigma 2}$ =	74,358	-			
λ_{p1} =	0,734	-	λ_{p2} =	0,112	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	353	[mm]	$b_{2,sup}$	179	mm
$b_{1,inf}$	468	[mm]	$b_{2,lat}$	268	mm

larghezze efficaci

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	447	mm
$b_{1,lat,eff}$	353	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	179	mm
$b_{1,inf,eff}$	468	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	268	mm
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	20.048	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	47	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.929	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.003	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.577	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	7.253	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.423	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	20.048	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,032	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,225	[-]	snellezza
ψ	-0,886	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	20.048	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.929	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	20.048	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.560	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.206	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,222	[-]	snellezza
i	80	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	47	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	95	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	95	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,597	[-]	
Φ	0,531	[-]	
χ_c	0,986	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,007	[-]	
ρ_c	0,987	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 32.196 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	19,7	[mm]
tsl,red	24,7	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.228	119	12.694.773	3.984.838	0	96.952	106.624	100.007	110.331
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.059	23.895.235	12.438.513	3.894.650	339.510	133.033	359.968	136.063
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.473	30.685.605	13.835.107	2.858.262	902.753	142.057	1.023.156	144.737
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.166	24.709.930	12.658.188	3.729.218	374.433	134.288	398.592	137.272
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.905	22.548.960	12.021.958	4.218.722	290.426	130.826	306.201	133.934
Sezione metallica + ferri	1.542	149	18.252.409	3.984.838	140.764	181.315	122.226	188.817	125.590

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-128	0	20	16	16	-1,71
Peso proprio soletta	-545	0	89	75	75	-1,71
Permanenti	-224	0	39	38	38	-2,65
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,65
Effetti secondari del ritiro	-262	0	12	0	0	-2,65
Accidentali mezzi + folla	-678	0	129	198	198	-2,65
Vento	-30	0	6	17	17	-2,65
Deformazioni termiche primarie	377	707	0	0	0	-2,65
Deformazioni termiche secondarie	187	0	19	34	34	-2,65
Cedimenti	-57	0	2	13	13	-2,65

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
16	16
75	75
38	38
0	0
0	0
198	198
17	17
0	0
34	34
13	13

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-132	-128	116	120	0	-178	-173	157	162
Peso proprio soletta	0	-562	-545	494	511	0	-937	-908	823	852
Permanenti	-159	-124	-119	178	183	-239	-1.122	-1.086	1.091	1.127
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-239	-1.122	-1.086	1.091	1.127
Effetti secondari del ritiro	-186	-145	-139	209	214	-462	-1.296	-1.253	1.341	1.384
Accidentali mezzi + folla	-482	-374	-359	540	555	-1.112	-1.801	-1.738	2.070	2.133
Vento	-21	-17	-16	24	25	-1.131	-1.816	-1.752	2.092	2.155
Deformazioni termiche primarie +DT	726	-245	-240	57	62	-608	-1.992	-1.925	2.132	2.199
Deformazioni termiche secondarie +DT	133	103	99	-149	-153	-513	-1.918	-1.854	2.025	2.089
Deformazioni termiche primarie -DT	-726	245	240	-57	-62	-1.654	-1.639	-1.579	2.051	2.111
Deformazioni termiche secondarie -DT	-133	-103	-99	149	153	-1.750	-1.713	-1.650	2.158	2.221
Cedimenti	-40	-31	-30	45	47	-1.791	-2.030	-1.961	2.213	2.277

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	33	44	33	44	60	45		8,42	11,37
Peso proprio soletta	145	198	148	239	327	244		39,47	64,66
Permanenti	73	87	57	349	457	329		16,83	89,90
Effetti primari del ritiro	0	0	0	349	457	329		0,00	89,90
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	376	489	350		0,00	89,90
Accidentali mezzi + folla	243	287	187	704	876	603		87,13	207,53
Vento	11	13	9	714	888	611		7,48	214,26
Deformazioni termiche	36	42	28	740	918	631		14,96	225,03
Cedimenti	4	4	3	745	924	634		5,75	231,94

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	53	42	55	71	56
Peso proprio soletta	184	237	187	304	392	309
Permanenti	90	103	73	439	547	419
Effetti primari del ritiro	0	0	0	439	547	419
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	466	579	440
Accidentali mezzi + folla	330	374	275	912	1.084	811
Vento	19	21	16	929	1.102	825
Deformazioni termiche	51	57	43	965	1.143	856
Cedimenti	10	10	9	977	1.156	866

τ_{media}
999,6

Rapp τ
0,59

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	198	184
Peso proprio soletta	1.050	982
Permanenti	1.326	1.310
Effetti primari del ritiro	1.326	1.310
Effetti secondari del ritiro	1.491	1.543
Accidentali mezzi + folla	2.348	2.501
Vento	2.378	2.533
Deformazioni termiche	2.496	2.618
Cedimenti	2.590	2.673

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,77	0,79

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-132	-128	116	120	0	-132	-128	116	120
Peso proprio soletta	0	-562	-545	494	511	0	-694	-673	610	631
Permanenti	-159	-124	-119	178	183	-159	-818	-792	788	814
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-159	-818	-792	788	814
Effetti secondari del ritiro	-186	-145	-139	209	214	-345	-962	-930	997	1.029
Accidentali mezzi + folla	-482	-374	-359	540	555	-707	-1.243	-1.200	1.402	1.445
Vento	-21	-17	-16	24	25	-707	-1.243	-1.200	1.402	1.445
Deformazioni termiche primarie +DT	726	-245	-240	57	62	-271	-1.390	-1.344	1.436	1.482
Deformazioni termiche secondarie +DT	133	103	99	-149	-153	-191	-1.328	-1.285	1.346	1.390
Deformazioni termiche primarie -DT	-726	245	240	-57	-62	-1.142	-1.095	-1.055	1.368	1.408
Deformazioni termiche secondarie -DT	-133	-103	-99	149	153	-1.222	-1.157	-1.115	1.457	1.500
Cedimenti	-40	-31	-30	45	47	-1.263	-1.421	-1.374	1.503	1.546

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	33	40	33	33	40	33		8,42	8,42
Peso proprio soletta	145	178	148	177	218	181		39,47	47,89
Permanenti	73	78	57	251	296	238		16,83	64,72
Effetti primari del ritiro	0	0	0	251	296	238		0,00	64,72
Effetti secondari del ritiro	23	24	17	273	320	255		0,00	64,72
Accidentali mezzi + folla	243	258	187	455	514	396		87,13	130,07
Vento	11	12	9	455	514	396		7,48	130,07
Deformazioni termiche	36	38	28	477	536	412		14,96	139,05
Cedimenti	4	4	3	481	540	415		5,75	144,80

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	41	48	42	41	48	42
Peso proprio soletta	184	217	187	225	266	229
Permanenti	90	95	73	315	361	302
Effetti primari del ritiro	0	0	0	315	361	302
Effetti secondari del ritiro	23	24	17	338	385	320
Accidentali mezzi + folla	330	345	275	585	644	526
Vento	19	19	16	585	644	526
Deformazioni termiche	51	53	43	616	675	551
Cedimenti	10	10	9	625	685	560

T _{media}	623,44
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,944	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	115,60	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	os1	512	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_T	9,99	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	17,75	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	20,61	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,143	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,087	VERIFICA SODDISFATTA	0,13

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

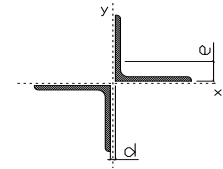
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,44
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,15
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	16,84	5.704	0	7.701	0
Peso proprio soletta	78,95	26.739	0	43.798	0
Permanenti	33,65	11.398	0	60.895	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	60.895	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	60.895	0
Accidentali mezzi	174,26	59.021	0	140.574	0
Vento	14,96	5.067	0	145.135	0
Deformazioni termiche	29,92	10.135	0	152.432	0
Cedimenti	11,52	3.902	0	157.115	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	157.115
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,85
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,71

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.826,91 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,91 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,91 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,91 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,91 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.825,86 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.825,86 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.825,86 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.825,86 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.825,86 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.825,86 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	601	601
Effetti primari del ritiro	0	601
Effetti secondari del ritiro	192	792
Accidentali mezzi + folla	2.474	3.267
Folla	115	3.382
Deformazioni termiche	364	3.746
Cedimenti	29	3.775

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	38	51	40	54	0	0	0	0
Peso proprio soletta	169	280	178	294	0	0	0	0
Permanenti	86	408	69	397	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	408	0	397	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	26	440	21	422	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	283	822	228	730	0	0	0	0
Folla	13	834	11	740	0	0	0	0
Deformazioni termiche	42	864	34	764	0	0	0	0
Cedimenti	4	869	4	768	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G8

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	632.434
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	475.119
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	316.217
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	722.182
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.292.138
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.835.341
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.028.160
VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.098
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		2.016

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	832.187
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	632.595
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	416.094
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	900.698
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.672.000
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	4.277.880
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.101.600
VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.437
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		2.352

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

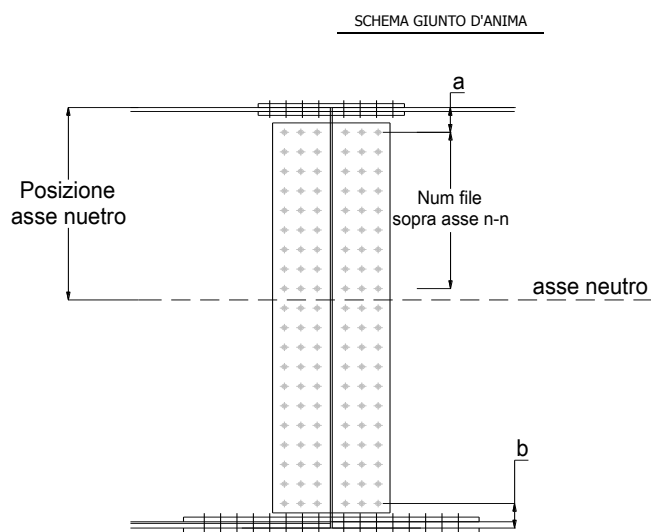
 Foglio
10 di 17

 COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	2,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	115
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	415.680
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	216.380
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	297.564
	Azione max bulloni sup. (daN)	16.540
	Azione max bulloni inf. (daN)	19.313
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.994
Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	20.902	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.412
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.654
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)	1.316
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)	1.514
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	911.669
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.188.968
	Scorrimento superiore (daN)	289.184
	Scorrimento inferiore (daN)	372.348
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	28	0	39	43	43	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-151	0	-4	-36	-36	
totale	179	0	43	79	79	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	6	97	93	-147	-151

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	147	108

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,7

Luce Campata - L i+1 (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	16,10	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	29,38	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	21,64	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

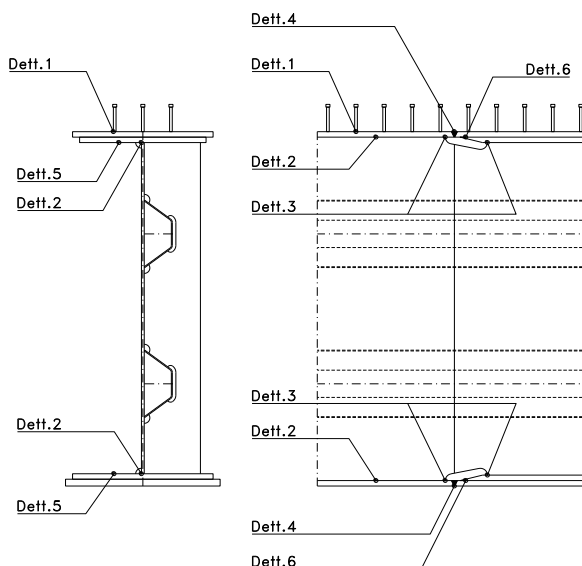
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,43	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	33,20	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

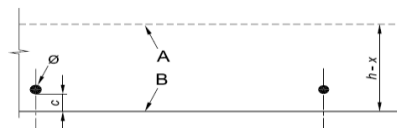
VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	30,22	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.005	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	50	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	15.723,67	[mm ²]

	nf.2	50	[-]
	φφ.2	20	[mm]
	Asf.2	15.723,67	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σs F	126,25	[MPa]
Asse neutro della sezione	x	0	[mm]

σs QP	81,54	[MPa]
-------	-------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione

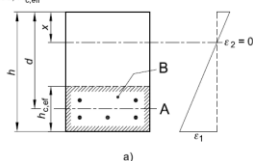
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	αe	6,24	[-]
Area efficace tesa di calcestruzzo	As	31.447	[mm ²]
	Ac,eff.1	1.001.000	[mm ²]
	Ac,eff.2	550.550	[mm ²]
	Ac,eff.3	825.825	[mm ²]
	Ac,eff.min	550.550	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

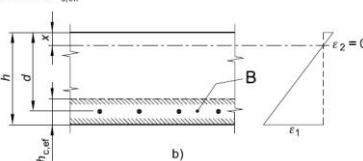
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

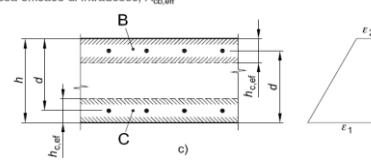
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso

Resistenza efficace media del calcestruzzo	ρ _{p,eff}	0,05712	[-]
Fattore di durata del carico	f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
	kt	0,40	[-]
Differenza tra deformazione acciaio - cls	FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000361	
	FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000461	
	FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000461	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)

Diametro equivalente delle barre	s	200,00	[mm]
Spaziatura massima di riferimento	φ _{eq}	20,00	[mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	s _{max,rif}	200	[mm]
	k ₁	0,80	[-]
	k ₂	0,50	[-]
	k ₃	3,40	[-]
	k ₄	0,425	[-]
	s _{r,max.1}	162	[mm]
	s _{r,max.2}	429	[mm]
	s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per	w _{lim}	0,30	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ wd	0,07	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per	w _{lim}	0,20	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP wd	0,04	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

- w₁ = 0,2 mm
- w₂ = 0,3 mm
- w₃ = 0,4 mm

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 121,00 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-221,26	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	196,14	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	99,96	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0
b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,944	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,886	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		53,31	6,63

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 154.800.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 370 t = 22 b2 = 466
b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,36

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 189.792.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -221,3	σ_2 = 196,14
	τ = 100,0	y_n (mm)= 1.282,8

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	20	20	20		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-221,3	-75,4	68,2		
σ_2	-79,7	63,9	209,8		
σ_1^*	221,3	75,4	-68,2		
σ_2^*	79,7	-63,9	-209,8		
τ	100,0	100,0	100,0		
ψ	0,36	-0,85	3,07		
σ_{id}	280,94	188,85	186,09		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,752	-	2,013		
k_{σ}	-	13,494	-		
k_{σ}	-	-	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	636,34	-	222,66		
σ_{cr}	-	1539,40	-		
σ_{cr}	-	-	-		
τ_{cr}	647,84	666,26	647,84		
$\sigma_{cr,id}$	711,69	1186,80	1122,09		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	346,04	351,81	351,43		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,23	1,86	1,89		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 4.078	Msd= 26.416
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 32.296	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M _{rd} = 45.855	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	647,84	bs 900	bi 800
σ_{td}	-765,76	ts 40	ti 40
θ	0,814	Nfd 13.128.357	
ϕ	0,543	Mfs 7.062.105	Mfi 38.119.868
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 31.355.294 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 31.355.294 \text{ N}$
 $Verifica = 31.355.294 \text{ N} \geq 4.077.821$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.694 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.271.059 N
Area = A	18.260 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53 mm
Inerzia = J	488.124.876 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	163,50 mm
Snellezza = λ	10,36
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	19.307 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	352.551.989 N
Carico resistente a instabilità = N_{rd}	6.482.300 N

$N_{rd} = 6.482.300 \text{ N} \geq N_{rd} = 6.271.059 \text{ N}$

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 19,29 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 92,324$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 120.867.920 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 241.735.839 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	19,294	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	234,621	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,935	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,274	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,274	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,888	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	8271,396	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$

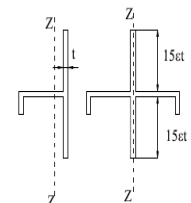
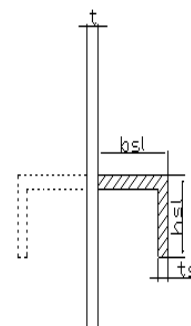


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	40	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	32.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	40	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	608,69	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.540	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	28,854	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	27,480	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	4,078	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4,997	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	26,416	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} =$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:

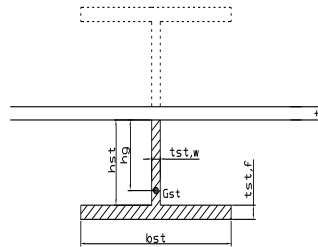
$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} =$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	7,000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458,333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	35.911,113	[mm ⁴]

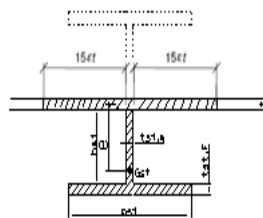


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17,163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662,733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2,285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2,285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2,500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	7.205,92	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	7.253,39	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
$A_{c,eff}$	20,048	[mm ²]



σ_{max} = [MPa]

N_{Ed} = [kN]

$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) =$ [MPa]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$ = [-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) =$ [mm⁴]

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 4.753.685$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

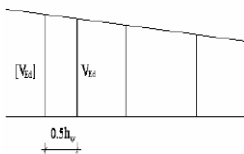
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 4.078 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2$ 488,50 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 488,50 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 4,99 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,2		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0		
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0		
	Spessore anima (cm)	1,8		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,7		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTOVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTOVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	513,1		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	513,1		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	1,8		
COEFF.	n° ferri superiori	25,66		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,8		
	n° ferri inferiori	25,66		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	3		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	7	Larghezza gola anima sup. (mm)	10
	Altezza gola anima inf. (mm)	7	Larghezza gola anima inf. (mm)	10
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C9
FRAME	213
JOINT	232
num. Travi	2

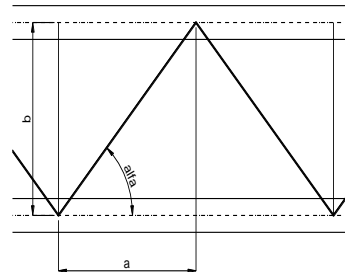
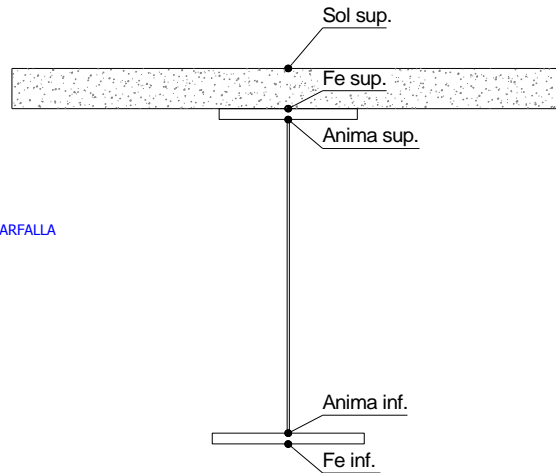
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 18/20 cm

ϕ 18/20 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.027	116	11.019.711	3.966.352	0	82.195	95.053	84.205	98.187
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.879	21.988.497	12.286.469	3.795.450	340.282	118.612	358.011	121.028
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.329	27.805.419	13.645.030	2.834.921	985.901	125.364	1.112.081	127.491
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.988	22.715.995	12.500.618	3.647.877	378.385	119.579	399.689	121.955
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.721	20.767.138	11.880.058	4.081.453	287.136	116.883	300.428	119.369
Sezione metallica + ferri	1.157	133	13.696.445	3.966.352	93.830	117.092	102.959	120.386	105.904

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					2°Nodo	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)
Peso proprio acciaio	-128	0	20	16	16		16	16
Peso proprio soletta	-545	0	89	75	75		75	75
Permanenti	-224	0	39	38	38		38	38
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0
Effetti secondari del ritiro	-262	0	12	0	0		0	0
Accidentali mezzi + folla	-678	0	129	198	198		198	198
Vento	-30	0	6	17	17		17	17
Deformazioni termiche primarie	342	725	0	0	0		0	0
Deformazioni termiche secondarie	187	0	19	34	34		34	34
Cedimenti	-57	0	2	13	13		13	13

valori x10⁴

valori x10⁴

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-156	-152	130	135	0	-210	-205	176	182
Peso proprio soletta	0	-663	-647	555	573	0	-1.105	-1.079	925	956
Permanenti	-239	-191	-186	212	218	-358	-1.392	-1.358	1.243	1.282
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-358	-1.392	-1.358	1.243	1.282
Effetti secondari del ritiro	-279	-224	-218	247	254	-693	-1.661	-1.619	1.539	1.588
Accidentali mezzi + folla	-723	-579	-563	640	659	-1.669	-2.443	-2.380	2.404	2.477
Vento	-32	-26	-25	28	29	-1.697	-2.466	-2.402	2.429	2.503
Deformazioni termiche primarie +DT	992	-253	-249	51	55	-983	-2.647	-2.581	2.466	2.543
Deformazioni termiche secondarie +DT	-199	160	155	-177	-182	-1.127	-2.532	-2.469	2.339	2.412
Deformazioni termiche primarie -DT	-992	253	249	-51	-55	-2.411	-2.284	-2.223	2.393	2.463
Deformazioni termiche secondarie -DT	199	-160	-155	177	182	-2.268	-2.399	-2.335	2.520	2.594
Cedimenti	-61	-49	-47	54	55	-2.472	-2.706	-2.638	2.584	2.660

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	49	38	46	67	52		9,36	12,63
Peso proprio soletta	152	220	170	252	363	282		43,86	71,84
Permanenti	74	96	69	363	508	385		18,70	99,89
Effetti primari del ritiro	0	0	0	363	508	385		0,00	99,89
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	391	543	411		0,00	99,89
Accidentali mezzi + folla	246	319	229	723	973	720		96,81	230,58
Vento	11	15	11	734	987	729		8,31	238,06
Deformazioni termiche	36	47	34	760	1.020	753		16,62	250,03
Cedimenti	4	5	4	764	1.026	758		6,40	257,71

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	44	59	48	59	79	64
Peso proprio soletta	196	264	214	323	435	354
Permanenti	93	115	88	463	608	485
Effetti primari del ritiro	0	0	0	463	608	485
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	491	643	511
Accidentali mezzi + folla	343	415	325	954	1.204	950
Vento	20	23	19	972	1.225	967
Deformazioni termiche	53	64	50	1.010	1.270	1.003
Cedimenti	10	11	10	1.022	1.284	1.015

τ media (daN/cm2)
1.107,2

Rapp τ
0,66

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	229	208
Peso proprio soletta	1.216	1.110
Permanenti	1.577	1.500
Effetti primari del ritiro	1.577	1.500
Effetti secondari del ritiro	1.829	1.776
Accidentali mezzi + folla	2.897	2.913
Vento	2.933	2.951
Deformazioni termiche	3.026	3.061
Cedimenti	3.177	3.126

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup
0,94

Rapp σ inf
0,92

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-156	-152	130	135	0	-156	-152	130	135
Peso proprio soletta	0	-663	-647	555	573	0	-819	-799	685	708
Permanenti	-239	-191	-186	212	218	-239	-1.010	-985	897	926
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-239	-1.010	-985	897	926
Effetti secondari del ritiro	-279	-224	-218	247	254	-518	-1.234	-1.203	1.144	1.180
Accidentali mezzi + folla	-723	-579	-563	640	659	-1.241	-1.813	-1.766	1.785	1.839
Vento	-32	-26	-25	28	29	-1.260	-1.828	-1.781	1.802	1.856
Deformazioni termiche primarie +DT	992	-253	-249	51	55	-665	-1.980	-1.930	1.832	1.889
Deformazioni termiche secondarie +DT	199	160	155	-177	-182	-545	-1.884	-1.837	1.726	1.780
Deformazioni termiche primarie -DT	-992	253	249	51	-55	-1.855	-1.677	-1.632	1.832	1.823
Deformazioni termiche secondarie -DT	-199	-160	-155	177	182	-1.974	-1.773	-1.725	1.938	1.932
Cedimenti	-61	-49	-47	54	55	-2.035	-2.028	-1.978	1.992	1.987

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	49	38	34	49	38		9,36	9,36
Peso proprio soletta	152	220	170	186	269	209		43,86	53,22
Permanenti	74	96	69	261	365	278		18,70	71,91
Effetti primari del ritiro	0	0	0	261	365	278		0,00	71,91
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	284	395	299		0,00	71,91
Accidentali mezzi + folla	246	319	229	530	714	528		96,81	168,73
Vento	11	15	11	537	722	534		8,31	177,04
Deformazioni termiche	36	47	34	559	751	554		16,62	193,66
Cedimenti	4	5	4	563	756	558		5,81	199,47

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	44	59	48	44	59	48
Peso proprio soletta	196	264	214	240	322	262
Permanenti	93	115	88	333	437	350
Effetti primari del ritiro	0	0	0	333	437	350
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	356	467	371
Accidentali mezzi + folla	343	415	325	699	882	696
Vento	20	23	19	711	896	708
Deformazioni termiche	53	64	50	742	934	738
Cedimenti	10	11	9	752	945	747

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	170	154
Peso proprio soletta	901	822
Permanenti	1.141	1.082
Effetti primari del ritiro	1.141	1.082
Effetti secondari del ritiro	1.352	1.312
Accidentali mezzi + folla	2.141	2.154
Vento	2.165	2.179
Deformazioni termiche	2.242	2.321
Cedimenti	2.368	2.375

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	3,7	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,100$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 3,700$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,787$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 0,967$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.431	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	256,1	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-261,2	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	78,8	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,7	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,787	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,967	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	368	mm	b_2 =	1.586	mm
ψ_1 =	0,308	-	ψ_2 =	-3,313	-	b_{2t} =	1.218	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,039	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,803	-	λ_{p2} =	0,181	-			
ρ_1 =	0,963	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	350	[mm]	$b_{2,sup}$	147	mm			
$b_{1,inf}$	471	[mm]	$b_{2,lat}$	221	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	790	[mm]	$b_{2,eff}$	368	mm			
$b_{1,lat,eff}$	337	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	147	mm			
$b_{1,inf,eff}$	454	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	221	mm			
$x_{1,eff}$	30	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	18.196	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	52	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.343	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.598	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.431	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.581	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.706	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	8.637	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	17.571	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	17.885	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,018	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,205	[-]	snellezza
ψ	-1,020	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	18.196	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.343	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	17.885	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,983	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.693	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	8.594	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,202	[-]	snellezza
i	82	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	52	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	90	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	90	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,588	[-]	
Φ	0,521	[-]	
χ_c	0,999	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	0,999	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 27.904 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animaint}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.076	116	10.904.416	3.966.352	0	81.191	94.252	83.172	97.366
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.929	22.142.055	12.286.469	3.747.971	332.736	120.695	349.544	123.179
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.379	28.293.896	13.645.030	2.809.565	948.177	128.515	1.062.071	130.712
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.038	22.904.208	12.500.618	3.603.121	369.601	121.812	389.725	124.257
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.770	20.867.249	11.880.058	4.029.110	281.200	118.704	293.873	121.256
Sezione metallica + ferri	1.207	132	13.603.522	3.966.352	92.611	115.392	102.971	118.612	105.938

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-128	0	20	16	16	-0,24
Peso proprio soletta	-545	0	89	75	75	-0,24
Permanenti	-224	0	39	38	38	-0,92
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-0,92
Effetti secondari del ritiro	-262	0	12	0	0	-0,92
Accidentali mezzi + folla	-678	0	129	198	198	-0,92
Vento	-30	0	6	17	17	-0,92
Deformazioni termiche primarie	349	725	0	0	0	-0,92
Deformazioni termiche secondarie	187	0	19	34	34	-0,92
Cedimenti	-57	0	2	13	13	-0,92

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
16	16
75	75
38	38
0	0
0	0
198	198
17	17
0	0
34	34
13	13

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-158	-154	131	136	0	-213	-208	177	183
Peso proprio soletta	0	-671	-655	560	578	0	-1.119	-1.092	933	964
Permanenti	-242	-194	-189	211	218	-363	-1.410	-1.376	1.250	1.290
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-363	-1.410	-1.376	1.250	1.290
Effetti secondari del ritiro	-283	-227	-221	247	254	-702	-1.683	-1.641	1.547	1.596
Accidentali mezzi + folla	-732	-588	-572	640	658	-1.691	-2.476	-2.412	2.411	2.484
Vento	-32	-26	-25	28	29	-1.720	-2.499	-2.435	2.437	2.511
Deformazioni termiche primarie +DT	978	-251	-248	52	57	-1.016	-2.680	-2.613	2.474	2.552
Deformazioni termiche secondarie +DT	202	162	158	-177	-182	-870	-2.564	-2.500	2.347	2.421
Deformazioni termiche primarie -DT	-978	251	248	-52	-57	-2.424	-2.318	-2.257	2.399	2.470
Deformazioni termiche secondarie -DT	-202	-162	-158	177	182	-2.569	-2.435	-2.370	2.526	2.600
Cedimenti	-62	-49	-48	54	55	-2.631	-2.740	-2.671	2.591	2.667

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	39	47	67	52		9,36	12,63
Peso proprio soletta	154	220	172	255	363	284		43,86	71,84
Permanenti	76	96	69	368	508	388		18,70	99,89
Effetti primari del ritiro	0	0	0	368	508	388		0,00	99,89
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	396	543	413		0,00	99,89
Accidentali mezzi + folla	250	319	229	733	973	722		96,81	230,58
Vento	12	15	11	744	987	731		8,31	238,06
Deformazioni termiche	37	47	34	770	1.020	756		16,62	250,03
Cedimenti	4	5	4	775	1.026	760		6,39	257,71

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	44	59	48	59	79	65
Peso proprio soletta	198	264	216	327	435	356
Permanenti	94	115	88	468	608	488
Effetti primari del ritiro	0	0	0	468	608	488
Effetti secondari del ritiro	23	30	21	496	643	513
Accidentali mezzi + folla	347	415	325	964	1.204	952
Vento	20	23	19	982	1.225	969
Deformazioni termiche	53	64	50	1.020	1.270	1.006
Cedimenti	10	11	10	1.033	1.284	1.018

τ_{media}
1.111,4

Rapp τ
0,66

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	232	210
Peso proprio soletta	1.230	1.119
Permanenti	1.597	1.509
Effetti primari del ritiro	1.597	1.509
Effetti secondari del ritiro	1.852	1.784
Accidentali mezzi + folla	2.934	2.921
Vento	2.970	2.959
Deformazioni termiche	3.061	3.068
Cedimenti	3.215	3.133

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,95	0,93

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-158	-154	131	136	0	-158	-154	131	136
Peso proprio soletta	0	-671	-655	560	578	0	-829	-809	691	714
Permanenti	-242	-194	-189	211	218	-242	-1.023	-998	903	932
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-242	-1.023	-998	903	932
Effetti secondari del ritiro	-283	-227	-221	247	254	-525	-1.250	-1.219	1.150	1.186
Accidentali mezzi + folla	-732	-588	-572	640	658	-1.074	-1.691	-1.648	1.630	1.680
Vento	-32	-26	-25	28	29	-1.074	-1.691	-1.648	1.630	1.680
Deformazioni termiche primarie +DT	978	-251	-248	52	57	-487	-1.842	-1.796	1.661	1.714
Deformazioni termiche secondarie +DT	202	162	158	-177	-182	-366	-1.744	-1.702	1.555	1.605
Deformazioni termiche primarie -DT	-978	251	248	-52	-57	-1.660	-1.540	-1.499	1.599	1.646
Deformazioni termiche secondarie -DT	-202	-162	-158	177	182	-1.782	-1.637	-1.594	1.704	1.755
Cedimenti	-62	-49	-48	54	55	-1.843	-1.891	-1.844	1.758	1.810

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	44	39	35	44	39		9,36	9,36
Peso proprio soletta	154	198	172	189	242	211		43,86	53,22
Permanenti	76	87	69	264	329	280		18,70	71,91
Effetti primari del ritiro	0	0	0	264	329	280		0,00	71,91
Effetti secondari del ritiro	23	27	21	287	356	301		0,00	71,91
Accidentali mezzi + folla	250	287	229	475	571	472		96,81	144,52
Vento	12	13	11	475	571	472		8,31	144,52
Deformazioni termiche	37	42	34	497	596	492		16,62	154,50
Cedimenti	4	4	4	501	600	496		6,39	160,89

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	44	54	48	44	54	48
Peso proprio soletta	198	242	216	242	295	264
Permanenti	94	105	88	336	401	352
Effetti primari del ritiro	0	0	0	336	401	352
Effetti secondari del ritiro	23	27	21	359	427	373
Accidentali mezzi + folla	347	383	325	619	715	617
Vento	20	22	19	619	715	617
Deformazioni termiche	53	59	50	652	750	647
Cedimenti	10	11	10	662	761	657

T _{media}	693,29
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,940	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	10,42	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	24,11	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	88,72	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	124,45	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	524	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	243,1
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,04	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	18,76	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,25	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,206	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,107	VERIFICA SODDISFATTA	0,19

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

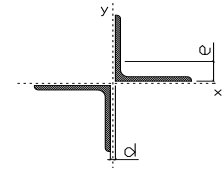
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,44
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,15
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	16,84	5.704	0	7.701	0
Peso proprio soletta	78,95	26.739	0	43.798	0
Permanenti	33,65	11.398	0	60.895	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	60.895	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	60.895	0
Accidentali mezzi	174,26	59.021	0	140.574	0
Vento	14,96	5.067	0	145.135	0
Deformazioni termiche	29,92	10.135	0	152.432	0
Cedimenti	11,52	3.902	0	157.115	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	157.115
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,85
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,71

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.826,91 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,91 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.826,91 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,91 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.826,91 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.825,86 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.825,86 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.825,86 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.825,86 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.825,86 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.825,86 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	843	843
Effetti primari del ritiro	0	843
Effetti secondari del ritiro	268	1.111
Accidentali mezzi + folla	3.361	4.472
Folla	156	4.628
Deformazioni termiche	495	5.123
Cedimenti	41	5.164

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	44	59	49	66	0	0	0	0
Peso proprio soletta	194	320	217	359	0	0	0	0
Permanenti	95	462	88	491	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	462	0	491	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	29	497	27	523	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	314	921	291	916	0	0	0	0
Folla	15	934	14	928	0	0	0	0
Deformazioni termiche	46	967	43	959	0	0	0	0
Cedimenti	5	973	5	964	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G8

COPRIGIUNTO SUPERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,70
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,0
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		29
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	683.989	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	512.781	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	341.994	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	722.182	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.633.710	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.068.273	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	822.528	865.524
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.836	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.726		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	873.241	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	662.497	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	436.621	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrp} (daN)	900.698	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.396.600	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.957.039	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	894.499	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.016.476	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.129.760	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.018.980	1.125.857
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.764	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.668		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

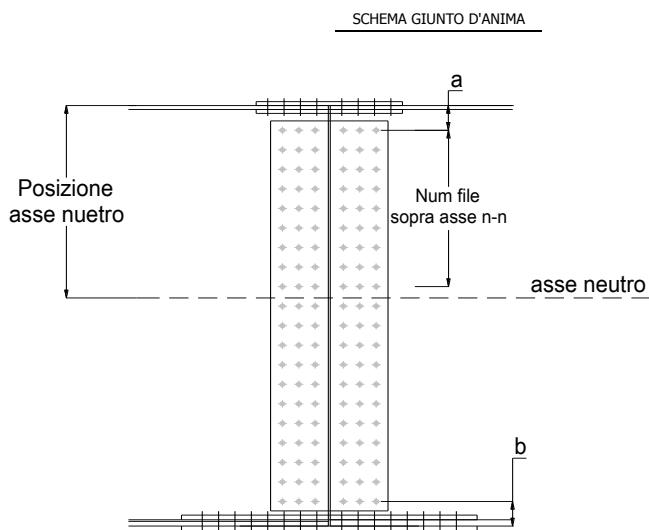
Foglio
10 di 17

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	126
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	415.680
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	291.681
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	279.675
	Azione max bulloni sup. (daN)	20.612
	Azione max bulloni inf. (daN)	19.766
	Azione verticale sul bullone (daN)	7.994
	Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	22.107

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.840
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.951
	Sforzo nel coprighiunto sup.(daN/cm ²)	1.535
	Sforzo nel coprighiunto inf.(daN/cm ²)	1.636
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	820.502
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.070.071
	Scorrimento superiore (daN)	349.121
	Scorrimento inferiore (daN)	358.213
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	28	0	39	43	43	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-151	0	-4	-36	-36	
totale	179	0	43	79	79	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	6	153	149	-169	-174

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	172	126

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,7

Luce Campata - L i+1 (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	25,25	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	34,50	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	25,26	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

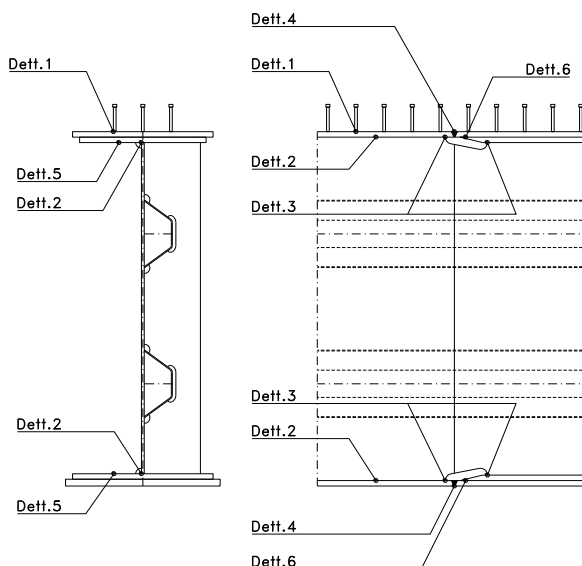
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	33,80	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	37,61	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

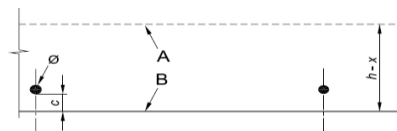
$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	34,77	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.131	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	26	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	6.528,40	[mm ²]

	nf.2	26	[-]
	φφ.2	18	[mm]
	Asf.2	6.528,40	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	184,32	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	117,61	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

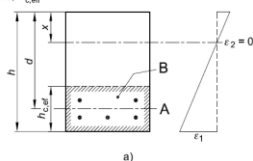
αe	6,24	[-]
As	13,057	[mm ²]
Ac,eff.1	1.026.200	[mm ²]
Ac,eff.2	564.410	[mm ²]
Ac,eff.3	846.615	[mm ²]
Ac,eff.min	564.410	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

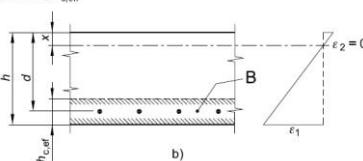
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

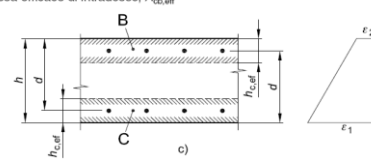
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
kt	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000527	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000586	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000586	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000336
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000268
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000336

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}$$

$$W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,25	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,14	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.431	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 135,06 <= 400$ **OK**

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-259,05	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	267,10	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	111,14	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,940	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,031	
δ	AL/(hw tw)	0,151	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,670	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		52,79	6,60

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 112.271.832$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,77

$I_t = 1.352.171.362 > 139.859.525$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.431
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -259,1	σ_2 = 267,10
	τ = 111,1	y_n (mm)= 1.196,9

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-259,1	-76,1	104,2		
σ_2	-81,5	98,8	281,8		
σ_1^*	259,1	76,1	-104,2		
σ_2^*	81,5	-98,8	-281,8		
τ	111,1	111,1	111,1		
ψ	0,31	-1,30	2,70		
σ_{id}	322,75	206,99	218,92		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	5,939	-	2,208		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	532,17	-	197,90		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	587,44	1001,52	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	341,75	350,51	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,06	1,69	1,60		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

- Caso II
- Caso III
- Caso IV
- Caso I
- Caso II
- Caso III
- Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 4.078	Msd= 26.305
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 29.967	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 42.385	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs 900	bi 800
σ_{td}	-552,81	ts 37	ti 32
θ	0,816	Nfd 12.154.713	
ϕ	0,544	Mfs 6.251.311	Mfi 57.346.209
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 22.961.909 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 22.961.909 \text{ N}$
Verifica= 22.961.909 N **>=** 4.077.821

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	18 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.702 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	4.592.382 N
Area = A	14.677 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21 mm
Inerzia = J	349.627.316 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	154,34 mm
Snellezza = λ	11,03
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	17.050 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	250.240.961 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	5.210.406 N

N_{Rd} = 5.210.406 >= N_{rd} = 4.592.382

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 95,087$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 112.992.103 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 225.984.207 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σE	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

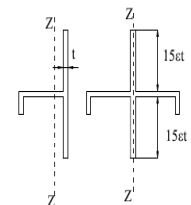
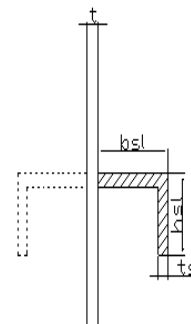


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	32	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	37	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	25.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	33.300	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	32	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	799	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	597,84	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.535	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	23.007	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	21.911	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **16.275** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	4.078	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	5.123	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	26.305	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 1,62$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6.900$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:

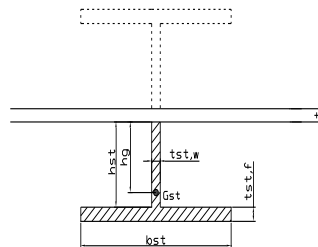
$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,59$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

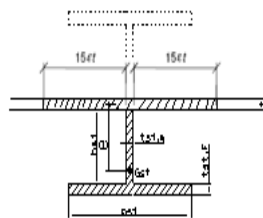


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	8.594,01	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	8.636,84	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	17.885	[mm ²]



$\sigma_{max} = 259,05$ [MPa]

$N_{Ed} = 2.316,62$ [kN]

$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,81$ [MPa]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,39$ [-]

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 4.909.158$ [mm⁴]

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 4.909.158$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

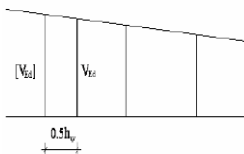
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 4.078 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2$ 511,07 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 511,07 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 5,91 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

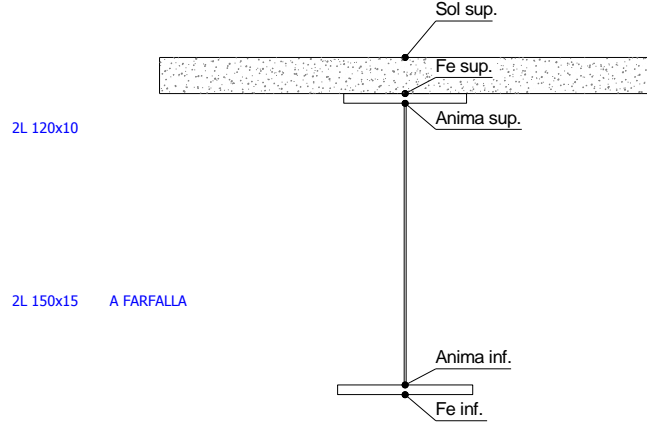
Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,2
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,7
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
SOILETTA	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
COEFF.	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	513,1
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	513,1
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
TEMP	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro e _r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3
SALDATURE	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	7
	Altezza gola anima inf. (mm)	7
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

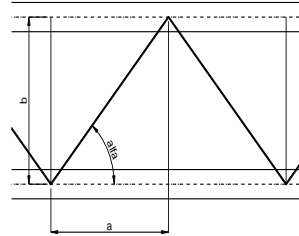
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C9
FRAME	214
JOINT	237
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	25,66	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cmq)	51,58		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	25,66	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cmq)	39,49		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	1.027	115,9	11.019.711	3.966.352	0	82.195	95.053	84.205	98.187
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.970	189,3	22.658.682	12.286.469	4.076.860	373.596	119.666	394.406
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.420	223,1	28.041.586	13.645.030	2.921.845	1.042.956	125.683	1.183.856
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.079	193,5	23.319.797	12.500.618	3.893.815	412.925	120.500	437.728
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.812	182,4	21.556.356	11.880.058	4.434.578	318.777	118.196	334.611

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo 2°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	70	0	4	14	14		14	14	
Peso proprio soletta	358	0	23	70	70		70	70	
Permanenti	163	0	10	33	33		33	33	
Effetti primari del ritiro	408	541	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	988	0	76	189	189		189	189	
Vento	9	0	1	7	7		7	7	
Deformazioni termiche primarie	333	725	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	376	0	3	82	82		82	82	
Cedimenti	30	0	3	7	7		7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	85	83	-71	-74	0	115	112	-96	-99
Peso proprio soletta	0	436	425	-365	-377	0	703	686	-588	-608
Permanenti	4	44	41	-134	-136	6	768	748	-789	-812
Effetti primari del ritiro	-10	359	353	-72	-79	-6	1.199	1.172	-875	-907
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-6	1.199	1.172	-875	-907
Accidentali mezzi + folla	34	95	83	-773	-786	40	1.327	1.285	-1.919	-1.968
Vento	0	1	1	-7	-7	40	1.328	1.285	-1.925	-1.974
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-244	-240	48	53	44	1.152	1.113	-1.891	-1.936
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	36	32	-294	-299	53	1.178	1.135	-2.102	-2.152
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	244	240	-48	-53	37	1.503	1.458	-1.960	-2.012
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-36	-32	294	299	27	1.477	1.436	-1.748	-1.797
Cedimenti	1	9	9	-25	-25	54	1.515	1.469	-2.132	-2.182

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)		TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	7	10	8	9	13	10		8,19	11,05		
Peso proprio soletta	39	57	44	62	90	70		40,94	66,32		
Permanenti	20	25	15	93	127	93		16,24	90,67		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	93	127	93		0,00	90,67		
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	108	145	104		0,00	90,67		
Accidentali mezzi + folla	169	188	111	336	398	253		92,41	215,43		
Vento	2	2	1	338	400	255		3,42	218,51		
Deformazioni termiche	7	7	4	342	406	258		40,09	247,37		
Cedimenti	6	7	5	350	415	264		3,45	251,51		

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	15	18	16	20	24	21
Peso proprio soletta	80	98	85	129	156	136
Permanenti	37	41	32	184	218	183
Effetti primari del ritiro	0	0	0	184	218	183
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	198	235	194
Accidentali mezzi + folla	261	280	203	551	614	469
Vento	6	6	5	556	619	473
Deformazioni termiche	47	48	44	590	653	505
Cedimenti	9	11	8	601	666	515

τ_{media}
594,1

Rapp τ
0,34

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	118	103
Peso proprio soletta	721	634
Permanenti	813	850
Effetti primari del ritiro	1.214	931
Effetti secondari del ritiro	1.221	938
Accidentali mezzi + folla	1.601	2.084
Vento	1.606	2.093
Deformazioni termiche	1.762	2.277
Cedimenti	1.801	2.311

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm ²)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	64	97	64	97
Effetti primari del ritiro	410	588	410	588
Effetti secondari del ritiro	0	588	0	588
Accidentali mezzi + folla	197	854	197	854
Vento	2	856	2	856
Deformazioni termiche	278	1.056	278	1.056
Cedimenti	13	1.072	13	1.072

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,53	0,68

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	85	83	-71	-74	0	85	83	-71	-74
Peso proprio soletta	0	436	425	-365	-377	0	521	508	-436	-450
Permanenti	4	44	41	-134	-136	4	564	550	-569	-586
Effetti primari del ritiro	-10	359	353	-72	-79	-6	923	903	-642	-665
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-6	923	903	-642	-665
Accidentali mezzi + folla	34	95	83	-773	-786	28	1.018	986	-1.415	-1.451
Vento	0	1	1	-7	-7	28	1.018	987	-1.419	-1.456
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-244	-240	48	53	31	872	843	-1.390	-1.424
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	36	32	-294	-299	39	894	862	-1.566	-1.603
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	244	240	-48	-53	25	1.165	1.131	-1.448	-1.487
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-36	-32	294	299	17	1.143	1.112	-1.271	-1.308
Cedimenti	1	9	9	-25	-25	40	1.174	1.140	-1.591	-1.629

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	8	7	10	8		8,19	8,19
Peso proprio soletta	39	57	44	46	67	52		40,94	49,12
Permanenti	20	25	15	67	91	67		16,24	65,36
Effetti primari del ritiro	0	0	0	67	91	67		0,00	65,36
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	79	106	76		0,00	65,36
Accidentali mezzi + folla	169	188	111	248	294	187		92,41	157,77
Vento	2	2	1	249	295	188		3,42	161,19
Deformazioni termiche	7	7	4	253	300	191		40,09	201,29
Cedimenti	6	7	5	259	307	195		3,45	204,73

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	15	18	16	15	18	16
Peso proprio soletta	80	98	85	95	116	101
Permanenti	37	41	32	132	157	132
Effetti primari del ritiro	0	0	0	132	157	132
Effetti secondari del ritiro	12	15	9	144	172	142
Accidentali mezzi + folla	261	280	203	405	452	345
Vento	6	6	5	409	455	348
Deformazioni termiche	47	48	44	437	484	374
Cedimenti	9	11	8	446	494	383

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	87	76
Peso proprio soletta	534	470
Permanenti	595	614
Effetti primari del ritiro	931	681
Effetti secondari del ritiro	937	687
Accidentali mezzi + folla	1.211	1.536
Vento	1.215	1.541
Deformazioni termiche	1.361	1.695
Cedimenti	1.377	1.724

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	40	cm
Spessore	t	3,2	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12,50	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

b _p =	39,100	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	3,200	cm	t _{radd} =	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,806	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,951	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.431	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	146,8	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-213,2	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	23,4	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	39,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,2	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,806	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,951	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	157	mm	b_2 =	1.586	mm
ψ_1 =	0,160	-	ψ_2 =	-9,094	-	b_{2t} =	1.428	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,779	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,758	-	λ_{p2} =	0,077	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	339	[mm]	$b_{2,sup}$	63	mm			
$b_{1,inf}$	481	[mm]	$b_{2,lat}$	94	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	157	mm			
$b_{1,lat,eff}$	339	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	63	mm			
$b_{1,inf,eff}$	481	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	94	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	16.872	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	56	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.961	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.598	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.431	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.514	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.829	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	16.724	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	16.247	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	16.872	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,038	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,148	[-]	snellezza
ψ	-1,452	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	16.872	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.961	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	16.872	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.814	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	16.638	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,146	[-]	snellezza
i	84	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	56	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	86	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	86	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,582	[-]	
Φ	0,495	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 24.671 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.080	117	10.952.177	3.966.352	0	82.580	93.309	84.622	96.347
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.024	22.651.513	12.286.469	4.024.955	366.364	120.377	386.361	122.791
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.474	28.254.336	13.645.030	2.885.797	1.005.680	127.326	1.134.951	129.485
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.133	23.333.103	12.500.618	3.843.518	404.406	121.335	428.152	123.716
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.865	21.519.172	11.880.058	4.380.043	313.238	118.693	328.541	121.166

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N*eq (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	eq (cm)			
Peso proprio acciaio	70	0	4	14	14	1,44	14	14	
Peso proprio soletta	358	0	23	70	70	1,44	70	70	
Permanenti	163	0	10	33	33	-1,18	33	33	
Effetti primari del ritiro	415	541	0	0	0	-1,22	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0	-1,22	0	0	
Accidentali mezzi + folla	988	0	76	189	189	-1,21	189	189	
Vento	9	0	1	7	7	-1,21	7	7	
Deformazioni termiche primarie	342	725	0	0	0	-1,21	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	376	0	3	82	82	-1,21	82	82	
Cedimenti	30	0	3	7	7	-1,08	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	85	83	-73	-75	0	114	112	-98	-101
Peso proprio soletta	0	434	423	-372	-384	0	700	683	-600	-619
Permanenti	4	44	42	-133	-135	6	766	746	-799	-822
Effetti primari del ritiro	-10	356	350	-82	-88	-6	1.194	1.167	-897	-928
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-6	1.194	1.167	-897	-928
Accidentali mezzi + folla	34	98	87	-763	-776	40	1.326	1.284	-1.927	-1.976
Vento	0	1	1	-7	-7	41	1.327	1.285	-1.933	-1.982
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-243	-239	55	59	44	1.152	1.113	-1.894	-1.939
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	37	33	-290	-295	54	1.179	1.137	-2.103	-2.152
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	243	239	-55	-59	37	1.502	1.457	-1.973	-2.025
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-37	-33	290	295	28	1.475	1.433	-1.764	-1.812
Cedimenti	1	10	9	-25	-25	55	1.513	1.468	-2.132	-2.182

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	8	9	13	11		8,19	11,05
Peso proprio soletta	39	57	45	62	90	71		40,94	66,32
Permanenti	21	25	15	93	127	94		16,24	90,67
Effetti primari del ritiro	0	0	0	93	127	94		0,00	90,67
Effetti secondari del ritiro	13	15	9	108	145	105		0,00	90,67
Accidentali mezzi + folla	172	188	110	341	398	253		92,41	215,43
Vento	2	2	1	343	400	254		3,42	218,51
Deformazioni termiche	7	7	4	348	406	257		40,09	247,37
Cedimenti	6	7	5	355	415	263		3,45	251,51

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	15	18	16	20	24	22	595,5	0,34
Peso proprio soletta	80	98	86	128	156	137		
Permanenti	37	41	31	184	218	185		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	184	218	185		
Effetti secondari del ritiro	13	15	9	199	235	195		
Accidentali mezzi + folla	265	280	202	556	614	468		
Vento	6	6	5	561	619	472		
Deformazioni termiche	47	48	44	595	653	504		
Cedimenti	9	11	8	606	666	514		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	117	105	
Peso proprio soletta	718	645	
Permanenti	811	860	
Effetti primari del ritiro	1.209	952	
Effetti secondari del ritiro	1.216	959	
Accidentali mezzi + folla	1.605	2.091	
Vento	1.611	2.099	
Deformazioni termiche	1.784	2.277	
Cedimenti	1.805	2.311	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE		$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	85	83	-73	-75	0	85	83	-73	-75
Peso proprio soletta	0	434	423	-372	-384	0	518	506	-444	-459
Permanenti	4	44	42	-133	-135	4	563	548	-577	-594
Effetti primari del ritiro	-10	356	350	-82	-88	-6	919	898	-659	-682
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-6	919	898	-659	-682
Accidentali mezzi + folla	34	98	87	-763	-776	20	993	964	-1.231	-1.264
Vento	0	1	1	-7	-7	20	993	964	-1.231	-1.264
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-243	-239	55	59	23	847	820	-1.198	-1.229
Deformazioni termiche secondarie +DT	13	37	33	-290	-295	31	869	840	-1.372	-1.406
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	243	239	-55	-59	17	1.138	1.107	-1.264	-1.300
Deformazioni termiche secondarie -DT	-13	-37	-33	290	295	9	1.116	1.087	-1.090	-1.123
Cedimenti	1	10	9	-25	-25	31	1.148	1.116	-1.397	-1.431

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	9	8	7	9	8		8,19	8,19
Peso proprio soletta	39	51	45	46	60	53		40,94	49,12
Permanenti	21	22	15	67	82	68		16,24	65,36
Effetti primari del ritiro	0	0	0	67	82	68		0,00	65,36
Effetti secondari del ritiro	13	13	9	79	96	77		0,00	65,36
Accidentali mezzi + folla	172	169	110	208	222	159		92,41	134,67
Vento	2	2	1	208	222	159		3,42	134,67
Deformazioni termiche	7	7	4	212	226	162		40,09	158,72
Cedimenti	6	7	5	218	233	166		3,45	162,17

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	15	17	16	15	17	16
Peso proprio soletta	80	92	86	95	109	102
Permanenti	37	38	31	132	148	133
Effetti primari del ritiro	0	0	0	132	148	133
Effetti secondari del ritiro	13	13	9	145	161	142
Accidentali mezzi + folla	265	261	202	343	357	294
Vento	6	6	5	343	357	294
Deformazioni termiche	47	47	44	371	385	320
Cedimenti	9	10	8	381	395	328

T _{media}	368,06
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	9,85	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	88,72	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	22,15	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	138,97	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	279	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	22,93	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	19,13	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,192	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,115	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,17
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

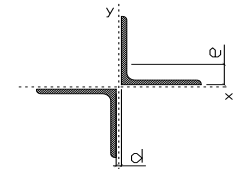
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\alpha x-x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,43
$k_{\alpha y-x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,14
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	14,74	4.991	0	6.738	0
Peso proprio soletta	73,68	24.956	0	40.429	0
Permanenti	29,23	9.898	0	55.277	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	55.277	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	55.277	0
Accidentali mezzi	166,34	56.338	0	131.334	0
Vento	6,16	2.087	0	133.212	0
Deformazioni termiche	72,17	24.443	0	150.811	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	153.332	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	153.332
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,83
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,69

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.782,93 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.782,93 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.782,93 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.782,93 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.782,93 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.781,91 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.781,91 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.781,91 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.781,91 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.781,91 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,52 (-)	λp	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.781,91 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	200	200
Effetti primari del ritiro	0	200
Effetti secondari del ritiro	124	324
Accidentali mezzi + folla	1.909	2.233
Vento	25	2.258
Deformazioni termiche	75	2.334
Cedimenti	56	2.389

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	9	12	10	13	0	0	0	0
Peso proprio soletta	50	79	56	89	0	0	0	0
Permanenti	26	118	19	118	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	118	0	118	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	16	137	12	132	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	215	427	141	323	0	0	0	0
Vento	3	430	2	324	0	0	0	0
Deformazioni termiche	8	436	6	328	0	0	0	0
Cedimenti	8	445	6	335	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G9

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,20
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,70
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

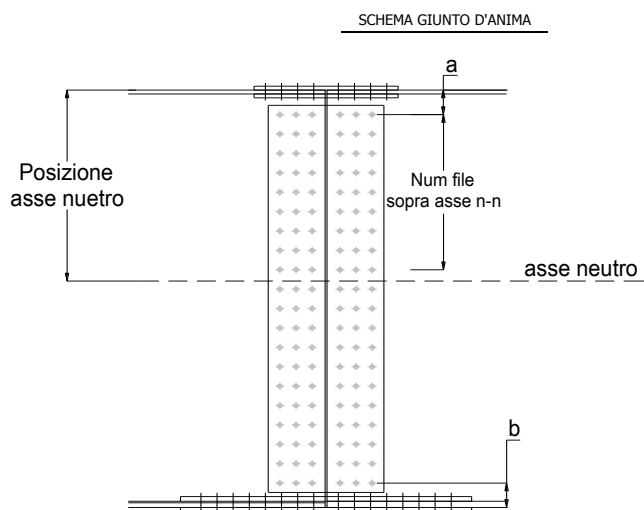
VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	381.931	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	296.211	
	Sforzo di taglio (daN)	190.965	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	412.752	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.448.541	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.291.328	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	803.727	865.524
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.559		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.435		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	718.338	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	536.137	
	Sforzo di taglio (daN)	359.169	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	759.508	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.045.228	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.547.690	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	1.065.174	1.125.857
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.270		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.182		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

 Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	102
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	
AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		167.910
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		131.208
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		276.083
	Azione max bulloni sup. (daN)		11.493
	Azione max bulloni inf. (daN)		16.189
	Azione verticale sul bullone (daN)		3.229
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)		16.508
VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		1.038
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		1.574
	Sforzo nel coprighiunto sup. (daN/cm ²)		891
	Sforzo nel coprighiunto inf. (daN/cm ²)		1.292
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		683.752
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		891.726
	Scorrimento superiore (daN)		146.240
	Scorrimento inferiore (daN)		294.786
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	212	0	14	8	8	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-67	0	-19	-43	-43	
totale	279	0	33	51	51	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	10	27	24	-218	-222

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	123	91

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m)	50,7
--------------------------	------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,42	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	24,63	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	18,23	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

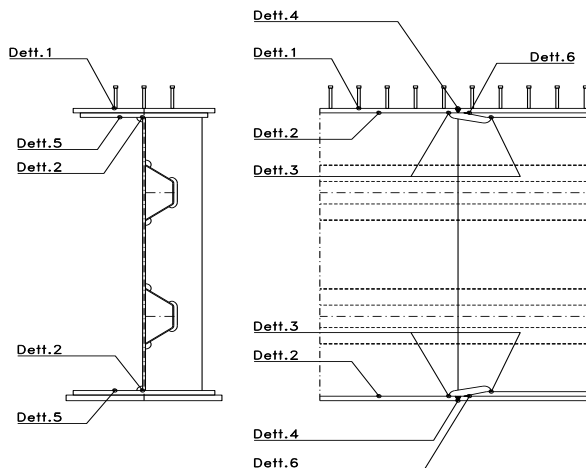
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	43,66	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,95	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	48,02	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	44,40	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' **0**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.431	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m **1**

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 135,06 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-146,77	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	213,24	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	59,55	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito **b/t <= 12**
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,940	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,453	
δ	AL/(hw tw)	0,151	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,670	

0,940			
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,79	3,80

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ **52,79** $\gamma(L,\sigma)$ **3,80**

$I_t = 155.080.208 > 112.271.832$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito **b/t <= 12**
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **30,40**

0,940		
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,40

$I_t = 1.352.171.362 > 64.654.718$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.431
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -146,8	σ_2 = 213,24
	τ = 59,6	y_n (mm)= 991,1

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-146,8	-21,6	101,8		
σ_2	-25,3	98,1	223,3		
σ_1^*	146,8	21,6	-101,8		
σ_2^*	25,3	-98,1	-223,3		
τ	59,6	59,6	59,6		
ψ	0,17	-4,55	2,19		
σ_{id}	179,39	105,37	144,92		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	6,603	-	2,550		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	591,73	-	228,55		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	637,13	1020,96	908,89		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	343,78	350,68	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,92	3,33	2,41		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.647	Msd= 26.693
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 29.967	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 42.493	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr + Vt		
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	524,75	bs 800	bi 900
σ_{td}	-552,81	ts 32	ti 37
θ	0,816	Nfd 12.154.713	
ϕ	0,544	Mfs 57.346.209	Mfi 6.251.311
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr = hw t_{we2} τ^* =	22.961.909	N
Vt =	0	N
Vrd =	22.961.909	N
Verifica =	22.961.909	N
	>=	1.647.197

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be + t_w	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7 * hw	1.702	mm
Sforzo normale = N_{rd} = V_{rd} - 0,8 * V_{cr}	4.592.382	N
Area = A	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	154,34	mm
Snellezza = λ	11,03	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	17.050	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	250.240.961	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	5.210.406	N

N_{Rd} =	5.210.406	>=	N_{rd} =	4.592.382
-------------------------	-----------	--------------	-------------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)
 a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale					
Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 112.992.103 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:
 Isi 225.984.207 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

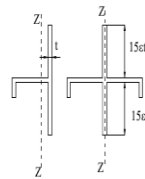


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	32	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	37	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	25.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	33.300	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	32	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	799	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	597,84	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.535	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	23.007	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	21.911	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **9.271** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.647	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	11.488	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	26.693	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
M_{Ed}/M_{f,red} = **2,88** [-]
Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:
V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **6.900** [kN]

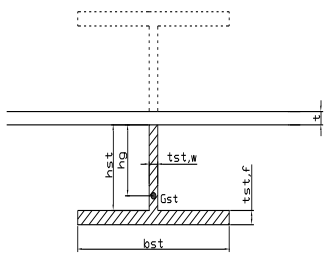
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = \mathbf{0,24}$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	18	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I _{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

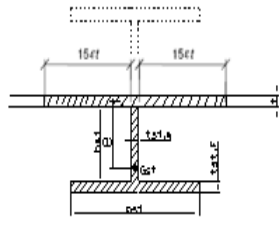


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	16.638,08	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	16.723,65	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
Ac,eff	16.872	[mm ²]



σ_{max}	146,77	[MPa]
N _{Ed}	1.238,19	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,43	[MPa]
e _{max}	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]

>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.623.438 \text{ [mm}^4\text{]}$$

I_s = 185.361.840 [mm⁴] ≥ I_{st} = 2.623.438 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

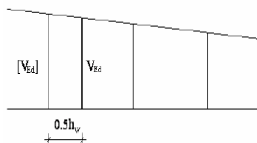
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$V_{Ed} = 1.647$ [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} \cdot \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \cdot \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 273,11$ [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 273,11$ [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) = 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) = 185.361.840 [mm⁴]

$e_{max} = 279$ [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w = 2.500$ [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st} = 61.469$ [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00$ [-]

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 8,33$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 3,15$ [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento $f_{yk} = 355$ [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) = 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) = 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w = 2.500$ [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st} = 61.469$ [kN]

Snellezza adimensionale $\lambda = 0,29$ [-]

Coefficiente di imperfezione $\alpha = 0,49$ [-]

Coefficiente $\phi = 0,56$

Coefficiente di riduzione $\chi = 0,95$

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento = 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten} = 0,00$ [kN]

Indice di resistenza = 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C10
FRAME	215
JOINT	237
num. Travi	2

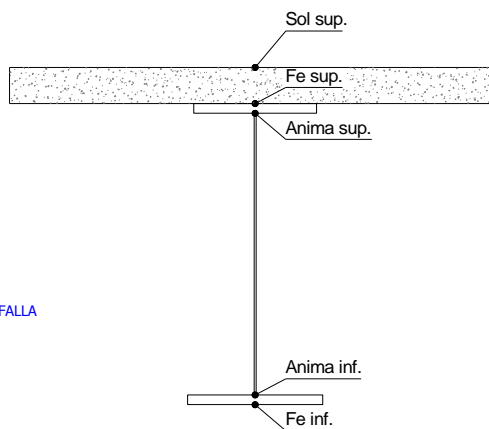
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 150x15 A FARFALLA



SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	485,3

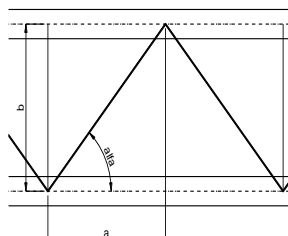
diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,27	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	48,79		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,27	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	37,35		

COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04

TEMP	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25

PIOLI	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	40
	Altezza gola anima sup. (mm)	6

Larghezza gola anima sup. (mm)	8
Larghezza gola anima inf. (mm)	8
Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	757	114,6	7.963.652	3.914.469	0	58.803	69.509	59.909	71.378
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.650	198,2	17.840.344	11.871.851	3.546.291	344.625	89.997	362.113
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.021	230,4	21.670.738	13.129.645	2.568.497	1.102.967	94.076	1.263.772
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.753	202,4	18.331.814	12.071.292	3.397.757	385.079	90.575	406.422
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.500	191,2	17.006.354	11.492.485	3.832.923	289.007	88.966	301.830

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	70	0	4	14	14			14	14	
Peso proprio soletta	358	0	23	70	70			70	70	
Permanenti	163	0	10	33	33			33	33	
Effetti primari del ritiro	341	511	0	0	0			0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0			0	0	
Accidentali mezzi + folla	988	0	76	189	189			189	189	
Vento	9	0	1	7	7			7	7	
Deformazioni termiche primarie	265	686	0	0	0			0	0	
Deformazioni termiche secondarie	376	0	3	82	82			82	82	
Cedimenti	30	0	3	7	7			7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	119	117	-98	-101	0	161	158	-132	-136
Peso proprio soletta	0	609	598	-502	-515	0	983	964	-809	-831
Permanenti	5	47	45	-178	-181	7	1.054	1.032	-1.077	-1.103
Effetti primari del ritiro	-8	380	376	-79	-84	-3	1.510	1.483	-1.172	-1.204
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.510	1.483	-1.172	-1.204
Accidentali mezzi + folla	38	90	78	-1.037	-1.050	49	1.631	1.588	-2.571	-2.622
Vento	0	1	1	-9	-10	49	1.631	1.589	-2.579	-2.631
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	51	55	52	1.451	1.410	-2.543	-2.591
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	34	30	-394	-400	63	1.475	1.432	-2.827	-2.879
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-51	-55	47	1.812	1.767	-2.616	-2.670
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-34	-30	394	400	36	1.788	1.746	-2.332	-2.382
Cedimenti	1	10	10	-33	-34	64	1.825	1.779	-2.866	-2.919

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)	TOTALI (daN/cm ²)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	13	10	11	17	13		10,53	14,21
Peso proprio soletta	48	73	56	77	116	89		52,63	85,26
Permanenti	26	32	19	116	163	117		20,88	116,58
Effetti primari del ritiro	0	0	0	116	163	117		0,00	116,58
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	136	186	131		0,00	116,58
Accidentali mezzi + folla	219	241	138	431	512	316		118,82	276,98
Vento	3	3	2	434	515	318		4,40	280,94
Deformazioni termiche	9	10	5	440	522	322		51,55	318,05
Cedimenti	8	10	6	449	533	329		4,43	323,37

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	19	23	20	26	31	27
Peso proprio soletta	101	126	109	162	201	174
Permanenti	47	53	40	233	280	234
Effetti primari del ritiro	0	0	0	233	280	234
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	252	303	247
Accidentali mezzi + folla	338	360	256	708	789	593
Vento	7	8	6	715	796	599
Deformazioni termiche	60	61	57	758	840	640
Cedimenti	12	14	10	773	856	652

τ_{media}
760,4

Rapp τ
0,44

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	164	141
Peso proprio soletta	1.004	864
Permanenti	1.108	1.151
Effetti primari del ritiro	1.537	1.240
Effetti secondari del ritiro	1.546	1.247
Accidentali mezzi + folla	2.007	2.769
Vento	2.014	2.780
Deformazioni termiche	2.185	3.036
Cedimenti	2.226	3.081

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm ²)	PARZIALI	TOTALI
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	74	111
Effetti primari del ritiro	434	632
Effetti secondari del ritiro	0	632
Accidentali mezzi + folla	222	931
Vento	2	933
Deformazioni termiche	287	1.139
Cedimenti	15	1.158

Rapp σ sup
0,66

Rapp σ inf
0,91

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	119	117	-98	-101	0	119	117	-98	-101
Peso proprio soletta	0	609	598	-502	-515	0	728	714	-600	-616
Permanenti	5	47	45	-178	-181	5	775	759	-778	-797
Effetti primari del ritiro	-8	380	376	-79	-84	-3	1.155	1.135	-857	-881
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.155	1.135	-857	-881
Accidentali mezzi + folla	38	90	78	-1.037	-1.050	35	1.245	1.213	-1.893	-1.931
Vento	0	1	1	-9	-10	35	1.245	1.214	-1.899	-1.937
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	51	55	37	1.095	1.065	-1.868	-1.904
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	34	30	-394	-400	46	1.115	1.083	-2.105	-2.144
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-51	-55	33	1.396	1.362	-1.930	-1.970
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-34	-30	394	400	24	1.376	1.345	-1.693	-1.730
Cedimenti	1	10	10	-33	-34	47	1.406	1.372	-2.138	-2.178

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	8	13	10	8	13	10		10,53	10,53
Peso proprio soletta	48	73	56	57	86	66		52,63	63,16
Permanenti	26	32	19	83	117	85		20,88	84,03
Effetti primari del ritiro	0	0	0	83	117	85		0,00	84,03
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	99	137	96		0,00	84,03
Accidentali mezzi + folla	219	241	138	318	378	233		118,82	202,85
Vento	3	3	2	320	380	235		4,40	207,25
Deformazioni termiche	9	10	5	325	385	238		51,55	258,80
Cedimenti	8	10	6	333	395	244		4,43	263,23

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	19	23	20	19	23	20
Peso proprio soletta	101	126	109	120	149	129
Permanenti	47	53	40	167	201	169
Effetti primari del ritiro	0	0	0	167	201	169
Effetti secondari del ritiro	16	19	11	183	221	180
Accidentali mezzi + folla	338	360	256	521	581	436
Vento	7	8	6	525	585	440
Deformazioni termiche	60	61	57	562	622	474
Cedimenti	12	14	10	574	636	484

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	121	104
Peso proprio soletta	744	640
Permanenti	813	831
Effetti primari del ritiro	1.171	905
Effetti secondari del ritiro	1.179	912
Accidentali mezzi + folla	1.512	2.039
Vento	1.517	2.046
Deformazioni termiche	1.674	2.260
Cedimenti	1.694	2.297

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		174	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	34,300	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,905	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,875	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.445	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	185,4	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-287,1	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	24,4	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	125	mm	b_2 =	1.600	mm
ψ_1 =	0,132	-	ψ_2 =	-11,756	-	b_{2t} =	1.474	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,939	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,963	-	λ_{p2} =	0,079	-			
ρ_1 =	0,853	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	337	[mm]	$b_{2,sup}$	50	mm			
$b_{1,inf}$	483	[mm]	$b_{2,lat}$	75	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	700	[mm]	$b_{2,eff}$	125	mm			
$b_{1,lat,eff}$	287	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	50	mm			
$b_{1,inf,eff}$	412	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	75	mm			
$x_{1,eff}$	121	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.445	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	64	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.869	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.612	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.445	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.066	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.995	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	21.086	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.820	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.449	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,973	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,128	[-]	snellezza
ψ	-1,549	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	14.445	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.869	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.449	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,931	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.987	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	21.031	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,125	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	64	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	76	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	76	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,568	[-]	
Φ	0,487	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 18.526 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	785	113	7.576.082	3.914.469	0	55.319	67.017	56.347	68.844
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.677	17.840.409	11.871.851	3.461.221	331.291	90.953	347.420	92.366
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.049	21.924.484	13.129.645	2.529.576	1.039.879	95.775	1.179.771	97.047
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.780	18.361.397	12.071.292	3.319.746	369.946	91.639	389.569	93.032
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.527	16.958.500	11.492.485	3.734.273	277.985	89.730	289.863	91.177

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{yk} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{yk} (cm)			
Peso proprio acciaio	70	0	4	14	14	-1,52	14	14	
Peso proprio soletta	358	0	23	70	70	-1,52	70	70	
Permanenti	163	0	10	33	33	-2,08	33	33	
Effetti primari del ritiro	351	511	0	0	0	-2,03	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	6	0	0	-2,03	0	0	
Accidentali mezzi + folla	988	0	76	189	189	-1,44	189	189	
Vento	9	0	1	7	7	-1,44	7	7	
Deformazioni termiche primarie	275	686	0	0	0	-1,44	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	376	0	3	82	82	-1,44	82	82	
Cedimenti	30	0	3	7	7	-2,16	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	127	124	-102	-104	0	171	168	-137	-141
Peso proprio soletta	0	647	635	-520	-534	0	1.044	1.025	-839	-862
Permanenti	5	49	47	-176	-179	7	1.118	1.096	-1.104	-1.131
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-90	-96	-2	1.577	1.549	-1.212	-1.246
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.577	1.549	-1.212	-1.246
Accidentali mezzi + folla	39	95	84	-1.018	-1.032	50	1.705	1.662	-2.586	-2.639
Vento	0	1	1	-9	-9	51	1.706	1.662	-2.595	-2.647
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	58	62	53	1.525	1.484	-2.553	-2.602
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	36	32	-387	-393	64	1.551	1.507	-2.832	-2.885
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-58	-62	48	1.887	1.841	-2.637	-2.692
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-36	-32	387	393	37	1.861	1.818	-2.358	-2.409
Cedimenti	1	11	10	-33	-33	65	1.900	1.854	-2.871	-2.925

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	9	13	10	12	17	14		10,53	14,21
Peso proprio soletta	51	73	58	82	116	92		52,63	85,26
Permanenti	27	32	19	122	163	120		20,88	116,58
Effetti primari del ritiro	0	0	0	122	163	120		0,00	116,58
Effetti secondari del ritiro	17	19	11	142	186	133		0,00	116,58
Accidentali mezzi + folla	225	241	135	446	512	316		118,82	276,98
Vento	3	3	2	448	515	317		4,40	280,94
Deformazioni termiche	9	10	5	455	522	321		51,55	318,05
Cedimenti	8	10	6	464	533	328		4,43	323,37

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ_{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	19	23	21	26	31	28		
Peso proprio soletta	104	126	111	167	201	177		
Permanenti	48	53	40	239	280	237		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	239	280	237		
Effetti secondari del ritiro	17	19	11	259	303	250		
Accidentali mezzi + folla	344	360	254	723	789	593		
Vento	7	8	6	729	796	598		
Deformazioni termiche	60	61	57	773	840	639		
Cedimenti	12	14	10	788	856	652	765,2	0,44

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	Rapp σ sup	Rapp σ inf
	Anima sup	Anima inf			
Peso proprio acciaio	174	145			
Peso proprio soletta	1.065	894			
Permanenti	1.171	1.178			
Effetti primari del ritiro	1.603	1.279			
Effetti secondari del ritiro	1.612	1.287			
Accidentali mezzi + folla	2.080	2.783			
Vento	2.088	2.794			
Deformazioni termiche	2.276	3.041			
Cedimenti	2.301	3.085		0,68	0,91

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	127	124	-102	-104	0	127	124	-102	-104
Peso proprio soletta	0	647	635	-520	-534	0	774	760	-622	-639
Permanenti	5	49	47	-176	-179	5	823	806	-798	-818
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-90	-96	-3	1.205	1.184	-888	-914
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.205	1.184	-888	-914
Accidentali mezzi + folla	39	95	84	-1.018	-1.032	26	1.276	1.247	-1.652	-1.687
Vento	0	1	1	-9	-9	26	1.276	1.247	-1.652	-1.687
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	58	62	28	1.125	1.098	-1.617	-1.650
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	36	32	-387	-393	37	1.147	1.117	-1.849	-1.886
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-58	-62	24	1.427	1.396	-1.687	-1.725
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-36	-32	387	393	15	1.405	1.377	-1.454	-1.489
Cedimenti	1	11	10	-33	-33	38	1.438	1.406	-1.882	-1.919

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	9	11	10	9	11	10		10,53	10,53
Peso proprio soletta	51	66	58	60	77	68		52,63	63,16
Permanenti	27	29	19	88	106	87		20,88	84,03
Effetti primari del ritiro	0	0	0	88	106	87		0,00	84,03
Effetti secondari del ritiro	17	17	11	104	123	98		0,00	84,03
Accidentali mezzi + folla	225	217	135	273	286	199		118,82	173,14
Vento	3	3	2	273	286	199		4,40	173,14
Deformazioni termiche	9	9	5	278	291	203		51,55	204,07
Cedimenti	8	9	6	286	299	208		4,43	208,51

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	19	22	21	19	22	21
Peso proprio soletta	104	118	111	124	140	131
Permanenti	48	49	40	172	190	171
Effetti primari del ritiro	0	0	0	172	190	171
Effetti secondari del ritiro	17	17	11	188	207	182
Accidentali mezzi + folla	344	336	254	446	459	372
Vento	7	7	6	446	459	372
Deformazioni termiche	60	60	57	482	495	407
Cedimenti	12	13	10	495	508	417

τ_{media}	473,07
----------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	143,10	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	310	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,388	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,212	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,35
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

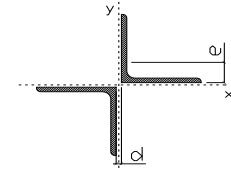
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,43
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,14
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	14,74	4.991	0	6.738	0
Peso proprio soletta	73,68	24.956	0	40.429	0
Permanenti	29,23	9.898	0	55.277	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	55.277	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	55.277	0
Accidentali mezzi	166,34	56.338	0	131.334	0
Vento	6,16	2.087	0	133.212	0
Deformazioni termiche	72,17	24.443	0	150.811	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	153.332	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	153.332
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,83
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,69

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.782,93 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.782,93 (daN/cm ²)	σ_1	1.782,93 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.782,93 (daN/cm ²)	σ_2	1.782,93 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$k\sigma$	0,43 (-)	$k\sigma$	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.781,91 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.781,91 (daN/cm ²)	σ_1	1.781,91 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.781,91 (daN/cm ²)	σ_2	1.781,91 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$k\sigma$	0,43 (-)	$k\sigma$	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,52 (-)	λp	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	1.781,91 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	427	427
Effetti primari del ritiro	0	427
Effetti secondari del ritiro	264	691
Accidentali mezzi + folla	3.935	4.626
Vento	52	4.678
Deformazioni termiche	155	4.833
Cedimenti	120	4.954

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	10	14	12	16	0	0	0	0
Peso proprio soletta	60	95	69	110	0	0	0	0
Permanenti	33	144	23	145	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	144	0	145	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	20	168	14	162	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	271	533	170	391	0	0	0	0
Vento	4	537	2	393	0	0	0	0
Deformazioni termiche	11	544	7	398	0	0	0	0
Cedimenti	10	556	7	407	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G9

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	3,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

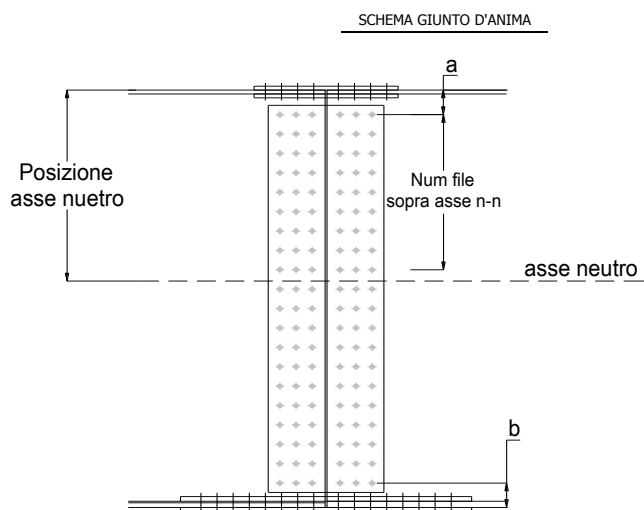
VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	315.355	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	243.147	
	Sforzo di taglio (daN)	157.677	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	412.752	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.131.672	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.790.100	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	536.112	591.667
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.904	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.753		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	694.299	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	517.923	
	Sforzo di taglio (daN)	347.149	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	759.508	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.469.103	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.876.506	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	753.494	811.429
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	3.071	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.951		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

 Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	96
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	
AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		167.910
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		116.655
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		302.670
	Azione max bulloni sup. (daN)		10.870
	Azione max bulloni inf. (daN)		17.060
	Azione verticale sul bullone (daN)		3.229
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)		17.363
VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		1.289
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		2.070
	Sforzo nel coprighiunto sup. (daN/cm ²)		883
	Sforzo nel coprighiunto inf. (daN/cm ²)		1.323
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		693.565
	Scorrimento superiore (daN)		133.338
	Scorrimento inferiore (daN)		319.822
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	212	0	14	8	8	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-67	0	-19	-43	-43	
totale	279	0	33	51	51	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	11	25	22	-293	-297

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	156	112

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i (m) **50,7**

Luce Campata - L i+1 (m) **50,7**

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,18	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	31,19	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	22,45	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

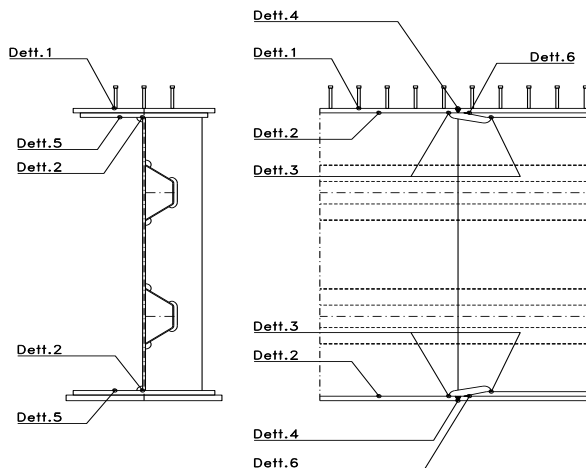
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	58,54	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,96	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	61,52	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	59,31	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.445	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,64 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-185,36	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	287,12	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	76,52	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1 = 30 * t1 = 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,935	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,549	
δ	AL/(hw tw)	0,194	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,666	

0,935

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,15	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ 52,15 $\gamma(L, \sigma)$ 3,78

$I_t = 155.080.208 > 82.373.288$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1 = 30 * t1 = 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1 ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,62

$I_t = 859.302.562 > 30.812.376$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,935

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,62

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.445
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -185,4	σ_2 = 287,12
	τ = 76,5	y_n (mm)= 959,2

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-185,4	-22,0	139,0		
σ_2	-26,8	134,2	297,6		
σ_1^*	185,4	22,0	-139,0		
σ_2^*	26,8	-134,2	-297,6		
τ	76,5	76,5	76,5		
ψ	0,14	-6,11	2,14		
σ_{id}	227,86	134,34	192,06		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
k_{σ}	6,749	-	2,592		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	365,87	-	140,52		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	393,15	620,92	549,82		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	324,17	343,17	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,42	2,55	1,77		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.647	Msd= 26.377
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 21.741	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 31.807	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr}+V_t		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs 700	bi 800
σ_{td}	-194,17	ts 25	ti 30
θ	0,819	N_{fd} 8.793.158	
ϕ	0,546	M_{fs} 38.958.227	M_{fi} 4.163.058
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V_{cr} =hw t _{we2} τ^* =	10.865.970 N
V_t =	0 N
V_{rd} =	10.865.970 N
Verifica =	7.980.493 N >= 1.647.197

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+te =	14 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw =	1.712 mm
Sforzo normale = N_{rd}=V_{rd}-0,8*V_{cr} =	2.173.194 N
Area = A =	9.999 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41 mm
Inerzia = J =	200.836.195 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i =	141,73 mm
Snellezza = λ =	12,08
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	14.212 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE} =	142.104.299 N
Carico resistente a instabilità = NR_d =	3.549.574 N

NR_d =	3.549.574	>=	N_{rd} =	2.173.194
-------------------------	-----------	----	-------------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio $k\tau$	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σE	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τcr	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λw	1,191	[-]

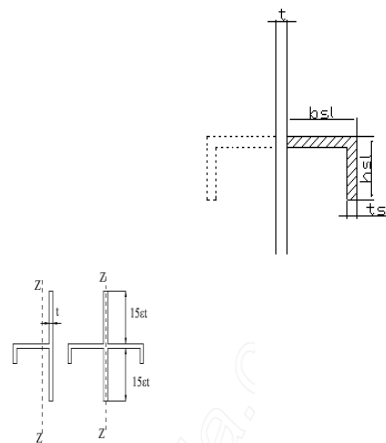


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k\tau,1$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λw	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χw (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

Vbf,Rd 0,000 [kN]

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	30	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	24.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf

Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf

Tensione di snervamento piattabande fyf

γ_{M1}

Distanza tra le cerniere plastiche c

Distanza tra i baricentri delle piattabande hf

Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}

γ_{M0}

Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$

25	[mm]
624	[mm]
355	[MPa]
1,10	[-]
587,55	[mm]
2.528	[mm]
14,002	[kNm]
1,05	[-]
13.335	[kNm]

3.008 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$

Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$

Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$

1.647	[kN]
10.866	[kN]
26.377	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 8,77$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 4.546$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,36$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	14	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore

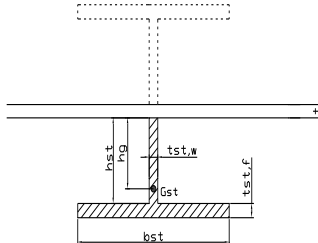
Momento d'inerzia effettivo I_{st}

$\alpha = a/hw$

Momento d'inerzia limite I_{limite}

4.900	[mm ²]
50.020.833	[mm ⁴]
0,91	<
12.317.512	[mm ⁴]

$\sqrt{2}$

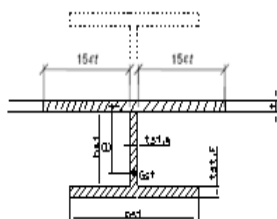


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	21.031,08	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	21.086,43	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.449	[mm ²]



>>>>>

σ_{max}

N_{Ed}

$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,44$ [MPa]

e_{max}

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,28$ [-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.566.183$ [mm⁴]

$I_s = 131.913.621$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.566.183$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

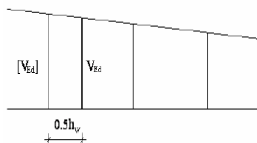
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione $N_{st,Ed}$ e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.647 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 275,61 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 275,61 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 4,27 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 15

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C10
FRAME	215
JOINT	
num. Travi	2

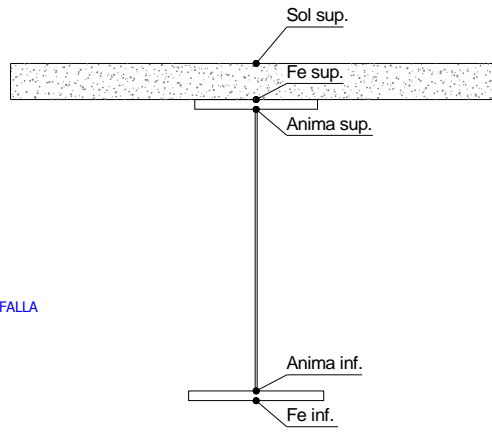
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 150x15 A FARFALLA

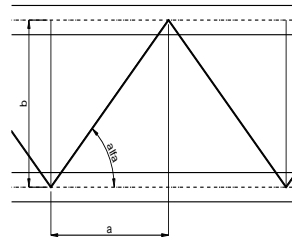


SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	485,3

diametro ferri superiori soletta(cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,27	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cmq)	48,79		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,27	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cmq)	37,35		

COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04

PIOLI	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25



SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6
	Altezza gola anima inf. (mm)	6
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Larghezza gola anima sup. (mm)	8
Larghezza gola anima inf. (mm)	8
Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0
Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	757	114,6	7.963.652	3.914.469	0	58.803	69.509	59.909	71.378
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.650	198,2	17.840.344	11.871.851	3.546.291	344.625	89.997	362.113
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.021	230,4	21.670.738	13.129.645	2.568.497	1.102.967	94.076	1.263.772
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.753	202,4	18.331.814	12.071.292	3.397.757	385.079	90.575	406.422
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.500	191,2	17.006.354	11.492.485	3.832.923	289.007	88.966	301.830

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					2°Nodo				
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)				
Peso proprio acciaio	81	0	0	2	2	valori x10 ⁴				
Peso proprio soletta	418	0	0	10	10	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴		
Permanenti	189	0	0	6	6	2	2			
Effetti primari del ritiro	341	511	0	0	0	10	10			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	6	6			
Accidentali mezzi + folla	1.000	0	65	110	110	0	0			
Vento	10	0	0	5	5	110	110			
Deformazioni termiche primarie	265	686	0	0	0	5	5			
Deformazioni termiche secondarie	384	0	3	4	4	0	0			
Cedimenti	26	0	3	2	2	4	4			
						2	2			

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	138	135	-113	-117	0	186	183	-153	-157
Peso proprio soletta	0	711	698	-586	-601	0	1.146	1.124	-944	-969
Permanenti	5	55	52	-207	-210	8	1.228	1.203	-1.254	-1.284
Effetti primari del ritiro	-8	380	376	-79	-84	-2	1.684	1.653	-1.349	-1.385
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.684	1.653	-1.349	-1.385
Accidentali mezzi + folla	39	91	79	-1.049	-1.063	51	1.807	1.760	-2.765	-2.820
Vento	0	1	1	-10	-11	51	1.807	1.761	-2.774	-2.830
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	51	55	54	1.627	1.582	-2.738	-2.791
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	35	30	-403	-408	65	1.652	1.604	-3.028	-3.084
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-51	-55	48	1.988	1.940	-2.811	-2.869
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-35	-30	403	408	38	1.963	1.918	-2.521	-2.575
Cedimenti	1	9	9	-29	-29	65	1.999	1.950	-3.062	-3.119

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		1,50	2,03
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		7,52	12,18
Permanenti	0	0	0	0	0	0		3,80	17,87
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	17,87
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	17,87
Accidentali mezzi + folla	187	206	118	253	279	159		69,15	111,23
Vento	0	0	0	253	279	159		3,14	114,06
Deformazioni termiche	9	10	5	259	285	163		2,51	115,87
Cedimenti	8	10	6	268	297	170		1,27	117,39

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	2	2	2	2	2	2
Peso proprio soletta	8	8	8	12	12	12
Permanenti	4	4	4	18	18	18
Effetti primari del ritiro	0	0	0	18	18	18
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	18	18	18
Accidentali mezzi + folla	256	276	187	364	390	270
Vento	3	3	3	367	393	273
Deformazioni termiche	11	12	8	375	401	279
Cedimenti	9	11	7	386	414	287

τ_{media}
362,3

Rapp τ
0,21

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	183	153
Peso proprio soletta	1.125	944
Permanenti	1.203	1.254
Effetti primari del ritiro	1.654	1.349
Effetti secondari del ritiro	1.654	1.349
Accidentali mezzi + folla	1.870	2.804
Vento	1.872	2.814
Deformazioni termiche	2.025	3.066
Cedimenti	2.061	3.102

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI
	arm sup	arm sup	
Peso proprio acciaio	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0
Permanenti	86	128	128
Effetti primari del ritiro	434	649	649
Effetti secondari del ritiro	0	649	649
Accidentali mezzi + folla	224	952	952
Vento	2	954	954
Deformazioni termiche	287	1.161	1.161
Cedimenti	13	1.177	1.177

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,61	0,92

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	138	135	-113	-117	0	138	135	-113	-117
Peso proprio soletta	0	711	698	-586	-601	0	849	833	-699	-718
Permanenti	5	55	52	-207	-210	5	903	885	-906	-928
Effetti primari del ritiro	-8	380	376	-79	-84	-3	1.284	1.261	-985	-1.012
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3	1.284	1.261	-985	-1.012
Accidentali mezzi + folla	39	91	79	-1.049	-1.063	36	1.374	1.340	-2.034	-2.075
Vento	0	1	1	-10	-11	36	1.375	1.340	-2.040	-2.082
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	51	55	39	1.224	1.191	-2.009	-2.049
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	35	30	-403	-408	48	1.245	1.210	-2.251	-2.294
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-51	-55	34	1.526	1.489	-2.071	-2.114
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-35	-30	403	408	25	1.505	1.471	-1.829	-1.870
Cedimenti	1	9	9	-29	-29	48	1.535	1.498	-2.280	-2.323

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		1,50	1,50
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		7,52	9,02
Permanenti	0	0	0	0	0	0		3,80	12,82
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	12,82
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	12,82
Accidentali mezzi + folla	187	206	118	187	206	118		69,15	81,97
Vento	0	0	0	187	206	118		3,14	85,11
Deformazioni termiche	9	10	5	192	212	121		2,51	87,63
Cedimenti	8	10	6	200	222	127		1,27	88,89

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	2	2	2	2	2	2
Peso proprio soletta	8	8	8	9	9	9
Permanenti	4	4	4	13	13	13
Effetti primari del ritiro	0	0	0	13	13	13
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	13	13	13
Accidentali mezzi + folla	256	276	187	269	288	200
Vento	3	3	3	271	290	202
Deformazioni termiche	11	12	8	278	297	206
Cedimenti	9	11	7	287	308	213

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	135	114
Peso proprio soletta	833	699
Permanenti	885	906
Effetti primari del ritiro	1.261	985
Effetti secondari del ritiro	1.261	985
Accidentali mezzi + folla	1.419	2.063
Vento	1.420	2.070
Deformazioni termiche	1.565	2.279
Cedimenti	1.578	2.310

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		174	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

b _p =	34,300	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,905	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,875	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 15

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.445	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	203,6	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-307,1	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	29,6	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{radd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	141	mm	b_2 =	1.600	mm
ψ_1 =	0,145	-	ψ_2 =	-10,373	-	b_{2t} =	1.459	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,860	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,968	-	λ_{p2} =	0,089	-			
ρ_1 =	0,848	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	338	[mm]	$b_{2,sup}$	56	mm			
$b_{1,inf}$	482	[mm]	$b_{2,lat}$	84	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	696	[mm]	$b_{2,eff}$	141	mm			
$b_{1,lat,eff}$	287	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	56	mm			
$b_{1,inf,eff}$	409	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	84	mm			
$x_{1,eff}$	125	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.517	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	64	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.899	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.612	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.445	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.073	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.988	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	19.241	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.892	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.491	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,971	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,134	[-]	snellezza
ψ	-1,508	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	14.517	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.899	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.491	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,929	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.980	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	19.190	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,131	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	64	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	76	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	76	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,569	[-]	
Φ	0,489	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 18.687 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animasup}$ (cm ³)	$W_{animatinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	784	113	7.571.155	3.914.469	0	55.256	67.013	56.283	68.840
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.677	17.840.304	11.871.851	3.461.038	331.264	90.955	347.391	92.367
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.048	21.924.252	13.129.645	2.529.712	1.040.040	95.773	1.179.980	97.044
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.780	18.361.340	12.071.292	3.319.632	369.926	91.640	389.546	93.032
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.527	16.958.270	11.492.485	3.733.945	277.949	89.732	289.825	91.179

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{el} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{el} (cm)			
Peso proprio acciaio	81	0	0	2	2	-1,59	2	2	
Peso proprio soletta	418	0	0	10	10	-1,59	10	10	
Permanenti	189	0	0	6	6	-2,09	6	6	
Effetti primari del ritiro	351	511	0	0	0	-2,03	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,03	0	0	
Accidentali mezzi + folla	1.000	0	65	110	110	-1,43	110	110	
Vento	10	0	0	5	5	-1,43	5	5	
Deformazioni termiche primarie	275	686	0	0	0	-1,43	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	384	0	3	4	4	-1,43	4	4	
Cedimenti	26	0	3	2	2	-2,17	2	2	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	147	144	-118	-121	0	198	194	-159	-163
Peso proprio soletta	0	756	743	-607	-624	0	1.219	1.197	-979	-1.005
Permanenti	5	57	54	-205	-208	8	1.305	1.279	-1.285	-1.317
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-90	-96	-1	1.763	1.731	-1.393	-1.432
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.763	1.731	-1.393	-1.432
Accidentali mezzi + folla	40	96	85	-1.030	-1.044	52	1.893	1.846	-2.785	-2.841
Vento	0	1	1	-10	-10	53	1.894	1.847	-2.794	-2.851
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	58	62	55	1.713	1.668	-2.752	-2.806
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	37	33	-396	-401	66	1.740	1.691	-3.037	-3.095
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-58	-62	50	2.075	2.025	-2.836	-2.895
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-37	-33	396	401	39	2.049	2.002	-2.551	-2.607
Cedimenti	1	9	9	-29	-29	67	2.086	2.036	-3.071	-3.130

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		1,50	2,03
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		7,52	12,18
Permanenti	0	0	0	0	0	0		3,80	17,87
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	17,87
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	17,87
Accidentali mezzi + folla	192	206	116	259	279	156		69,15	111,23
Vento	0	0	0	259	279	156		3,14	114,06
Deformazioni termiche	9	10	5	266	285	160		2,51	115,87
Cedimenti	8	10	6	275	297	167		1,27	117,39

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	2	2	2	2	2	2		
Peso proprio soletta	8	8	8	12	12	12		
Permanenti	4	4	4	18	18	18		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	18	18	18		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	18	18	18		
Accidentali mezzi + folla	261	276	185	371	390	267		
Vento	3	3	3	373	393	270		
Deformazioni termiche	11	12	8	382	401	276		
Cedimenti	9	11	7	393	414	284	363,7	0,21

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	194	159	
Peso proprio soletta	1.197	979	
Permanenti	1.279	1.286	
Effetti primari del ritiro	1.732	1.394	
Effetti secondari del ritiro	1.732	1.394	
Accidentali mezzi + folla	1.954	2.823	
Vento	1.957	2.833	
Deformazioni termiche	2.131	3.074	
Cedimenti	2.147	3.110	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE		$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,63	0,93

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	147	144	-118	-121	0	147	144	-118	-121
Peso proprio soletta	0	756	743	-607	-624	0	903	887	-725	-745
Permanenti	5	57	54	-205	-208	5	960	941	-929	-952
Effetti primari del ritiro	-8	382	377	-90	-96	-2	1.342	1.318	-1.019	-1.048
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.342	1.318	-1.019	-1.048
Accidentali mezzi + folla	40	96	85	-1.030	-1.044	27	1.414	1.382	-1.792	-1.831
Vento	0	1	1	-10	-10	27	1.414	1.382	-1.792	-1.831
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	58	62	29	1.264	1.233	-1.757	-1.794
Deformazioni termiche secondarie +DT	15	37	33	-396	-401	39	1.286	1.253	-1.995	-2.035
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-58	-62	25	1.565	1.531	-1.827	-1.868
Deformazioni termiche secondarie -DT	-15	-37	-33	396	401	16	1.543	1.511	-1.590	-1.628
Cedimenti	1	9	9	-29	-29	39	1.575	1.540	-2.023	-2.064

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		1,50	1,50
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		7,52	9,02
Permanenti	0	0	0	0	0	0		3,80	12,82
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	12,82
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	12,82
Accidentali mezzi + folla	192	186	116	144	139	87		69,15	64,68
Vento	0	0	0	144	139	87		3,14	64,68
Deformazioni termiche	9	9	5	149	144	90		2,51	66,19
Cedimenti	8	9	6	157	153	96		1,27	67,46

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	2	2	2	2	2	2
Peso proprio soletta	8	8	8	9	9	9
Permanenti	4	4	4	13	13	13
Effetti primari del ritiro	0	0	0	13	13	13
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	13	13	13
Accidentali mezzi + folla	261	255	185	209	204	151
Vento	3	3	3	209	204	151
Deformazioni termiche	11	11	8	216	211	156
Cedimenti	9	10	7	225	220	163

T_{media}
202,79

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]
Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96 [MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67 [MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40 [MPa]
dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	141,95 [cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	353 [MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,428	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,137	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η
0,39

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 15

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

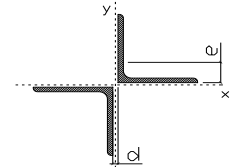
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente Φ x-x	0,910
Coefficiente Φ y-y	0,743

W _{el} di 1 controvento (cm ³)	83,54
W _{eff} di 1 controvento (cm ³)	67,99
A _{eff} di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente λ x-x	0,732
Coefficiente λ y-y	0,841
Coefficiente λ min	0,732
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{x-x} (Tab. C4.2.IV)	1,16
k_{y-x} (Tab. C4.2.IV)	0,93
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	2,11	713	0	963	0
Peso proprio soletta	10,53	3.565	0	5.776	0
Permanenti	5,31	1.800	0	8.475	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	8.475	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	8.475	0
Accidentali mezzi	96,81	32.790	0	52.741	0
Vento	4,40	1.490	0	54.082	0
Deformazioni termiche	3,52	1.192	0	54.941	0
Cedimenti	1,77	600	0	55.661	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	55.661
Meq. Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,32
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,28

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	647,23 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	647,23 (daN/cm ²)	σ_1	647,23 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	647,23 (daN/cm ²)	σ_2	647,23 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,50	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,50	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI A_{eff} e J_{eff}

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	798,94 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	798,94 (daN/cm ²)	σ_1	798,94 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	798,94 (daN/cm ²)	σ_2	798,94 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,67 (-)	λ_p	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				A _{eff}	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,16 (cm)	σ_N	798,94 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				J _{eff}	736,92 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 15

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0
Accidentali mezzi + folla	3.366	3.366
Vento	0	3.366
Deformazioni termiche	155	3.521
Cedimenti	120	3.641

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	232	313	146	197	0	0	0	0
Vento	0	313	0	197	0	0	0	0
Deformazioni termiche	11	320	7	201	0	0	0	0
Cedimenti	10	332	7	210	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	217	0	17	20	20	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-59	0	-16	-13	-13	
totale	276	0	33	33	33	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	11	25	22	-290	-293

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	142	99

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m) 50,7

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,13	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,48	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	19,75	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

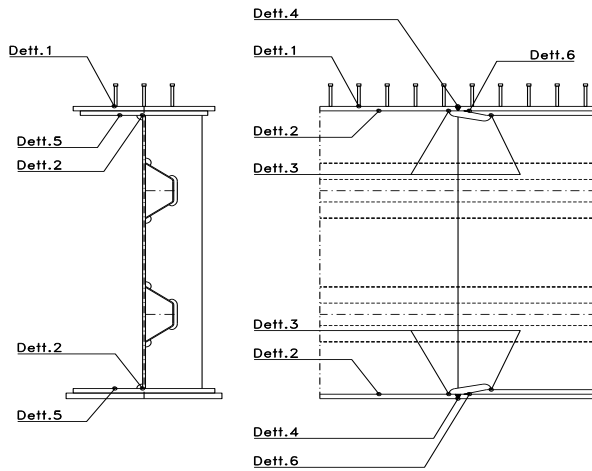
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	57,91	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,96	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	60,85	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	58,68	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
11 di 15

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'	0
------------	---

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.445	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m	1
------------	---

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,64 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-203,62	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	307,10	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	36,37	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,935	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,508	
δ	AL/(hw tw)	0,194	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,666	

0,935

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato	52,15	3,78	

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$	52,15	$\gamma(L,\sigma)$	3,78
------------------	-------	--------------------	------

I_L = 155.080.208 > 82.373.288 VERIFICA SODDISFATTA

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K	1,00	γ_T	30,62
---	------	------------	-------

I_L = 859.302.562 > 30.812.376 VERIFICA SODDISFATTA

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,935

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato	30,62	

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.445
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -203,6	σ_2 = 307,10
	τ = 36,4	y_n (mm)= 974,8

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
tl	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-203,6	-27,0	147,0		
σ_2	-32,2	141,8	318,4		
σ_1^*	203,6	27,0	-147,0		
σ_2^*	32,2	-141,8	-318,4		
τ	36,4	36,4	36,4		
ψ	0,16	-5,25	2,17		
σ_{id}	213,14	68,54	159,92		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
$k\sigma$	6,676	-	2,572		
$k\sigma$	-	-	-		
$k\sigma$	-	23,900	-		
$k\tau$	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	361,89	-	139,43		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	368,28	703,15	549,82		
$0.8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	319,36	345,82	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,50	5,05	2,12		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 917	Msd= 27.877
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd = 21.741	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M'rd = 31.807	kNm
Spessore equivalente anima:	twe2 = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	25	ti	30
θ	0,819	Nfd	8.793.158	Mfi	4.163.058
Φ	0,546	Mfs	38.958.227	di	0,00
		ds	0,00		

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw twe2 τ^*	=	10.865.970	N	
Vt	=	0	N	
VRd	=	10.865.970	N	
Verifica=	6.789.180	N	>=	917.333

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+te	=	14	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	=	1.712	mm
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr	=	2.173.194	N
Area = A	=	9.999	mm ²
Distanza baricentro asse anima =		272,41	mm
Inerzia = J	=	200.836.195	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	=	141,73	mm
Snellezza = λ	=	12,08	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	=	14.212	N/mm ²
Forza critica euleriana = NcrE	=	142.104.299	N
Carico resistente a instabilità = NRd	=	3.549.574	N

NRd =	3.549.574	>=	Nird =	2.173.194
-------	-----------	----	--------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
13 di 15

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η_T	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta^* \varepsilon^* \sqrt{k_T} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,191	[-]

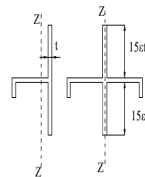


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k_{T,1}$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λ_w	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$V_{bf,Rd}$ 0,000 [kN]

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	30	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	24.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.528	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	14,002	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	13.335	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **3.008** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	917	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	10.866	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	27.877	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

M_{Ed}/M_{f,red} = **9,27** [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:

V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **4.546** [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,20$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

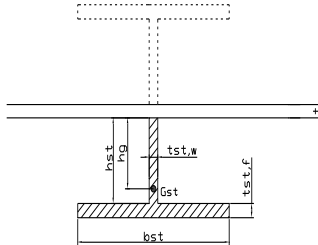
Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	14	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I _{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

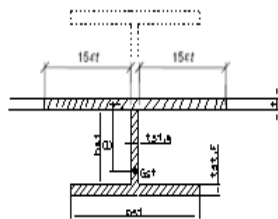
L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)



Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	19.190,20	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	19.240,57	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.491	[mm ²]



σ_{max}	203,62	[MPa]
N _{Ed}	1.373,55	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,48	[MPa]

e_{max} = 266,74 [-]

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,28$ [-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.827.973$ [mm⁴]

I_s = 131.913.621 [mm⁴] **≥ I_{st} = 2.827.973** [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

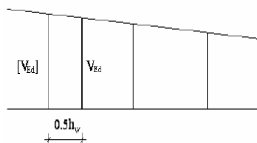
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
15 di 15

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 917 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 =$ 303,73 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 303,73 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

massima distanza tra lembi e baricentro

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 4,71 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_yk 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C10
FRAME	215
JOINT	241
num. Travi	2

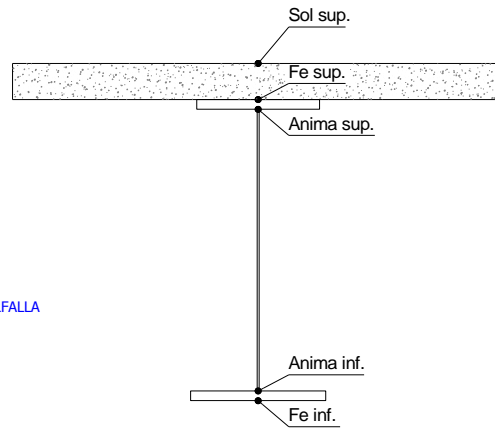
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 150x15 A FARFALLA



SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	535,8

diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	26,79	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	53,86		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	26,79	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	41,24		

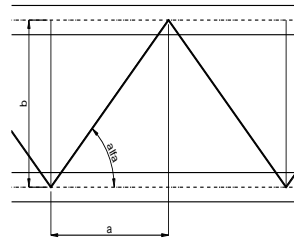
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04

TEMP	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15

PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3

Altezza gola anima sup. (mm)	6	Larghezza gola anima sup. (mm)	8
Altezza gola anima inf. (mm)	6	Larghezza gola anima inf. (mm)	8
Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	757	114,6	7.963.652	3.914.469	0	58.803	69.509	59.909	71.378
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.743	202,0	18.290.366	11.871.851	3.805.583	381.174	90.539	402.124
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.257	233,2	22.014.218	13.129.645	2.755.864	1.306.794	94.419	1.534.522
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.857	206,1	18.775.892	12.071.292	3.648.813	427.916	91.091	453.770
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.577	195,0	17.460.791	11.492.485	4.106.438	317.368	89.551	332.476

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	42	0	8	9	9		9	9		
Peso proprio soletta	207	0	45	46	46		46	46		
Permanenti	107	0	18	28	28		28	28		
Effetti primari del ritiro	355	565	0	0	0		0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	7	0	0		0	0		
Accidentali mezzi + folla	808	0	85	211	211		211	211		
Vento	9	0	0	12	12		12	12		
Deformazioni termiche primarie	271	757	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche secondarie	430	0	0	76	76		76	76		
Cedimenti	33	0	3	7	7		7	7		

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	71	70	-59	-60	0	96	95	-79	-82
Peso proprio soletta	0	352	346	-290	-298	0	572	561	-471	-484
Permanenti	3	28	27	-116	-118	4	614	601	-646	-661
Effetti primari del ritiro	-8	387	382	-80	-86	-5	1.078	1.060	-742	-764
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	1.078	1.060	-742	-764
Accidentali mezzi + folla	29	62	53	-845	-856	35	1.162	1.131	-1.882	-1.919
Vento	0	1	1	-9	-10	35	1.162	1.131	-1.890	-1.927
Deformazioni termiche primarie +DT	3	-253	-250	51	55	37	980	951	-1.853	-1.888
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	33	28	-450	-455	49	1.004	971	-2.177	-2.216
Deformazioni termiche primarie -DT	-3	253	250	-51	-55	33	1.345	1.312	-1.927	-1.967
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-33	-28	450	455	21	1.321	1.291	-1.604	-1.639
Cedimenti	1	10	10	-36	-37	50	1.357	1.324	-2.221	-2.260

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	17	25	19	23	34	26		6,77	9,14
Peso proprio soletta	95	143	110	151	227	174		34,59	55,83
Permanenti	48	57	34	222	313	225		17,71	82,40
Effetti primari del ritiro	0	0	0	222	313	225		0,00	82,40
Effetti secondari del ritiro	19	22	13	245	340	241		0,00	82,40
Accidentali mezzi + folla	245	270	153	576	704	448		132,65	261,47
Vento	0	0	0	576	704	448		7,54	268,26
Deformazioni termiche	0	0	0	576	704	448		47,78	302,66
Cedimenti	8	10	6	585	715	454		4,43	307,97

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	24	32	26	32	43	35
Peso proprio soletta	129	177	144	207	283	230
Permanenti	65	75	52	305	395	307
Effetti primari del ritiro	0	0	0	305	395	307
Effetti secondari del ritiro	19	22	13	327	422	323
Accidentali mezzi + folla	378	402	286	837	965	709
Vento	8	8	8	844	972	716
Deformazioni termiche	48	48	48	878	1.006	750
Cedimenti	12	14	10	893	1.023	762

τ_{media}
892,9

Rapp τ
0,52

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	110	100
Peso proprio soletta	665	617
Permanenti	800	837
Effetti primari del ritiro	1.184	913
Effetti secondari del ritiro	1.202	929
Accidentali mezzi + folla	1.839	2.247
Vento	1.849	2.261
Deformazioni termiche	1.996	2.535
Cedimenti	2.036	2.584

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI		TOTALI	
	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0
Permanenti	45	68	45	68
Effetti primari del ritiro	442	598	442	598
Effetti secondari del ritiro	0	598	0	598
Accidentali mezzi + folla	168	825	168	825
Vento	2	827	2	827
Deformazioni termiche	289	1.035	289	1.035
Cedimenti	16	1.054	16	1.054

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,60 0,76

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	71	70	-59	-60	0	71	70	-59	-60
Peso proprio soletta	0	352	346	-290	-298	0	423	416	-349	-358
Permanenti	3	28	27	-116	-118	3	452	442	-465	-476
Effetti primari del ritiro	-8	387	382	-80	-86	-5	839	825	-545	-562
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	839	825	-545	-562
Accidentali mezzi + folla	29	62	53	-845	-856	25	900	877	-1.390	-1.418
Vento	0	1	1	-9	-10	25	901	878	-1.396	-1.424
Deformazioni termiche primarie +DT	3	-253	-250	51	55	27	749	727	-1.365	-1.391
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	33	28	-450	-455	36	769	744	-1.635	-1.664
Deformazioni termiche primarie -DT	-3	253	250	-51	-55	23	1.053	1.028	-1.426	-1.456
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-33	-28	450	455	13	1.033	1.011	-1.157	-1.183
Cedimenti	1	10	10	-36	-37	37	1.063	1.038	-1.671	-1.701

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	17	25	19	17	25	19		6,77	6,77
Peso proprio soletta	95	143	110	112	168	129		34,59	41,35
Permanenti	48	57	34	159	225	163		17,71	59,07
Effetti primari del ritiro	0	0	0	159	225	163		0,00	59,07
Effetti secondari del ritiro	19	22	13	178	248	176		0,00	59,07
Accidentali mezzi + folla	245	270	153	423	517	329		132,65	191,71
Vento	0	0	0	423	517	329		7,54	199,26
Deformazioni termiche	0	0	0	423	517	329		47,78	247,03
Cedimenti	8	10	6	431	527	335		4,43	251,46

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	24	32	26	24	32	26
Peso proprio soletta	129	177	144	153	210	170
Permanenti	65	75	52	218	284	222
Effetti primari del ritiro	0	0	0	218	284	222
Effetti secondari del ritiro	19	22	13	237	307	235
Accidentali mezzi + folla	378	402	286	615	709	521
Vento	8	8	8	620	714	525
Deformazioni termiche	48	48	48	648	742	554
Cedimenti	12	14	10	660	756	564

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	81	74
Peso proprio soletta	493	457
Permanenti	582	603
Effetti primari del ritiro	907	667
Effetti secondari del ritiro	921	680
Accidentali mezzi + folla	1.380	1.657
Vento	1.386	1.666
Deformazioni termiche	1.522	1.896
Cedimenti	1.544	1.936

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		174	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,300	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,500	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma' =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,905	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,875	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.445	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	136,8	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-221,7	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	14,7	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,905	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,875	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	99	mm	b_2 =	1.600	mm
ψ_1 =	0,107	-	ψ_2 =	-15,122	-	b_{2t} =	1.500	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,086	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,953	-	λ_{p2} =	0,063	-			
ρ_1 =	0,861	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	335	[mm]	$b_{2,sup}$	40	mm			
$b_{1,inf}$	485	[mm]	$b_{2,lat}$	60	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	707	[mm]	$b_{2,eff}$	99	mm			
$b_{1,lat,eff}$	289	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	40	mm			
$b_{1,inf,eff}$	418	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	60	mm			
$x_{1,eff}$	114	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.322	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	65	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.818	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.612	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.445	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.055	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	3.006	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	25.424	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.697	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.380	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,977	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,117	[-]	snellezza
ψ	-1,621	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	14.322	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.818	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.380	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,934	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.998	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	25.357	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,114	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	65	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	75	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	75	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,568	[-]	
Φ	0,482	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 18.258 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	786	113	7.585.161	3.914.469	0	55.433	67.027	56.465	68.852
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.771	18.317.399	11.871.851	3.718.101	366.258	91.593	385.530	92.988
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.285	22.293.502	13.129.645	2.716.537	1.224.305	96.179	1.419.144	97.441
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.885	18.832.875	12.071.292	3.568.558	410.794	92.248	434.487	93.624
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.606	17.438.852	11.492.485	4.005.153	305.249	90.418	319.218	91.846

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{kl} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{kl} (cm)			
Peso proprio acciaio	42	0	8	9	9	-1,40	9	9	
Peso proprio soletta	207	0	45	46	46	-1,40	46	46	
Permanenti	107	0	18	28	28	-2,03	28	28	
Effetti primari del ritiro	366	565	0	0	0	-1,97	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	7	0	0	-1,97	0	0	
Accidentali mezzi + folla	808	0	85	211	211	-1,36	211	211	
Vento	9	0	0	12	12	-1,36	12	12	
Deformazioni termiche primarie	282	757	0	0	0	-1,36	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	430	0	0	76	76	-1,36	76	76	
Cedimenti	33	0	3	7	7	-2,11	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	76	74	-61	-63	0	102	100	-82	-85
Peso proprio soletta	0	373	367	-301	-309	0	606	595	-488	-502
Permanenti	3	29	28	-115	-117	4	650	637	-661	-677
Effetti primari del ritiro	-7	389	384	-92	-97	-4	1.117	1.098	-771	-794
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	1.117	1.098	-771	-794
Accidentali mezzi + folla	30	66	57	-829	-840	36	1.206	1.174	-1.890	-1.928
Vento	0	1	1	-9	-9	36	1.206	1.175	-1.898	-1.936
Deformazioni termiche primarie +DT	3	-254	-250	59	62	38	1.024	995	-1.856	-1.891
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	35	30	-441	-447	50	1.049	1.016	-2.174	-2.213
Deformazioni termiche primarie -DT	-3	254	250	-59	-62	34	1.389	1.355	-1.941	-1.981
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-35	-30	441	447	22	1.364	1.333	-1.623	-1.659
Cedimenti	1	11	10	-36	-36	51	1.402	1.368	-2.217	-2.257

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	18	25	20	24	34	27		6,77	9,14
Peso proprio soletta	101	143	114	160	227	181		34,59	55,83
Permanenti	49	57	33	234	313	231		17,71	82,40
Effetti primari del ritiro	0	0	0	234	313	231		0,00	82,40
Effetti secondari del ritiro	19	22	13	257	340	246		0,00	82,40
Accidentali mezzi + folla	252	270	151	597	704	449		132,65	261,47
Vento	0	0	0	597	704	449		7,54	268,26
Deformazioni termiche	0	0	0	597	704	449		47,78	302,66
Cedimenti	8	10	6	606	715	456		4,43	307,97

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ_{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	25	32	27	33	43	36		
Peso proprio soletta	135	177	148	216	283	236		
Permanenti	67	75	51	316	395	313		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	316	395	313		
Effetti secondari del ritiro	19	22	13	339	422	329		
Accidentali mezzi + folla	384	402	283	858	965	711		
Vento	8	8	8	865	972	718		
Deformazioni termiche	48	48	48	899	1.006	752		
Cedimenti	12	14	10	914	1.023	764	900,5	0,52

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	116	104	
Peso proprio soletta	703	637	
Permanenti	840	855	
Effetti primari del ritiro	1.226	942	
Effetti secondari del ritiro	1.245	958	
Accidentali mezzi + folla	1.894	2.256	
Vento	1.904	2.269	
Deformazioni termiche	2.065	2.534	
Cedimenti	2.092	2.582	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,62	0,76

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	76	74	-61	-63	0	76	74	-61	-63
Peso proprio soletta	0	373	367	-301	-309	0	449	441	-362	-371
Permanenti	3	29	28	-115	-117	3	478	469	-477	-488
Effetti primari del ritiro	-7	389	384	-92	-97	-4	867	853	-568	-586
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-4	867	853	-568	-586
Accidentali mezzi + folla	30	66	57	-829	-840	18	917	895	-1.190	-1.216
Vento	0	1	1	-9	-9	18	917	895	-1.190	-1.216
Deformazioni termiche primarie +DT	3	-254	-250	59	62	20	764	745	-1.155	-1.178
Deformazioni termiche secondarie +DT	16	35	30	-441	-447	29	786	763	-1.420	-1.447
Deformazioni termiche primarie -DT	-3	254	250	-59	-62	16	1.069	1.045	-1.225	-1.253
Deformazioni termiche secondarie -DT	-16	-35	-30	441	447	6	1.048	1.027	-961	-985
Cedimenti	1	11	10	-36	-36	30	1.080	1.056	-1.456	-1.483

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	18	23	20	18	23	20		6,77	6,77
Peso proprio soletta	101	129	114	118	151	134		34,59	41,35
Permanenti	49	51	33	168	203	167		17,71	59,07
Effetti primari del ritiro	0	0	0	168	203	167		0,00	59,07
Effetti secondari del ritiro	19	20	13	187	223	180		0,00	59,07
Accidentali mezzi + folla	252	243	151	376	405	293		132,65	158,55
Vento	0	0	0	376	405	293		7,54	158,55
Deformazioni termiche	0	0	0	376	405	293		47,78	187,22
Cedimenti	8	9	6	384	414	299		4,43	191,65

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	25	30	27	25	30	27
Peso proprio soletta	135	163	148	160	193	175
Permanenti	67	69	51	227	262	226
Effetti primari del ritiro	0	0	0	227	262	226
Effetti secondari del ritiro	19	20	13	246	282	239
Accidentali mezzi + folla	384	376	283	534	564	452
Vento	8	8	8	534	564	452
Deformazioni termiche	48	48	48	563	592	480
Cedimenti	12	13	10	575	605	490

T _{media}
556,94

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	144,90	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	219	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,287	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,234	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1
0,26

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

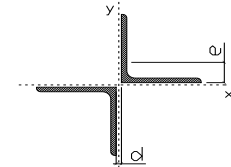
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
α_{M} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,41
α_{M} y-y (Tab. C4.2.IV)	1,13
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	9,47	3.209	0	4.332	0
Peso proprio soletta	48,42	16.400	0	26.471	0
Permanenti	24,80	8.399	0	39.069	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	39.069	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	39.069	0
Accidentali mezzi	185,70	62.896	0	123.980	0
Vento	10,56	3.577	0	127.199	0
Deformazioni termiche	66,89	22.655	0	143.510	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	146.032	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	146.032
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,79
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,66

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	1.698,04 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	1.698,04 (daN/cm ²)	σ 1	1.698,04 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	1.698,04 (daN/cm ²)	σ 2	1.698,04 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	1.697,07 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	1.697,07 (daN/cm ²)	σ 1	1.697,07 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	1.697,07 (daN/cm ²)	σ 2	1.697,07 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	λ p	0,52 (-)	λ p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ N	1.697,07 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	783	783
Effetti primari del ritiro	0	783
Effetti secondari del ritiro	314	1.096
Accidentali mezzi + folla	4.437	5.533
Vento	0	5.533
Deformazioni termiche	0	5.533
Cedimenti	123	5.656

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	21	28	24	33	0	0	0	0
Peso proprio soletta	117	186	136	216	0	0	0	0
Permanenti	59	275	42	278	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	275	0	278	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	23	303	16	298	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	303	713	190	554	0	0	0	0
Vento	0	713	0	554	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	713	0	554	0	0	0	0
Cedimenti	10	724	7	562	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G10

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	3,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	234.570	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	183.833	
	Sforzo di taglio (daN)	117.285	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	412.752	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.131.672	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.790.100	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	536.112	591.667
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.417		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.304		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	537.689	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	404.581	
	Sforzo di taglio (daN)	268.844	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	759.508	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.469.103	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.876.506	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	753.494	811.429
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.378		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.285		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

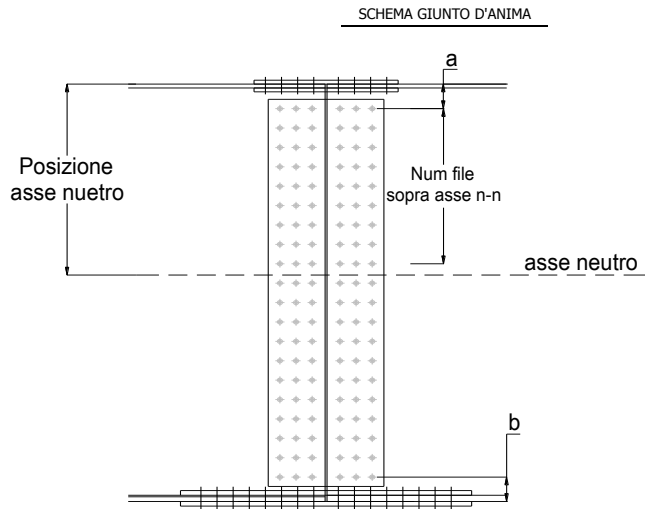
Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	94
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	225.300
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	84.591
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	238.145
	Azione max bulloni sup. (daN)	8.098
	Azione max bulloni inf. (daN)	13.242
	Azione verticale sul bullone (daN)	4.333
	Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	13.933

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	970
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.593
	Sforzo nel coprighiunto sup.(daN/cm ²)	669
	Sforzo nel coprighiunto inf.(daN/cm ²)	1.016
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	693.565
	Scorrimento superiore (daN)	121.097
	Scorrimento inferiore (daN)	275.564
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	182	0	21	45	45	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-55	0	-12	-11	-11	
totale	237	0	33	56	56	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	9	18	15	-248	-251

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	160	116

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i (m) **50,7**

Luce Campata - L i+1 (m) **50,7**

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	3,00	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	31,98	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	23,15	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

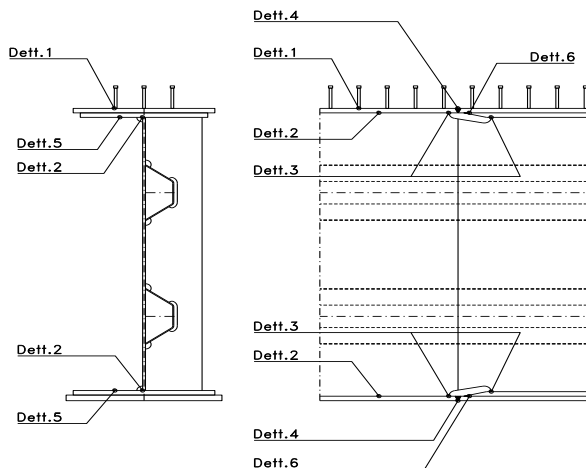
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	49,56	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,96	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	52,07	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	50,20	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.445	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,64 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-136,77	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	221,70	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	90,05	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,57	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,935	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,621	
δ	AL/(hw tw)	0,194	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,666	

0,935

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,15	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,15 $\gamma(L,\sigma)$ 3,78

$I_t = 155.080.208 > 82.373.288$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,62

$I_t = 859.302.562 > 30.812.376$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,935

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,62

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.445
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -136,8	σ_2 = 221,70
	τ = 90,1	y_n (mm)= 932,8

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-136,8	-12,8	109,3		
σ_2	-16,5	105,7	229,6		
σ_1^*	136,8	12,8	-109,3		
σ_2^*	16,5	-105,7	-229,6		
τ	90,1	90,1	90,1		
ψ	0,12	-8,25	2,10		
σ_{id}	207,44	156,50	190,47		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
k_{σ}	6,883	-	2,625		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	373,12	-	142,29		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	423,26	602,44	549,82		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	328,73	342,42	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,58	2,19	1,78		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 2.210	Msd= 21.340
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 21.771	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 31.923	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr} + V_t				
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	25	ti	30
θ	0,819	N_{fd}	8.805.454		
ϕ	0,546	M_{fs}	39.175.921	M_{fi}	4.353.541
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V_{cr} = h_w t_{we2} τ^*	=	10.865.970	N
V_t	=	0	N
V_{rd}	=	10.865.970	N
Verifica=	10.865.970 N	>=	2.210.193

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b_e + t_w	=	14	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7 * h_w	=	1.712	mm
Sforzo normale = N_{rd} = V_{rd} - 0,8 * V_{cr}	=	2.173.194	N
Area = A	=	9.999	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	=	272,41	mm
Inerzia = J	=	200.836.195	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	=	141,73	mm
Snellezza = λ	=	12,08	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	=	14.212	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	=	142.104.299	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	=	3.549.574	N

N_{Rd} = 3.549.574	>=	N_{rd} = 2.173.194
-----------------------------------	--------------	-----------------------------------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio $k\tau$	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σE	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τcr	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λw	1,191	[-]

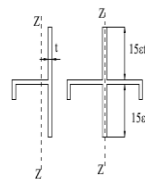


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k\tau,1$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λw	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χw (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
$\gamma M1$	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	30	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	24.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	624	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	587,55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.528	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	14,002	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	13.335	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **1.934** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	2.210	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	11.996	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	21.340	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
M_{Ed}/M_{f,red} = **11,03** [-]
Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:
V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **4.546** [kN]

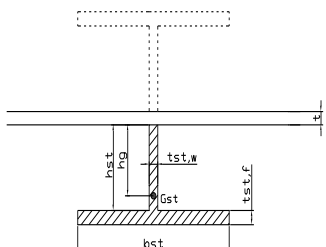
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,49$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	14	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I _{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

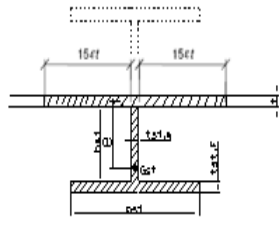


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	25.357,04	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	25.424,09	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	13.380	[mm ²]



σ_{max}	136,77	[MPa]
N _{Ed}	914,96	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,32	[MPa]
e _{max}	266,74	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,28	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 1.883.765 \text{ [mm}^4]$$

I_s = 131.913.621 [mm⁴] ≥ I_{st} = 1.883.765 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

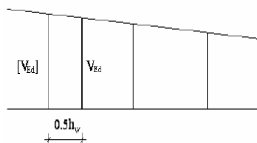
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 2.210 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 242,2684993 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 202,32 \quad [\text{kN}]$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 444,59 \quad [\text{kN}]$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	9.880	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
e_{max}	267	[-]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	43.745	[kN]

massima distanza tra lembi e baricentro

$$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 6,46 \quad [-]$$

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25 q_m) = 0,71 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11 q_m) = 81,02 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] \quad \text{OK} \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	9.880	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	43.745	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,28	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,56	
Coefficiente di riduzione χ	0,96	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	3.053,78	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	242,27	[kN]

Indice di resistenza 0,08 [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,4
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,8
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
Area controventi superiori (cm ²)		46,40
Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)		30,0
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0
Numero controventi		2
Angolo α travi princ. e controventi		47,6
Spessore equivalente t* (cm)		0,18
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	538,4
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	538,4
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
PIOLI	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	20
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	7
	Altezza gola anima inf. (mm)	7
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

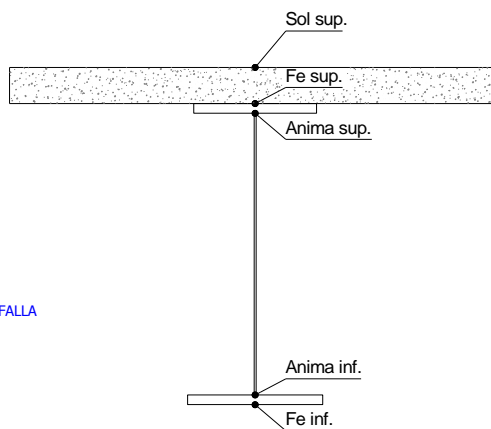
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C11
FRAME	216
JOINT	241
num. Travi	2

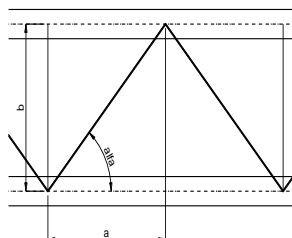
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	26,92	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	54,13		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	26,92	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	41,44		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	1.051	116,9	11.397.097	3.966.352	0	85.651	97.464	87.897	100.738
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.041	190,8	23.310.186	12.286.469	4.260.412	393.805	122.166	417.804
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.563	224,2	28.727.990	13.645.030	3.048.515	1.113.347	128.137	1.282.312
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.156	195,0	23.978.520	12.500.618	4.068.897	435.630	122.994	464.310
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.875	183,9	22.193.901	11.880.058	4.634.368	335.600	120.706	353.790

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	42	0	8	9	9		9	9			
Peso proprio soletta	207	0	45	46	46		46	46			
Permanenti	107	0	18	28	28		28	28			
Effetti primari del ritiro	420	567	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	7	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	808	0	85	211	211		211	211			
Vento	9	0	0	12	12		12	12			
Deformazioni termiche primarie	341	761	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	430	0	0	76	76		76	76			
Cedimenti	33	0	3	7	7		7	7			

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	49	48	-42	-43	0	66	65	-56	-58
Peso proprio soletta	0	242	236	-205	-212	0	392	382	-334	-345
Permanenti	3	27	26	-86	-88	4	433	421	-462	-476
Effetti primari del ritiro	-10	360	354	-72	-78	-8	865	845	-548	-570
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-8	865	845	-548	-570
Accidentali mezzi + folla	27	73	63	-620	-631	28	963	930	-1.385	-1.422
Vento	0	1	1	-7	-7	28	963	931	-1.392	-1.428
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-244	-240	48	52	32	788	758	-1.357	-1.390
Deformazioni termiche secondarie +DT	14	39	34	-330	-336	42	815	782	-1.595	-1.632
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	244	240	-48	-52	25	1.139	1.104	-1.426	-1.466
Deformazioni termiche secondarie -DT	-14	-39	-34	330	336	14	1.112	1.080	-1.189	-1.224
Cedimenti	1	10	9	-27	-27	43	1.151	1.115	-1.627	-1.665

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	20	15	19	27	21		5,26	7,11
Peso proprio soletta	78	111	86	125	177	137		26,90	43,42
Permanenti	37	44	28	180	243	179		13,78	64,09
Effetti primari del ritiro	0	0	0	180	243	179		0,00	64,09
Effetti secondari del ritiro	14	17	11	197	264	192		0,00	64,09
Accidentali mezzi + folla	189	210	125	452	547	360		103,17	203,36
Vento	0	0	0	452	547	360		5,87	208,64
Deformazioni termiche	0	0	0	452	547	360		37,16	235,40
Cedimenti	6	7	5	459	556	366		3,45	239,54

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	19	25	21	26	34	28
Peso proprio soletta	105	138	113	168	220	181
Permanenti	50	58	41	244	307	243
Effetti primari del ritiro	0	0	0	244	307	243
Effetti secondari del ritiro	14	17	11	261	328	256
Accidentali mezzi + folla	292	313	228	655	751	564
Vento	6	6	6	660	756	569
Deformazioni termiche	37	37	37	687	783	596
Cedimenti	9	11	8	699	796	605

τ_{media}
699,9

Rapp τ
0,41

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	79	74
Peso proprio soletta	481	457
Permanenti	596	625
Effetti primari del ritiro	945	691
Effetti secondari del ritiro	959	705
Accidentali mezzi + folla	1.467	1.695
Vento	1.475	1.705
Deformazioni termiche	1.607	1.899
Cedimenti	1.645	1.935

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI	TOTALI
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	40	61
Effetti primari del ritiro	410	553
Effetti secondari del ritiro	0	553
Accidentali mezzi + folla	154	761
Vento	2	763
Deformazioni termiche	279	964
Cedimenti	14	981

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,49 0,57

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	49	48	-42	-43	0	49	48	-42	-43
Peso proprio soletta	0	242	236	-205	-212	0	291	283	-247	-255
Permanenti	3	27	26	-86	-88	3	318	309	-333	-343
Effetti primari del ritiro	-10	360	354	-72	-78	-7	678	663	-405	-421
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	678	663	-405	-421
Accidentali mezzi + folla	27	73	63	-620	-631	19	750	726	-1.025	-1.052
Vento	0	1	1	-7	-7	19	751	726	-1.029	-1.056
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-244	-240	48	52	23	604	582	-1.000	-1.025
Deformazioni termiche secondarie +DT	14	39	34	-330	-336	31	627	602	-1.198	-1.226
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	244	240	-48	-52	16	897	870	-1.058	-1.088
Deformazioni termiche secondarie -DT	-14	-39	-34	330	336	8	874	850	-860	-886
Cedimenti	1	10	9	-27	-27	32	907	879	-1.225	-1.253

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	20	15	14	20	15		5,26	5,26
Peso proprio soletta	78	111	86	92	131	102		26,90	32,16
Permanenti	37	44	28	129	175	129		13,78	45,94
Effetti primari del ritiro	0	0	0	129	175	129		0,00	45,94
Effetti secondari del ritiro	14	17	11	144	193	140		0,00	45,94
Accidentali mezzi + folla	189	210	125	332	402	265		103,17	149,11
Vento	0	0	0	332	402	265		5,87	154,98
Deformazioni termiche	0	0	0	332	402	265		37,16	192,14
Cedimenti	6	7	5	338	410	270		3,45	195,58

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	19	25	21	19	25	21
Peso proprio soletta	105	138	113	124	163	134
Permanenti	50	58	41	175	221	175
Effetti primari del ritiro	0	0	0	175	221	175
Effetti secondari del ritiro	14	17	11	189	239	186
Accidentali mezzi + folla	292	313	228	481	552	414
Vento	6	6	6	485	555	418
Deformazioni termiche	37	37	37	507	577	440
Cedimenti	9	11	8	517	588	448

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	58	55
Peso proprio soletta	356	339
Permanenti	433	451
Effetti primari del ritiro	729	506
Effetti secondari del ritiro	739	517
Accidentali mezzi + folla	1.105	1.251
Vento	1.110	1.258
Deformazioni termiche	1.236	1.420
Cedimenti	1.255	1.450

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	40	cm
Spessore	t	3,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11,76	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	39,100	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	3,400	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,759	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,991	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.428	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	110,2	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-162,2	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	16,7	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	39,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,4	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,759	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,991	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	148	mm	b_2 =	1.583	mm
ψ_1 =	0,152	-	ψ_2 =	-9,687	-	b_{2t} =	1.434	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,822	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,755	-	λ_{p2} =	0,073	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	338	[mm]	$b_{2,sup}$	59	mm			
$b_{1,inf}$	482	[mm]	$b_{2,lat}$	89	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	148	mm			
$b_{1,lat,eff}$	338	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	59	mm			
$b_{1,inf,eff}$	482	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	89	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	16.817	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	56	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.944	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.595	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.428	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.506	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.834	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	17.534	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	16.192	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	16.817	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,039	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,145	[-]	snellezza
ψ	-1,472	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	16.817	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.944	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	16.817	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.819	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	17.444	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,143	[-]	snellezza
i	84	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	56	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	86	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	86	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,582	[-]	
Φ	0,494	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 24.509 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animaun}$ (cm ³)	$W_{animatst}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.115	119	11.492.332	3.966.352	0	88.011	96.233	90.364	99.396
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.105	23.349.927	12.286.469	4.225.297	388.409	122.970	411.693	125.481
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.626	28.966.186	13.645.030	3.016.102	1.075.690	129.851	1.231.136	132.102
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.220	24.035.132	12.500.618	4.032.863	428.895	123.918	456.597	126.394
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.939	22.210.286	11.880.058	4.601.792	331.956	121.306	349.728	123.877

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			valori x10 ⁴		
	M+N* e_{yk} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{yk} (cm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	42	0	8	9	9	2,49	9	9	
Peso proprio soletta	207	0	45	46	46	2,49	46	46	
Permanenti	107	0	18	28	28	-0,92	28	28	
Effetti primari del ritiro	426	567	0	0	0	-1,00	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	7	0	0	-1,00	0	0	
Accidentali mezzi + folla	808	0	85	211	211	-1,12	211	211	
Vento	9	0	0	12	12	-1,12	12	12	
Deformazioni termiche primarie	350	761	0	0	0	-1,12	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	430	0	0	76	76	-1,12	76	76	
Cedimenti	33	0	3	7	7	-0,78	7	7	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	48	46	-42	-44	0	64	63	-57	-59
Peso proprio soletta	0	235	229	-208	-215	0	382	372	-338	-349
Permanenti	3	28	26	-85	-87	4	423	411	-466	-480
Effetti primari del ritiro	-10	355	349	-81	-88	-8	849	830	-564	-585
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-8	849	830	-564	-585
Accidentali mezzi + folla	27	75	66	-612	-622	28	951	918	-1.389	-1.425
Vento	0	1	1	-7	-7	28	951	919	-1.395	-1.432
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-242	-238	55	59	32	777	747	-1.356	-1.389
Deformazioni termiche secondarie +DT	14	40	35	-326	-331	42	806	773	-1.590	-1.627
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	242	238	-55	-59	24	1.126	1.090	-1.435	-1.474
Deformazioni termiche secondarie -DT	-14	-40	-35	326	331	14	1.097	1.065	-1.200	-1.236
Cedimenti	1	10	9	-27	-27	43	1.138	1.102	-1.622	-1.660

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	20	16	18	27	21		5,26	7,11
Peso proprio soletta	76	111	87	121	177	139		26,90	43,42
Permanenti	37	44	28	177	243	180		13,78	64,09
Effetti primari del ritiro	0	0	0	177	243	180		0,00	64,09
Effetti secondari del ritiro	15	17	11	194	264	193		0,00	64,09
Accidentali mezzi + folla	192	210	123	454	547	360		103,17	203,36
Vento	0	0	0	454	547	360		5,87	208,64
Deformazioni termiche	0	0	0	454	547	360		37,16	235,40
Cedimenti	6	7	5	461	556	365		3,45	239,54

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	19	25	21	25	34	28		
Peso proprio soletta	103	138	114	165	220	182		
Permanenti	51	58	41	241	307	244		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	241	307	244		
Effetti secondari del ritiro	15	17	11	259	328	257		
Accidentali mezzi + folla	295	313	226	657	751	563		
Vento	6	6	6	662	756	568		
Deformazioni termiche	37	37	37	689	783	595		
Cedimenti	9	11	8	701	796	605	700,4	0,41

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	77	75	
Peso proprio soletta	469	463	
Permanenti	586	630	
Effetti primari del ritiro	929	705	
Effetti secondari del ritiro	943	718	
Accidentali mezzi + folla	1.462	1.697	
Vento	1.470	1.708	
Deformazioni termiche	1.617	1.895	
Cedimenti	1.639	1.931	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	Verifica del web breathing	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
	STRADALE	VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	48	46	-42	-44	0	48	46	-42	-44
Peso proprio soletta	0	235	229	-208	-215	0	283	276	-251	-259
Permanenti	3	28	26	-85	-87	3	310	302	-336	-346
Effetti primari del ritiro	-10	355	349	-81	-88	-7	665	650	-417	-434
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	665	650	-417	-434
Accidentali mezzi + folla	27	75	66	-612	-622	13	722	700	-876	-900
Vento	0	1	1	-7	-7	13	722	700	-876	-900
Deformazioni termiche primarie +DT	5	-242	-238	55	59	16	576	557	-843	-865
Deformazioni termiche secondarie +DT	14	40	35	-326	-331	24	600	578	-1.038	-1.063
Deformazioni termiche primarie -DT	-5	242	238	-55	-59	9	867	843	-909	-936
Deformazioni termiche secondarie -DT	-14	-40	-35	326	331	1	843	822	-713	-737
Cedimenti	1	10	9	-27	-27	25	877	852	-1.065	-1.091

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	14	18	16	14	18	16		5,26	5,26
Peso proprio soletta	76	100	87	90	118	103		26,90	32,16
Permanenti	37	40	28	127	158	131		13,78	45,94
Effetti primari del ritiro	0	0	0	127	158	131		0,00	45,94
Effetti secondari del ritiro	15	16	11	142	173	141		0,00	45,94
Accidentali mezzi + folla	192	189	123	286	315	234		103,17	123,32
Vento	0	0	0	286	315	234		5,87	123,32
Deformazioni termiche	0	0	0	286	315	234		37,16	145,61
Cedimenti	6	7	5	292	322	238		3,45	149,06

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	19	23	21	19	23	21
Peso proprio soletta	103	127	114	122	150	135
Permanenti	51	54	41	173	204	176
Effetti primari del ritiro	0	0	0	173	204	176
Effetti secondari del ritiro	15	16	11	188	219	187
Accidentali mezzi + folla	295	292	226	409	438	357
Vento	6	6	6	409	438	357
Deformazioni termiche	37	37	37	431	461	379
Cedimenti	9	10	8	441	471	387

τ_{media}	432,93
----------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	9,85	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	88,72	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	22,15	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	138,88	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	213	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	22,93	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	19,13	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,147	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,129	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,13
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

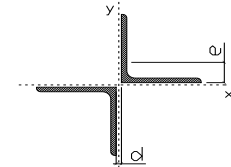
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,41
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,13
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	9,47	3.209	0	4.332	0
Peso proprio soletta	48,42	16.400	0	26.471	0
Permanenti	24,80	8.399	0	39.069	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	39.069	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	39.069	0
Accidentali mezzi	185,70	62.896	0	123.980	0
Vento	10,56	3.577	0	127.199	0
Deformazioni termiche	66,89	22.655	0	143.510	0
Cedimenti	6,20	2.101	0	146.032	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	146.032
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,79
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,66

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	1.698,04 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	1.698,04 (daN/cm ²)	σ 1	1.698,04 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	1.698,04 (daN/cm ²)	σ 2	1.698,04 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	1.697,07 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	1.697,07 (daN/cm ²)	σ 1	1.697,07 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	1.697,07 (daN/cm ²)	σ 2	1.697,07 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	λ p	0,52 (-)	λ p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ N	1.697,07 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	360	360
Effetti primari del ritiro	0	360
Effetti secondari del ritiro	145	506
Accidentali mezzi + folla	2.135	2.641
Vento	0	2.641
Deformazioni termiche	0	2.641
Cedimenti	56	2.696

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	18	24	20	26	0	0	0	0
Peso proprio soletta	100	159	110	175	0	0	0	0
Permanenti	47	229	35	228	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	229	0	228	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	18	251	14	244	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	240	575	159	459	0	0	0	0
Vento	0	575	0	459	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	575	0	459	0	0	0	0
Cedimenti	8	584	6	466	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G10

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,40
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,80
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)		308.211
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		242.955
	Sforzo di taglio (daN)		154.106
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)		412.752
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.539.074
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		2.434.536
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		400.982
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		455.662
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		954.720
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		853.960
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		1.184	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		1.090	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)		562.799
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		423.755
	Sforzo di taglio (daN)		281.399
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)		759.508
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		3.127.531
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		3.643.574
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		801.965
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		911.324
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		1.909.440
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		1.093.962
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		1.732	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		1.664	

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

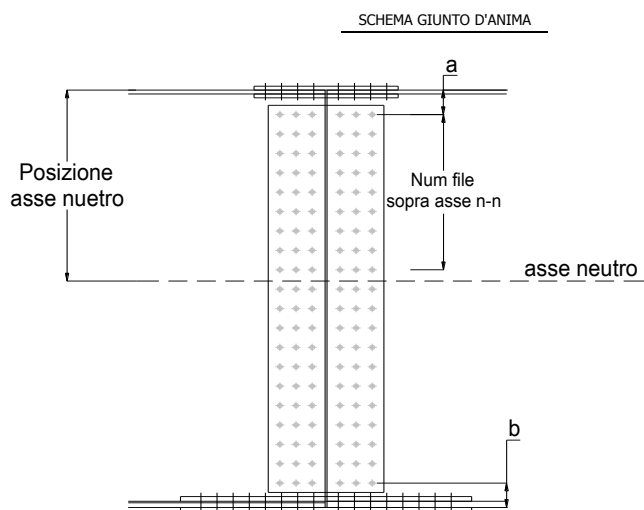
 Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA
DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	102
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECCANTI	Taglio max (daN)	225.300
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	99.164
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	210.805
	Azione max bulloni sup. (daN)	8.703
	Azione max bulloni inf. (daN)	12.342
	Azione verticale sul bullone (daN)	4.333
Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	13.081	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	789
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.200
	Sforzo nel coprighiunto sup. (daN/cm ²)	676
	Sforzo nel coprighiunto inf. (daN/cm ²)	984
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	683.752
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	891.726
	Scorrimento superiore (daN)	131.690
	Scorrimento inferiore (daN)	252.312
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	182	0	21	45	45
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-55	0	-12	-11	-11
totale	237	0	33	56	56

valori x10⁴

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	8	21	18	-182	-185

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	126	95

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,7

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m) 50,7

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	3,52	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	25,20	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	18,90	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

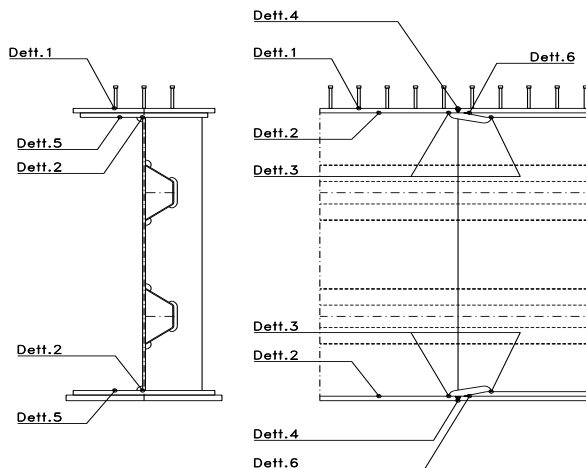
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	36,36	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,94	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	40,22	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	36,99	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' **0**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.428	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m **1**

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 134,89 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-110,18	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	162,24	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	70,04	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,941	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,473	
δ	AL/(hw tw)	0,152	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,671	

0,941			
	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,93	3,80

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ **52,93** $\gamma(L,\sigma)$ **3,80**

$I_t = 155.080.208 > 112.429.296$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **30,36**

0,941		
	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,36

$I_t = 1.352.171.362 > 64.476.259$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.428
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -110,2	σ_2 = 162,24
	τ = 70,0	y_n (mm)= 982,0

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-110,2	-15,3	78,1		
σ_2	-18,1	75,3	170,2		
σ_1^*	110,2	15,3	-78,1		
σ_2^*	18,1	-75,3	-170,2		
τ	70,0	70,0	70,0		
ψ	0,16	-4,92	2,18		
σ_{id}	163,87	122,27	144,30		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_σ	6,643	-	2,563		
k_σ	-	-	-		
k_σ	-	23,900	-		
k_τ	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	595,31	-	229,63		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	679,88	988,39	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,17	350,39	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	2,11	2,87	2,42		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_σ

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 2.210	Msd= 21.615
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 30.772	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 43.323	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs 800	bi 900
σ_{td}	-552,81	ts 34	ti 38
θ	0,816	Nfd 12.488.676	
ϕ	0,544	Mfs 55.218.924	Mfi 6.700.433
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t_{we2} τ^* =	22.933.573	N
Vt =	0	N
Vrd =	22.933.573	N
Verifica=	22.933.573	N
	>=	2.210.193

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.700	mm
Sforzo normale = N_{rd}=Vrd-0,8*Vcr=	4.586.715	N
Area = A=	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J=	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	154,34	mm
Snellezza = λ=	11,01	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}=	17.092	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}=	250.859.731	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}=	5.210.406	N

N_{Rd} =	5.210.406	>=	N_{rd} =	4.586.715
-------------------------	-----------	--------------	-------------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 112.992.103 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 225.984.207 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

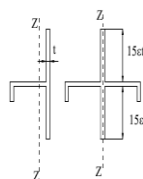


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

Vbf,Rd 0,000 [kN]

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	34	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	38	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	27.200	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	34.200	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	34	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	601,30	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.536	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	24.488	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	23.322	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	2.210	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	12.054	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	21.615	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = [kN]

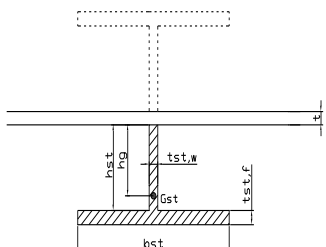
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

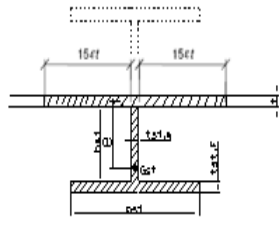


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	17.443,52	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	17.533,60	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
$A_{c,eff}$	16.817	[mm ²]



σ_{max}	110,18	[MPa]
N_{Ed}	926,44	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,32	[MPa]
e_{max}	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]

>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 1.962.868 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 1.962.868$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

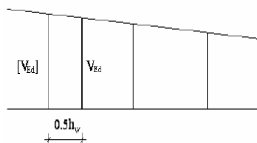
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 2.210 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} \cdot \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \cdot \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 204,34 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 204,34 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 2,35 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_yk 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,4
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,8
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
Area controventi superiori (cm ²)		46,40
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0
Numero controventi		2
Angolo α travi princ. e controventi		48
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	513,1
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	513,1
	Spessore predalle (cm)	5
	diametro ferri superiori soletta (cm)	1,8
COEFF.	n° ferri superiori	25,66
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,8
	n° ferri inferiori	25,66
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
TEMP	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04
PIOLI	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
SALDATURE	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	7
FAST	Altezza gola anima inf. (mm)	7
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Larghezza gola anima sup. (mm)	10
	Larghezza gola anima inf. (mm)	10
	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C11
FRAME	217
JOINT	245
num. Travi	2

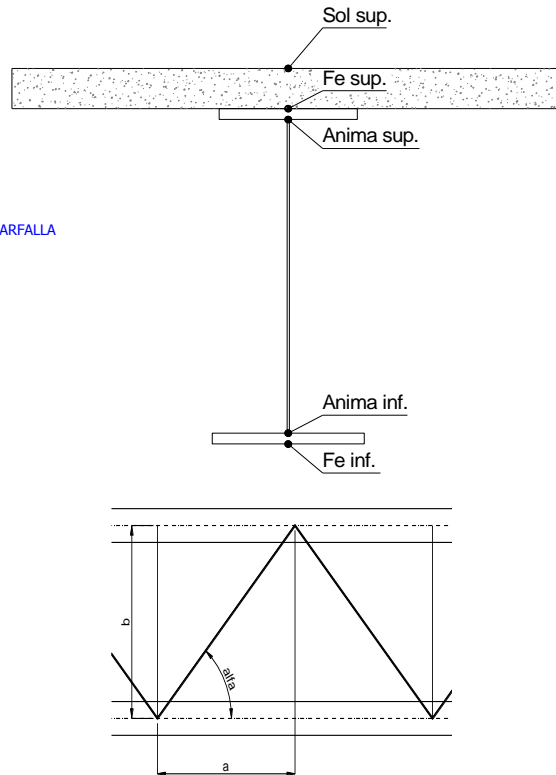
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

φ 18/20 cm

φ 18/20 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.051	117	11.397.097	3.966.352	0	85.651	97.464	87.897	100.738
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.904	185	22.338.057	12.286.469	3.842.493	343.894	120.718	362.888
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.353	221	28.233.759	13.645.030	2.857.241	985.114	127.559	1.117.708
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.013	190	23.071.899	12.500.618	3.690.149	381.926	121.693	404.704
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.745	177	21.108.340	11.880.058	4.138.279	290.806	118.978	305.097
Sezione metallica + ferri	1.182	134	14.045.597	3.966.352	96.579	120.634	105.157	124.262	108.236

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-129	0	21	11	11	
Peso proprio soletta	-613	0	95	58	58	
Permanenti	-239	0	41	32	32	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	-412	0	18	0	0	
Accidentali mezzi + folla	-542	0	134	182	182	
Vento	-24	0	5	16	16	
Deformazioni termiche primarie	346	725	0	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	373	0	10	34	34	
Cedimenti	-44	0	2	10	10	

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	11	11
	58	58
	32	32
	0	0
	0	0
	182	182
	16	16
	0	0
	34	34
	10	10

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-151	-147	128	132	0	-203	-198	173	179
Peso proprio soletta	0	-716	-697	609	629	0	-1.170	-1.140	994	1.028
Permanenti	-247	-198	-192	221	227	-371	-1.467	-1.428	1.326	1.369
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-371	-1.467	-1.428	1.326	1.369
Effetti secondari del ritiro	-427	-342	-332	381	392	-883	-1.877	-1.826	1.782	1.839
Accidentali mezzi + folla	-561	-449	-436	501	515	-1.641	-2.483	-2.415	2.458	2.535
Vento	-25	-20	-19	22	23	-1.663	-2.501	-2.432	2.478	2.555
Deformazioni termiche primarie +DT	972	-251	-247	50	55	-963	-2.682	-2.610	2.514	2.595
Deformazioni termiche secondarie +DT	-386	309	300	-345	-355	-1.242	-2.459	-2.394	2.266	2.339
Deformazioni termiche primarie -DT	-972	251	247	-50	-55	-2.363	-2.320	-2.254	2.442	2.516
Deformazioni termiche secondarie -DT	386	-309	-300	345	355	-2.085	-2.543	-2.470	2.690	2.771
Cedimenti	-46	-36	-35	41	42	-2.408	-2.726	-2.653	2.739	2.821

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	52	40	49	70	54		6,43	8,68
Peso proprio soletta	165	235	182	273	387	300		33,92	54,47
Permanenti	79	101	73	391	539	410		15,74	78,09
Effetti primari del ritiro	0	0	0	391	539	410		0,00	78,09
Effetti secondari del ritiro	35	44	32	433	592	448		0,00	78,09
Accidentali mezzi + folla	258	331	239	781	1.039	771		88,99	198,23
Vento	10	12	9	790	1.050	779		7,82	205,27
Deformazioni termiche	19	25	18	804	1.067	791		16,62	217,24
Cedimenti	4	5	4	808	1.073	796		4,92	223,14

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	43	58	47	58	79	63
Peso proprio soletta	199	268	216	327	441	355
Permanenti	95	117	89	469	617	488
Effetti primari del ritiro	0	0	0	469	617	488
Effetti secondari del ritiro	35	44	32	511	670	526
Accidentali mezzi + folla	347	420	328	979	1.237	969
Vento	17	20	17	995	1.255	984
Deformazioni termiche	36	41	34	1.021	1.285	1.009
Cedimenti	9	10	8	1.031	1.296	1.019

τ media (daN/cm2)
1.115,6

Rapp σ	τ
0,95	0,66

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	222	204
Peso proprio soletta	1.273	1.169
Permanenti	1.643	1.572
Effetti primari del ritiro	1.643	1.572
Effetti secondari del ritiro	2.029	2.002
Accidentali mezzi + folla	2.951	2.976
Vento	2.981	3.008
Deformazioni termiche	3.038	3.208
Cedimenti	3.198	3.258

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,95	0,96

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-151	-147	128	132	0	-151	-147	128	132
Peso proprio soletta	0	-716	-697	609	629	0	-866	-844	737	761
Permanenti	-247	-198	-192	221	227	-247	-1.064	-1.037	957	989
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-247	-1.064	-1.037	957	989
Effetti secondari del ritiro	-427	-342	-332	381	392	-674	-1.406	-1.368	1.338	1.380
Accidentali mezzi + folla	-561	-449	-436	501	515	-1.235	-1.855	-1.804	1.839	1.896
Vento	-25	-20	-19	22	23	-1.250	-1.867	-1.816	1.852	1.909
Deformazioni termiche primarie +DT	972	-251	-247	50	55	-667	-2.018	-1.964	1.882	1.942
Deformazioni termiche secondarie +DT	386	309	300	-345	-355	-435	-1.832	-1.784	1.675	1.729
Deformazioni termiche primarie -DT	-972	251	247	50	-55	-1.833	-1.716	-1.668	1.882	1.877
Deformazioni termiche secondarie -DT	-386	-309	-300	345	355	-2.065	-1.902	-1.848	2.089	2.089
Cedimenti	-46	-36	-35	41	42	-2.110	-2.054	-2.000	2.130	2.131

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	52	40	37	52	40		6,43	6,43
Peso proprio soletta	165	235	182	202	286	222		33,92	40,35
Permanenti	79	101	73	281	388	295		15,74	56,10
Effetti primari del ritiro	0	0	0	281	388	295		0,00	56,10
Effetti secondari del ritiro	35	44	32	316	432	328		0,00	56,10
Accidentali mezzi + folla	258	331	239	574	763	566		88,99	145,08
Vento	10	12	9	579	770	572		7,82	152,91
Deformazioni termiche	19	25	18	591	785	582		16,62	169,53
Cedimenti	4	5	4	595	790	586		4,47	174,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	43	58	47	43	58	47
Peso proprio soletta	199	268	216	242	327	263
Permanenti	95	117	89	337	444	352
Effetti primari del ritiro	0	0	0	337	444	352
Effetti secondari del ritiro	35	44	32	372	488	384
Accidentali mezzi + folla	347	420	328	719	908	711
Vento	17	20	17	729	920	721
Deformazioni termiche	36	41	34	751	945	742
Cedimenti	8	9	8	759	954	750

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	165	151
Peso proprio soletta	943	866
Permanenti	1.190	1.135
Effetti primari del ritiro	1.190	1.135
Effetti secondari del ritiro	1.512	1.494
Accidentali mezzi + folla	2.192	2.213
Vento	2.212	2.234
Deformazioni termiche	2.259	2.453
Cedimenti	2.393	2.495

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	3,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		12	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	241	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ϵ	0,81	
Rapporto c/t		134	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_{p0} = 44,100$ cm *Raddoppio ala inferiore* $b_{radd0} = 0,000$ cm

$tf_p = 3,800$ cm $tf_{radd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,766$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 0,985$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.428	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	271,4	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-268,1	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	86,3	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,8	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,766	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,985	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	385	mm	b_2 =	1.583	mm
ψ_1 =	0,318	-	ψ_2 =	-3,106	-	b_{2t} =	1.197	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,994	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,806	-	λ_{p2} =	0,190	-			
ρ_1 =	0,960	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	350	[mm]	$b_{2,sup}$	154	mm			
$b_{1,inf}$	470	[mm]	$b_{2,lat}$	231	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	788	[mm]	$b_{2,eff}$	385	mm			
$b_{1,lat,eff}$	336	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	154	mm			
$b_{1,inf,eff}$	451	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	231	mm			
$x_{1,eff}$	33	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	18.310	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	51	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.374	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.595	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.428	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.581	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.696	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	8.340	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	17.685	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	17.971	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,016	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,208	[-]	snellezza
ψ	-0,988	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	18.310	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.374	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	17.971	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,982	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.683	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	8.299	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,205	[-]	snellezza
i	82	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	51	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	90	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	90	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,589	[-]	
Φ	0,522	[-]	
χ_c	0,997	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	0,997	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 28.136 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	17,9	[mm]
tsl,red	24,9	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.106	116	11.352.676	3.966.352	0	84.793	97.773	87.002	101.081
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.958	22.661.361	12.286.469	3.806.080	336.598	124.053	354.501	126.688
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.408	28.963.974	13.645.030	2.841.561	946.406	132.017	1.064.688	134.344
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.067	23.437.948	12.500.618	3.656.167	373.375	125.185	394.756	127.778
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.800	21.365.141	11.880.058	4.097.613	285.132	122.038	298.685	124.746
Sezione metallica + ferri	1.236	132	14.044.688	3.966.352	95.604	119.119	106.323	122.656	109.472

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-129	0	21	11	11	-0,82
Peso proprio soletta	-613	0	95	58	58	-0,82
Permanenti	-239	0	41	32	32	-1,47
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,47
Effetti secondari del ritiro	-412	0	18	0	0	-1,47
Accidentali mezzi + folla	-542	0	134	182	182	-1,47
Vento	-24	0	5	16	16	-1,47
Deformazioni termiche primarie	356	725	0	0	0	-1,47
Deformazioni termiche secondarie	373	0	10	34	34	-1,47
Cedimenti	-44	0	2	10	10	-1,47

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
11	11
58	58
32	32
0	0
0	0
182	182
16	16
0	0
34	34
10	10

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-152	-148	128	132	0	-205	-200	172	178
Peso proprio soletta	0	-723	-705	606	627	0	-1.181	-1.151	991	1.025
Permanenti	-250	-201	-195	218	225	-375	-1.482	-1.444	1.318	1.362
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-375	-1.482	-1.444	1.318	1.362
Effetti secondari del ritiro	-431	-346	-336	376	387	-892	-1.897	-1.847	1.770	1.827
Accidentali mezzi + folla	-567	-455	-442	495	510	-1.657	-2.512	-2.443	2.438	2.515
Vento	-25	-20	-20	22	23	-1.680	-2.530	-2.461	2.458	2.535
Deformazioni termiche primarie +DT	959	-250	-246	52	57	-989	-2.710	-2.638	2.496	2.576
Deformazioni termiche secondarie +DT	390	313	304	-341	-351	-708	-2.485	-2.419	2.251	2.324
Deformazioni termiche primarie -DT	-959	250	246	-52	-57	-2.371	-2.349	-2.284	2.420	2.494
Deformazioni termiche secondarie -DT	-390	-313	-304	341	351	-2.652	-2.575	-2.503	2.666	2.747
Cedimenti	-46	-37	-36	40	41	-2.698	-2.754	-2.681	2.714	2.796

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	52	40	50	70	54		6,43	8,68
Peso proprio soletta	167	235	182	276	387	299		33,92	54,47
Permanenti	80	101	72	395	539	408		15,74	78,09
Effetti primari del ritiro	0	0	0	395	539	408		0,00	78,09
Effetti secondari del ritiro	35	44	32	438	592	446		0,00	78,09
Accidentali mezzi + folla	261	331	236	790	1.039	764		88,99	198,23
Vento	10	12	9	799	1.050	772		7,82	205,27
Deformazioni termiche	19	25	18	813	1.067	785		16,62	217,24
Cedimenti	4	5	4	818	1.073	789		4,92	223,14

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	43	58	47	59	79	63
Peso proprio soletta	201	268	216	330	441	354
Permanenti	96	117	88	474	617	486
Effetti primari del ritiro	0	0	0	474	617	486
Effetti secondari del ritiro	35	44	32	516	670	524
Accidentali mezzi + folla	350	420	325	988	1.237	963
Vento	18	20	17	1.004	1.255	978
Deformazioni termiche	36	41	34	1.030	1.285	1.002
Cedimenti	9	10	8	1.041	1.296	1.012

τ_{media}
1.116,5

Rapp τ
0,66

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	224	204
Peso proprio soletta	1.285	1.165
Permanenti	1.660	1.564
Effetti primari del ritiro	1.660	1.564
Effetti secondari del ritiro	2.051	1.989
Accidentali mezzi + folla	2.983	2.954
Vento	3.014	2.985
Deformazioni termiche	3.074	3.181
Cedimenti	3.231	3.231

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,96	0,96

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-152	-148	128	132	0	-152	-148	128	132
Peso proprio soletta	0	-723	-705	606	627	0	-875	-853	734	759
Permanenti	-250	-201	-195	218	225	-250	-1.076	-1.048	952	984
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-250	-1.076	-1.048	952	984
Effetti secondari del ritiro	-431	-346	-336	376	387	-681	-1.422	-1.384	1.329	1.371
Accidentali mezzi + folla	-567	-455	-442	495	510	-1.106	-1.763	-1.715	1.700	1.754
Vento	-25	-20	-20	22	23	-1.106	-1.763	-1.715	1.700	1.754
Deformazioni termiche primarie +DT	959	-250	-246	52	57	-531	-1.913	-1.863	1.732	1.788
Deformazioni termiche secondarie +DT	390	313	304	-341	-351	-296	-1.725	-1.680	1.527	1.577
Deformazioni termiche primarie -DT	-959	250	246	-52	-57	-1.682	-1.613	-1.567	1.669	1.719
Deformazioni termiche secondarie -DT	-390	-313	-304	341	351	-1.916	-1.800	-1.750	1.873	1.930
Cedimenti	-46	-37	-36	40	41	-1.962	-1.950	-1.899	1.913	1.971

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	47	40	37	47	40		6,43	6,43
Peso proprio soletta	167	211	182	204	258	222		33,92	40,35
Permanenti	80	91	72	284	349	294		15,74	56,10
Effetti primari del ritiro	0	0	0	284	349	294		0,00	56,10
Effetti secondari del ritiro	35	40	32	319	389	326		0,00	56,10
Accidentali mezzi + folla	261	298	236	515	612	503		88,99	122,84
Vento	10	11	9	515	612	503		7,82	122,84
Deformazioni termiche	19	22	18	527	626	513		16,62	132,81
Cedimenti	4	4	4	531	630	517		4,92	137,73

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	43	53	47	43	53	47
Peso proprio soletta	201	245	216	244	298	262
Permanenti	96	107	88	340	405	350
Effetti primari del ritiro	0	0	0	340	405	350
Effetti secondari del ritiro	35	40	32	375	445	382
Accidentali mezzi + folla	350	387	325	638	735	625
Vento	18	19	17	638	735	625
Deformazioni termiche	36	39	34	660	758	646
Cedimenti	9	9	8	668	768	654

T _{media}	696,85
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,941	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	10,44	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	24,20	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	88,72	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	120,94	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	os1	605	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,8
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,03	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	18,74	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,22	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,214	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,122	VERIFICA SODDISFATTA	0,19

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

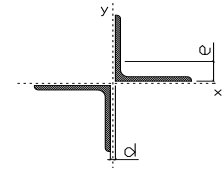
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ²)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ²)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,38
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,10
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	11,58	3.922	0	5.294	0
Peso proprio soletta	61,05	20.678	0	33.210	0
Permanenti	28,34	9.598	0	47.607	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	47.607	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	47.607	0
Accidentali mezzi	160,18	54.252	0	120.847	0
Vento	14,08	4.769	0	125.140	0
Deformazioni termiche	29,92	10.135	0	132.437	0
Cedimenti	8,86	3.002	0	136.039	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	136.039
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,73
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,61

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.581,85 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.581,85 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.581,85 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.581,85 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.581,85 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.580,94 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.580,94 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.580,94 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.580,94 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.580,94 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.580,94 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	876	876
Effetti primari del ritiro	0	876
Effetti secondari del ritiro	397	1.273
Accidentali mezzi + folla	3.472	4.745
Folla	130	4.875
Deformazioni termiche	259	5.134
Cedimenti	40	5.174

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	47	63	51	69	0	0	0	0
Peso proprio soletta	211	347	232	382	0	0	0	0
Permanenti	100	498	93	522	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	498	0	522	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	44	551	41	571	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	328	994	304	981	0	0	0	0
Folla	12	1.005	11	991	0	0	0	0
Deformazioni termiche	25	1.023	23	1.007	0	0	0	0
Cedimenti	5	1.029	5	1.013	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G11

COPRIGIUNTO SUPERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,40
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	3,80
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		31
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	731.464	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	551.347	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	365.732	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	794.400	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.798.317	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.260.040	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	873.936	919.619
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.855		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.743		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	950.866	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	728.611	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	475.433	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	1.077.051	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.728.979	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	4.344.261	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	956.189	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.086.578	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.276.640	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.116.288	1.156.286
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.933		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.838		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

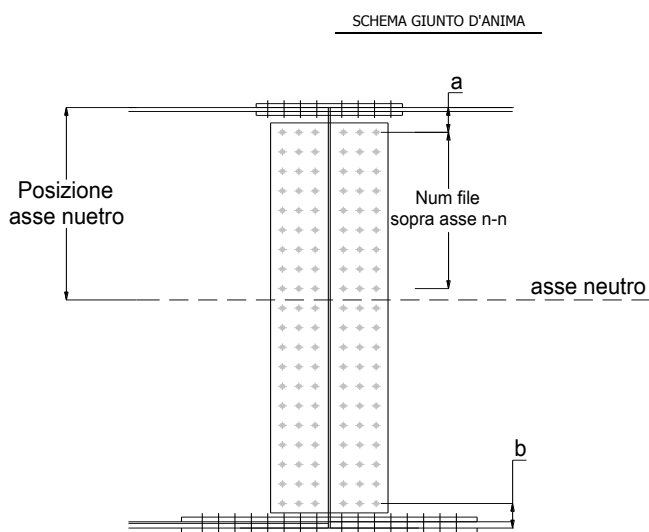
 Foglio
10 di 17

 COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	123
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	434.700
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	285.162
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	304.109
	Azione max bulloni sup. (daN)	20.589
	Azione max bulloni inf. (daN)	20.892
	Azione verticale sul bullone (daN)	8.360
Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	22.503	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.872
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	2.042
	Sforzo nel coprigiunto sup.(daN/cm ²)	1.565
	Sforzo nel coprigiunto inf.(daN/cm ²)	1.702
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	820.502
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.070.071
	Scorrimento superiore (daN)	348.669
	Scorrimento inferiore (daN)	383.758
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

Foglio
11 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	60	0	32	48	48	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-86	0	-4	-11	-11	
totale	146	0	36	59	59	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	5	121	117	-135	-139

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	140	102

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) **50,70**

Luce Campata - L i+1 (m) **42,25**

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	19,99	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	28,01	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	20,43	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

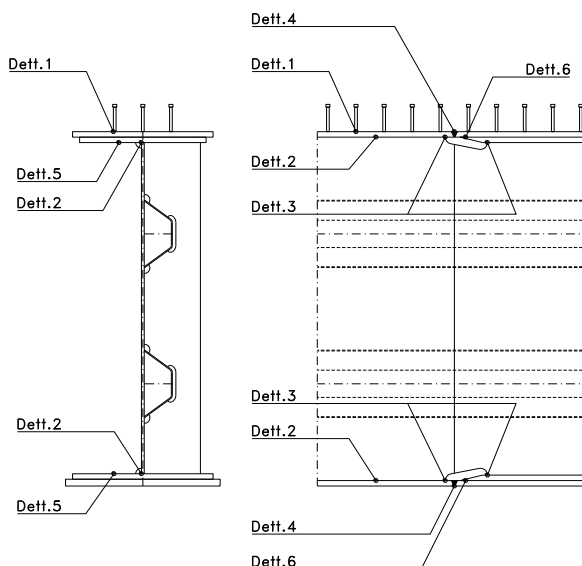
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	26,98	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,94	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	30,19	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

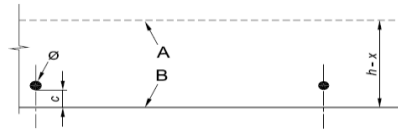
$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	27,77	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.131	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	26	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	6.528,40	[mm ²]

	nf.2	26	[-]
	φφ.2	18	[mm]
	Asf.2	6.528,40	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	196,18	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	140,17	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

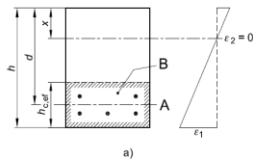
αe	6,24	[-]
As	13.057	[mm ²]
Ac,eff.1	1.026.200	[mm ²]
Ac,eff.2	564.410	[mm ²]
Ac,eff.3	846.615	[mm ²]
Ac,eff.min	564.410	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,ef}, dove h_{c,ef} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

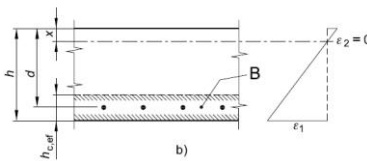
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

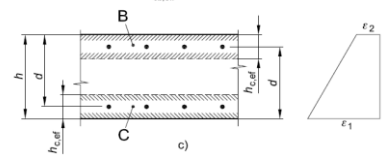
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
kt	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000561	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000642	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000642	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k1	0,80	[-]
k2	0,50	[-]
k3	3,40	[-]
k4	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}$$

$$W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \tag{7.13}$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Distanza massima tra le fessure

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert	w _{lim}	0,30	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ wd	0,28	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pert	w _{lim}	0,20	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP wd	0,17	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Stato limite		Stato limite	
			Sensibile	w _d	Poco sensibile	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₃	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.428	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 134,89 <= 400$ **OK**

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-271,40	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	268,12	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	111,65	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 $b = 265$ $t = 25$ $b2 = 0$
 $b1 = 30 \times t1 = 540$ $t1 = 18$
 $b/t = 10,60 <= 12,00$ **OK**

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,941	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,988	
δ	AL/(hw tw)	0,152	
$\eta1$	h1/hw	-	
$\eta2$	h2/hw	0,671	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		52,93	6,61

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 112.429.296$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 $b = 360$ $t = 18$ $b2 = 419,4$
 $b1 = 30 \times t1 = 540$ $t1 = 18$

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.352.171.362 > 139.450.118$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,65

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.428
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -271,4	σ_2 = 268,12
	τ = 111,7	y_n (mm)= 1.221,4

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-271,4	-83,5	101,6		
σ_2	-89,1	96,0	283,9		
σ_1^*	271,4	83,5	-101,6		
σ_2^*	89,1	-96,0	-283,9		
τ	111,7	111,7	111,7		
ψ	0,33	-1,15	2,79		
σ_{id}	333,25	210,65	218,44		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	5,881	-	2,157		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	527,05	-	193,26		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	579,13	1007,13	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	341,36	350,56	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,02	1,66	1,60		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio

per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 4.264	Msd= 26.295
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 30.751	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 43.127	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs 900	bi 800
σ_{td}	-552,81	ts 38	ti 34
θ	0,816	N_{fd} 12.480.035	
ϕ	0,544	M_{fs} 6.531.611	M_{fi} 55.029.000
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr =hw t _{we2} τ^* =	22.933.573	N
Vt =	0	N
Vrd =	22.933.573	N
Verifica =	22.933.573	N
	>=	4.264.407

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+te =	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw =	1.700	mm
Sforzo normale = N_{rd}=Vrd-0,8*Vcr =	4.586.715	N
Area = A =	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J =	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i =	154,34	mm
Snellezza = λ =	11,01	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	17.092	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE} =	250.859.731	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd} =	5.210.406	N

NRd =	5.210.406	>=	Nrd =	4.586.715
--------------	-----------	----	--------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 112.992.103 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 225.984.207 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

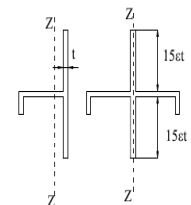
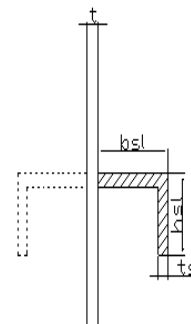


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	34	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	38	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	27.200	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	34.200	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	34	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	601,30	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.536	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	24.488	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	23.322	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **17.567** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:		
Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	4.264	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	5.123	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	26.295	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 1,50$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

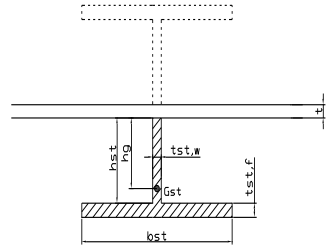
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 6.900$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,62$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo $I_{st} = \alpha \cdot a/hw$	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha < \sqrt{2}$	0,91	<
Momento d'inerzia limite $I_{limite} =$	26.179.201	[mm ⁴]

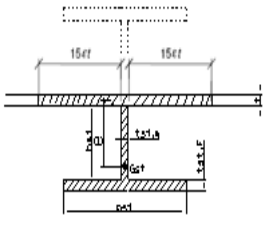


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	8.298,99	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	8.340,35	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	17.971	[mm ²]



σ_{max}	271,40	[MPa]
N_{Ed}	2.438,72	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,85	[MPa]
	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]

>>>>>>
 valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 5.167.905 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] $\geq I_{st} = 5.167.905$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

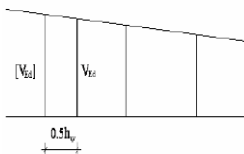
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 4.264 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 81,85026235 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 538,01 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 619,86 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 1,38 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,21 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] \quad \text{OK}$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 23,85 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] \quad \text{OK} \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_y 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 81,85 [kN]

Indice di resistenza 0,02 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0		
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0		
	Spessore anima (cm)	2,0		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	551,0		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	551,0		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	1,8		
COEFF.	n° ferri superiori	27,55		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,8		
	n° ferri inferiori	27,55		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	4		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C12
FRAME	218
JOINT	245
num. Travi	2

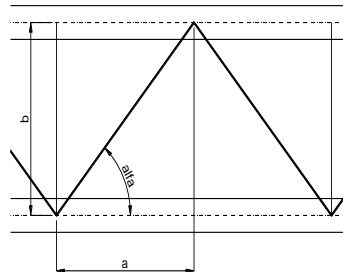
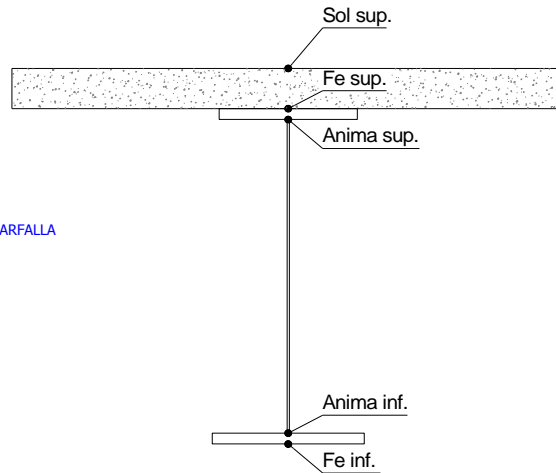
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 18/20 cm

ϕ 18/20 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.080	186	23.949.635	12.438.513	4.161.798	374.414	128.738	399.389
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.636	222	30.179.683	13.835.107	3.064.802	1.060.929	136.218	1.234.522
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.197	190	24.720.076	12.658.188	3.990.704	415.153	129.795	445.049
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.909	179	22.661.774	12.021.958	4.494.771	317.546	126.861	336.401
Sezione metallica + ferri	1.304	137	15.340.858	3.984.838	107.687	135.212	112.353	140.153	115.743

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-129	0	21	11	11		11	11	
Peso proprio soletta	-613	0	95	58	58		58	58	
Permanenti	-239	0	41	32	32		32	32	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	-412	0	18	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	-542	0	134	182	182		182	182	
Vento	-24	0	5	16	16		16	16	
Deformazioni termiche primarie	370	779	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	373	0	10	34	34		34	34	
Cedimenti	-44	0	2	10	10		10	10	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE (positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-132	-128	119	123	0	-178	-173	161	167
Peso proprio soletta	0	-627	-608	567	586	0	-1.025	-993	926	958
Permanenti	-222	-177	-171	206	213	-333	-1.290	-1.249	1.236	1.277
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-333	-1.290	-1.249	1.236	1.277
Effetti secondari del ritiro	-383	-305	-294	356	367	-792	-1.656	-1.602	1.663	1.717
Accidentali mezzi + folla	-503	-401	-387	468	482	-1.471	-2.197	-2.124	2.295	2.368
Vento	-22	-18	-17	21	21	-1.492	-2.213	-2.139	2.314	2.387
Deformazioni termiche primarie +DT	940	-249	-244	52	57	-815	-2.392	-2.315	2.351	2.429
Deformazioni termiche secondarie +DT	-346	276	266	-322	-332	-1.064	-2.193	-2.123	2.119	2.190
Deformazioni termiche primarie -DT	-940	249	244	-52	-57	-2.169	-2.034	-1.963	2.276	2.346
Deformazioni termiche secondarie -DT	346	-276	-266	322	332	-1.919	-2.232	-2.155	2.508	2.585
Cedimenti	-41	-33	-31	38	39	-2.209	-2.431	-2.353	2.554	2.632

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	47	36	46	63	48		5,79	7,82
Peso proprio soletta	153	211	161	252	348	265		30,53	49,03
Permanenti	72	91	65	361	485	362		14,17	70,28
Effetti primari del ritiro	0	0	0	361	485	362		0,00	70,28
Effetti secondari del ritiro	32	40	28	399	533	396		0,00	70,28
Accidentali mezzi + folla	236	298	212	717	935	682		80,09	178,40
Vento	9	11	8	725	945	689		7,04	184,74
Deformazioni termiche	18	22	16	738	961	700		14,96	195,51
Cedimenti	4	4	3	742	966	704		4,43	200,83

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ media (daN/cm2)	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	40	52	41	54	71	56		
Peso proprio soletta	184	242	191	301	397	314		
Permanenti	86	105	79	431	555	432		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	431	555	432		
Effetti secondari del ritiro	32	40	28	469	603	467		
Accidentali mezzi + folla	316	378	292	896	1.113	860		
Vento	16	18	15	910	1.129	874		
Deformazioni termiche	33	37	31	933	1.156	896		
Cedimenti	8	9	8	943	1.167	905	1.004,9	0,60

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	Rapp σ sup	Rapp σ inf
	Anima sup	Anima inf			
Peso proprio acciaio	196	188			
Peso proprio soletta	1.122	1.074			
Permanenti	1.455	1.445			
Effetti primari del ritiro	1.455	1.445			
Effetti secondari del ritiro	1.796	1.849			
Accidentali mezzi + folla	2.630	2.736			
Vento	2.657	2.765			
Deformazioni termiche	2.694	2.949			
Cedimenti	2.864	2.997		0,85	0,89

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-132	-128	119	123	0	-132	-128	119	123
Peso proprio soletta	0	-627	-608	567	586	0	-759	-736	686	710
Permanenti	-222	-177	-171	206	213	-222	-936	-906	893	922
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-222	-936	-906	893	922
Effetti secondari del ritiro	-383	-305	-294	356	367	-605	-1.241	-1.200	1.248	1.289
Accidentali mezzi + folla	-503	-401	-387	468	482	-1.108	-1.642	-1.587	1.717	1.771
Vento	-22	-18	-17	21	21	-1.121	-1.652	-1.597	1.729	1.784
Deformazioni termiche primarie +DT	940	-249	-244	52	57	-557	-1.802	-1.744	1.761	1.818
Deformazioni termiche secondarie +DT	346	276	266	-322	-332	-349	-1.636	-1.584	1.567	1.619
Deformazioni termiche primarie -DT	-940	249	244	52	-57	-1.685	-1.503	-1.451	1.761	1.750
Deformazioni termiche secondarie -DT	-346	-276	-266	322	332	-1.893	-1.668	-1.610	1.954	1.949
Cedimenti	-41	-33	-31	38	39	-1.934	-1.834	-1.775	1.992	1.988

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	47	36	34	47	36		5,79	5,79
Peso proprio soletta	153	211	161	187	258	196		30,53	36,32
Permanenti	72	91	65	259	349	261		14,17	50,49
Effetti primari del ritiro	0	0	0	259	349	261		0,00	50,49
Effetti secondari del ritiro	32	40	28	291	389	289		0,00	50,49
Accidentali mezzi + folla	236	298	212	527	687	501		80,09	130,58
Vento	9	11	8	532	693	506		7,04	137,62
Deformazioni termiche	18	22	16	543	707	515		14,96	152,58
Cedimenti	4	4	3	546	711	518		4,02	156,60

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	40	52	41	40	52	41
Peso proprio soletta	184	242	191	223	294	233
Permanenti	86	105	79	310	399	312
Effetti primari del ritiro	0	0	0	310	399	312
Effetti secondari del ritiro	32	40	28	341	439	340
Accidentali mezzi + folla	316	378	292	657	817	632
Vento	16	18	15	667	828	641
Deformazioni termiche	33	37	31	686	850	659
Cedimenti	8	8	7	694	859	666

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	145	139
Peso proprio soletta	831	796
Permanenti	1.053	1.043
Effetti primari del ritiro	1.053	1.043
Effetti secondari del ritiro	1.338	1.380
Accidentali mezzi + folla	1.953	2.036
Vento	1.971	2.055
Deformazioni termiche	2.002	2.263
Cedimenti	2.144	2.302

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

 $b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

 $t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

 $k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

 $\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

 $\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale
piattabanda 12 classe 1
anima - classe -
profilo **classe 1**

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	248,8	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-237,4	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	81,4	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	402	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,327	-	ψ_2 =	-2,915	-	b_{2t} =	1.172	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,953	-	$k_{\sigma 2}$ =	91,654	-			
λ_{p1} =	0,728	-	λ_{p2} =	0,091	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	351	[mm]	$b_{2,sup}$	161	mm			
$b_{1,inf}$	469	[mm]	$b_{2,lat}$	241	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	402	mm			
$b_{1,lat,eff}$	351	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	161	mm			
$b_{1,inf,eff}$	469	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	241	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.729	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	48	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.856	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a _c	7.992	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.604	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	7.835	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.104	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.729	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,033	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_D	0,216	[-]	snellezza
ψ	-0,954	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.729	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Ist,1	12.856	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.729	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.587	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.783	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,214	[-]	snellezza
i	81	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	48	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	95	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	95	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,596	[-]	
Φ	0,527	[-]	
χ_c	0,992	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,007	[-]	
ρ_c	0,992	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 31.415 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	19,8	[mm]
tsl,red	24,8	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.229	119	12.696.829	3.984.838	0	96.942	106.672	99.996	110.382
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.144	24.556.743	12.438.513	4.140.578	366.884	134.141	390.203	137.137
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.701	31.318.962	13.835.107	3.063.851	1.017.317	142.869	1.169.236	145.525
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.261	25.384.043	12.658.188	3.971.706	406.243	135.371	434.028	138.321
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.974	23.179.587	12.021.958	4.469.789	311.777	131.962	329.505	135.037
Sezione metallica + ferri	1.369	134	15.487.958	3.984.838	106.983	133.782	115.384	138.570	118.928

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-129	0	21	11	11	-1,75
Peso proprio soletta	-613	0	95	58	58	-1,75
Permanenti	-239	0	41	32	32	-2,31
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,31
Effetti secondari del ritiro	-412	0	18	0	0	-2,31
Accidentali mezzi + folla	-542	0	134	182	182	-2,31
Vento	-24	0	5	16	16	-2,31
Deformazioni termiche primarie	388	779	0	0	0	-2,31
Deformazioni termiche secondarie	373	0	10	34	34	-2,31
Cedimenti	-44	0	2	10	10	-2,31

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
11	11
58	58
32	32
0	0
0	0
182	182
16	16
0	0
34	34
10	10

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-133	-129	117	121	0	-180	-174	158	163
Peso proprio soletta	0	-632	-613	555	575	0	-1.033	-1.002	907	939
Permanenti	-223	-179	-172	201	207	-335	-1.301	-1.260	1.209	1.250
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-335	-1.301	-1.260	1.209	1.250
Effetti secondari del ritiro	-385	-308	-297	346	357	-797	-1.671	-1.617	1.625	1.678
Accidentali mezzi + folla	-507	-405	-391	456	470	-1.481	-2.218	-2.145	2.240	2.312
Vento	-22	-18	-17	20	21	-1.501	-2.234	-2.161	2.258	2.331
Deformazioni termiche primarie +DT	931	-249	-244	56	61	-831	-2.413	-2.336	2.298	2.375
Deformazioni termiche secondarie +DT	349	279	269	-314	-323	-580	-2.212	-2.142	2.072	2.142
Deformazioni termiche primarie -DT	-931	249	244	-56	-61	-2.172	-2.055	-1.985	2.218	2.287
Deformazioni termiche secondarie -DT	-349	-279	-269	314	323	-2.423	-2.256	-2.179	2.444	2.520
Cedimenti	-41	-33	-32	37	38	-2.464	-2.452	-2.374	2.488	2.566

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	47	35	46	63	47		5,79	7,82
Peso proprio soletta	154	211	158	255	348	260		30,53	49,03
Permanenti	73	91	63	364	485	354		14,17	70,28
Effetti primari del ritiro	0	0	0	364	485	354		0,00	70,28
Effetti secondari del ritiro	32	40	28	402	533	388		0,00	70,28
Accidentali mezzi + folla	238	298	206	724	935	666		80,09	178,40
Vento	9	11	8	732	945	672		7,04	184,74
Deformazioni termiche	18	22	15	745	961	683		14,96	195,51
Cedimenti	4	4	3	749	966	687		4,43	200,82

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	40	52	41	54	71	55
Peso proprio soletta	185	242	188	304	397	309
Permanenti	87	105	77	434	555	425
Effetti primari del ritiro	0	0	0	434	555	425
Effetti secondari del ritiro	32	40	28	473	603	458
Accidentali mezzi + folla	318	378	286	902	1.113	844
Vento	16	18	15	917	1.129	857
Deformazioni termiche	33	37	30	940	1.156	879
Cedimenti	8	9	7	950	1.167	888

τ_{media}
1.001,6

Rapp τ
0,60

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	198	184
Peso proprio soletta	1.131	1.053
Permanenti	1.468	1.415
Effetti primari del ritiro	1.468	1.415
Effetti secondari del ritiro	1.813	1.808
Accidentali mezzi + folla	2.654	2.675
Vento	2.682	2.702
Deformazioni termiche	2.721	2.879
Cedimenti	2.889	2.925

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,85	0,87

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-133	-129	117	121	0	-133	-129	117	121
Peso proprio soletta	0	-632	-613	555	575	0	-765	-742	672	696
Permanenti	-223	-179	-172	201	207	-223	-944	-915	873	903
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-223	-944	-915	873	903
Effetti secondari del ritiro	-385	-308	-297	346	357	-609	-1.252	-1.212	1.220	1.260
Accidentali mezzi + folla	-507	-405	-391	456	470	-988	-1.556	-1.505	1.561	1.612
Vento	-22	-18	-17	20	21	-988	-1.556	-1.505	1.561	1.612
Deformazioni termiche primarie +DT	931	-249	-244	56	61	-430	-1.705	-1.651	1.595	1.649
Deformazioni termiche secondarie +DT	349	279	269	-314	-323	-221	-1.538	-1.490	1.407	1.455
Deformazioni termiche primarie -DT	-931	249	244	-56	-61	-1.547	-1.407	-1.359	1.528	1.576
Deformazioni termiche secondarie -DT	-349	-279	-269	314	323	-1.756	-1.574	-1.521	1.716	1.770
Cedimenti	-41	-33	-32	37	38	-1.798	-1.738	-1.683	1.753	1.808

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	34	42	35	34	42	35		5,79	5,79
Peso proprio soletta	154	190	158	189	232	192		30,53	36,32
Permanenti	73	82	63	261	314	255		14,17	50,49
Effetti primari del ritiro	0	0	0	261	314	255		0,00	50,49
Effetti secondari del ritiro	32	36	28	293	350	283		0,00	50,49
Accidentali mezzi + folla	238	268	206	472	551	438		80,09	110,55
Vento	9	10	8	472	551	438		7,04	110,55
Deformazioni termiche	18	20	15	483	563	447		14,96	119,53
Cedimenti	4	4	3	486	567	450		4,43	123,96

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	40	48	41	40	48	41
Peso proprio soletta	185	221	188	225	268	229
Permanenti	87	96	77	312	364	306
Effetti primari del ritiro	0	0	0	312	364	306
Effetti secondari del ritiro	32	36	28	344	400	334
Accidentali mezzi + folla	318	348	286	583	662	548
Vento	16	17	15	583	662	548
Deformazioni termiche	33	35	30	602	683	566
Cedimenti	8	8	7	610	691	574

T _{media}	625,04
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,944	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	118,54	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	570	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_T	9,99	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	17,75	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	20,61	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,143	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,094	VERIFICA SODDISFATTA	0,13

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

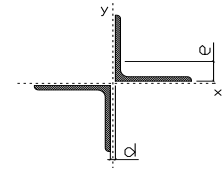
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ²)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ²)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,38
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,10
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	11,58	3.922	0	5.294	0
Peso proprio soletta	61,05	20.678	0	33.210	0
Permanenti	28,34	9.598	0	47.607	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	47.607	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	47.607	0
Accidentali mezzi	160,18	54.252	0	120.847	0
Vento	14,08	4.769	0	125.140	0
Deformazioni termiche	29,92	10.135	0	132.437	0
Cedimenti	8,86	3.002	0	136.039	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	136.039
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,73
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,61

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.581,85 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.581,85 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.581,85 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.581,85 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.581,85 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.580,94 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.580,94 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.580,94 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.580,94 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.580,94 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.580,94 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	650	650
Effetti primari del ritiro	0	650
Effetti secondari del ritiro	295	946
Accidentali mezzi + folla	2.604	3.550
Folla	97	3.647
Deformazioni termiche	194	3.841
Cedimenti	30	3.871

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	40	54	42	57	0	0	0	0
Peso proprio soletta	180	297	190	312	0	0	0	0
Permanenti	85	425	76	427	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	425	0	427	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	37	470	33	467	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	278	845	249	804	0	0	0	0
Folla	10	855	9	812	0	0	0	0
Deformazioni termiche	21	870	19	825	0	0	0	0
Cedimenti	4	875	4	830	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G11

COPRIGIUNTO SUPERIORE **DOPPIA SEZIONE**

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE **DOPPIA SEZIONE**

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,2
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		31
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	765.411	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	577.465	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	382.706	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	794.400	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.292.138	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.835.341	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.028.160	1.081.905
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.539	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.440		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	933.540	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	716.433	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	466.770	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	1.077.051	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.925.241	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	4.572.906	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	956.189	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.086.578	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.276.640	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.175.040	1.217.143
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.736	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.647		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

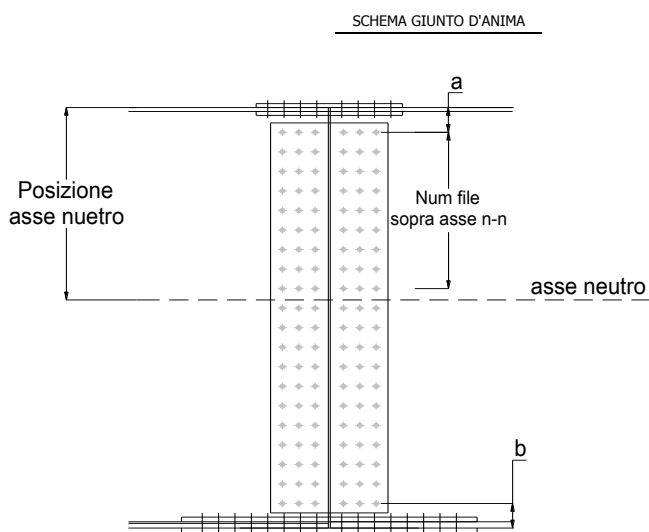
 Foglio
10 di 17

 COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	2,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	120
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	434.700
	Azione anima sup. S_{av} (daN) (SLU)	272.984
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	321.713
	Azione max bulloni sup. (daN)	20.114
	Azione max bulloni inf. (daN)	21.603
	Azione verticale sul bullone (daN)	8.360
Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	23.164	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.680
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.884
	Sforzo nel coprigiunto sup.(daN/cm ²)	1.555
	Sforzo nel coprigiunto inf.(daN/cm ²)	1.735
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	911.669
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.188.968
	Scorrimento superiore (daN)	338.782
	Scorrimento inferiore (daN)	397.854
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

Foglio
11 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	60	0	32	48	48	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-86	0	-4	-11	-11	
totale	146	0	36	59	59	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	5	108	104	-126	-130

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	119	87

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luca Campata - L i (m)	50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luca Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	17,83	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	23,89	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	17,32	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

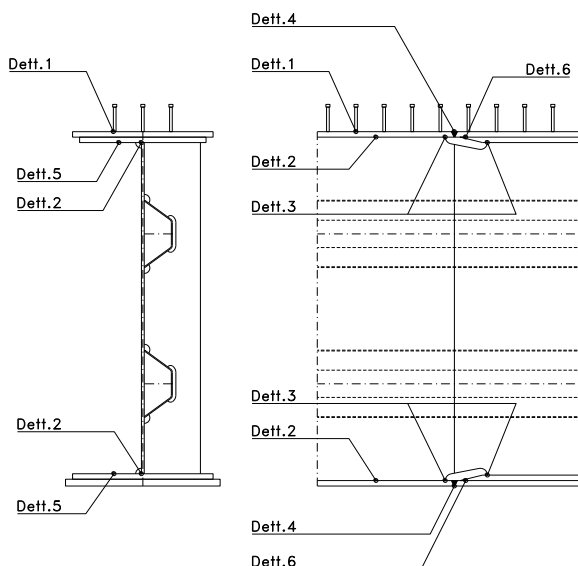
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	25,23	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	28,55	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

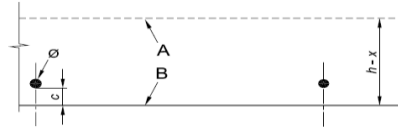
$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	25,99	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE A FESSURAZIONE

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.510	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	28	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	7.010,62	[mm ²]

nf.2	28	[-]
φφ.2	18	[mm]
Asf.2	7.010,62	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	179,75	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	128,96	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

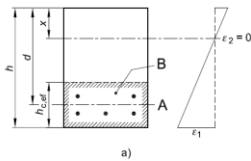
αe	6,24	[-]
As	14,021	[mm ²]
Ac,eff.1	1.102.000	[mm ²]
Ac,eff.2	606.100	[mm ²]
Ac,eff.3	909.150	[mm ²]
Ac,eff.min	606.100	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,eff}, dove h_{c,eff} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

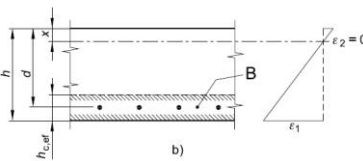
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

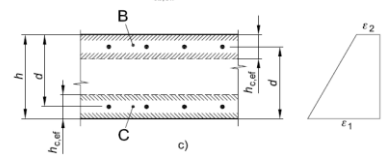
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico
Differenza tra deformazione acciaio - cls

ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
kt	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000514	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000564	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000564	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	18,00	[mm]
s _{max,rif}	195	[mm]
k1	0,80	[-]
k2	0,50	[-]
k3	3,40	[-]
k4	0,425	[-]
s _{r,max.1}	234	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = S_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:
= 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
= 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);
k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:
= 0,5 per flessione,
= 1,0 per trazione pura.

Distanza massima tra le fessure

Condizioni ambientali	AGGRESSIVE	
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per...	w _{lim}	0,30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ wd	0,24 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per...	w _{lim}	0,20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP wd	0,16 [mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 121,00 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-248,80	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	237,43	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	100,16	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0
b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,944	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,954	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		53,31	6,63

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 154.800.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 370 t = 22 b2 = 466
b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,36

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 189.792.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -248,8	σ_2 = 237,43
	τ = 100,2	y_n (mm)= 1.238,3

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	20	20	20		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-248,8	-78,9	88,4		
σ_2	-83,9	83,4	253,3		
σ_1^*	248,8	78,9	-88,4		
σ_2^*	83,9	-83,4	-253,3		
τ	100,2	100,2	100,2		
ψ	0,34	-1,06	2,86		
σ_{id}	303,31	190,59	194,72		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,844	-	2,119		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	646,53	-	234,44		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2726,56	-		
τ_{cr}	647,84	666,26	647,84		
$\sigma_{cr,id}$	708,89	1247,66	1122,09		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,97	352,11	351,43		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,14	1,85	1,80		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 4.264	Msd= 26.126
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 32.343	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 46.055	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr} + V_t		
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	647,84	bs 900	bi 800
σ_{td}	-765,76	ts 40	ti 40
θ	0,814	N_{fd} 13.147.715	
ϕ	0,543	M_{fs} 7.460.095	M_{fi} 38.567.607
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 31.355.294 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 31.355.294 \text{ N}$
Verifica= 31.355.294 N \geq 4.264.407

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.694 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.271.059 N
Area = A	18.260 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53 mm
Inerzia = J	488.124.876 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	163,50 mm
Snellezza = λ	10,36
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	19.307 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	352.551.989 N
Carico resistente a instabilità = NR_d	6.482.300 N

NR_d = 6.482.300 \geq **N_{rd}** = 6.271.059

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 19,29 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 92,324$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 120.867.920 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 241.735.839 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	19,294	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	234,621	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,935	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,274	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,274	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,888	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	8271,396	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$

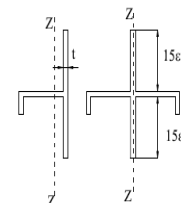
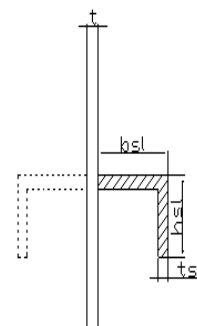


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	40	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	32.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	40	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	608,69	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.540	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	28,854	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	27,480	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	4,264	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	5,501	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	26,126	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} =$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

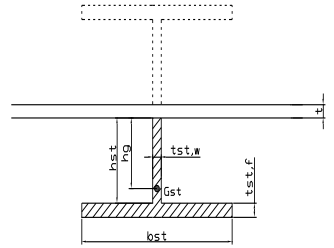
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} =$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7,000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458,333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	35.911,113	[mm ⁴]

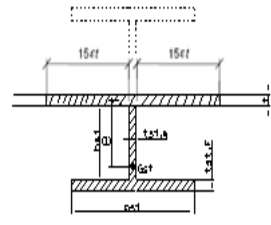


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17,163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662,733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2,285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2,285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2,500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	7.783,02	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	7.834,58	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
$A_{c,eff}$	19,729	[mm ²]



σ_{max}	248,80	[MPa]
N_{Ed}	2.454,28	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,85	[MPa]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,44	[-]
$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right)$	5.260,209	[mm ⁴]

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 5.260.209$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

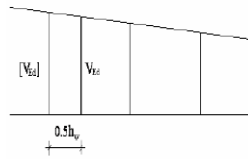
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 4.264 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 540,55 \quad \text{[kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 540,55 \quad \text{[kN]}$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	17.163	[mm ²]	
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	213.662.733	[mm ⁴]	
e_{max}	285	[-]	massima distanza tra lembi e baricentro
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]	
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	70.855	[kN]	

$$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad \text{[-]}$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,53 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	17.163	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	213.662.733	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	70.855	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,29	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,57	
Coefficiente di riduzione χ	0,95	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	5.276,50	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	70		
	Raddoppio ala superiore (cm)	3,8		
	Spessore anima (cm)	2,0		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	80		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	4,0		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	551,0		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	551,0		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	2,0		
COEFF.	n° ferri superiori	55,10		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	2,0		
	n° ferri inferiori	55,10		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	4		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	14	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	20
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	15	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	21

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	152,3
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C12
FRAME	218
JOINT	247
num. Travi	2

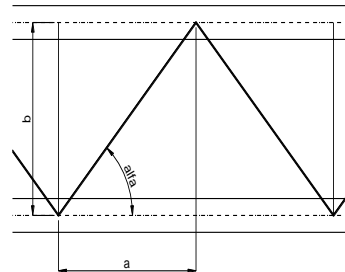
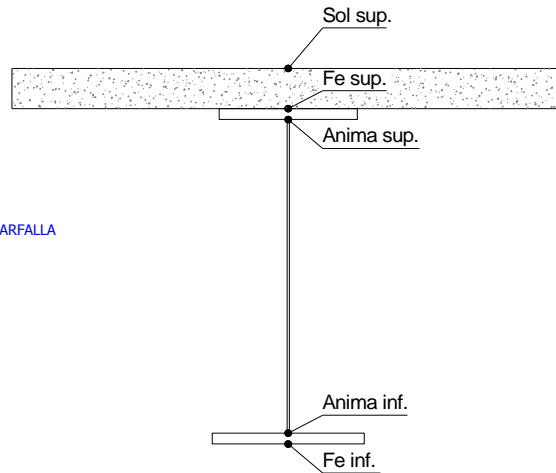
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 20/10 cm

ϕ 20/10 cm



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.734	119	20.661.757	3.984.838	0	157.124	174.360	167.032	186.983
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.650	34.294.747	12.438.513	5.136.585	431.380	201.142	478.308	211.045
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	4.207	43.911.394	13.835.107	3.603.076	1.020.054	212.182	1.245.781	220.714
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.767	35.390.057	12.658.188	4.880.564	469.780	202.615	524.039	212.340
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	2.480	32.517.911	12.021.958	5.643.926	376.955	198.600	414.428	208.802
Sezione metallica + ferri	2.081	143	27.114.627	3.984.838	199.803	254.105	189.224	274.144	200.413

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo 2°Nodo					valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-279	0	29	2	2		2	2	
Peso proprio soletta	-1.203	0	110	13	13		13	13	
Permanenti	-520	0	52	7	7		7	7	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0	
Effetti secondari del ritiro	-587	0	33	0	0		0	0	
Accidentali mezzi + folla	-1.144	0	171	180	180		180	180	
Vento	-85	0	12	8	8		8	8	
Deformazioni termiche primarie	483	779	0	0	0		0	0	
Deformazioni termiche secondarie	241	0	25	63	63		63	63	
Cedimenti	-46	0	2	5	5		5	5	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-178	-167	149	160	0	-240	-225	201	216
Peso proprio soletta	0	-766	-720	643	690	0	-1.273	-1.198	1.070	1.147
Permanenti	-260	-205	-190	259	275	-390	-1.580	-1.482	1.459	1.560
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-390	-1.580	-1.482	1.459	1.560
Effetti secondari del ritiro	-294	-231	-214	293	310	-743	-1.857	-1.739	1.811	1.932
Accidentali mezzi + folla	-573	-450	-417	571	605	-1.516	-2.465	-2.303	2.581	2.748
Vento	-43	-33	-31	42	45	-1.554	-2.495	-2.331	2.619	2.789
Deformazioni termiche primarie +DT	616	-233	-224	34	43	-1.111	-2.663	-2.492	2.644	2.819
Deformazioni termiche secondarie +DT	-121	95	88	-120	-127	-1.197	-2.594	-2.428	2.557	2.728
Deformazioni termiche primarie -DT	-616	233	224	-34	-43	-1.998	-2.328	-2.169	2.595	2.758
Deformazioni termiche secondarie -DT	121	-95	-88	120	127	-1.911	-2.396	-2.233	2.682	2.850
Cedimenti	-23	-18	-17	23	24	-2.021	-2.685	-2.512	2.709	2.879

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	52	64	55	71	87	74		1,05	1,42
Peso proprio soletta	199	244	207	339	417	353		6,84	10,66
Permanenti	99	116	91	488	590	489		3,10	15,31
Effetti primari del ritiro	0	0	0	488	590	489		0,00	15,31
Effetti secondari del ritiro	63	73	58	563	678	558		0,00	15,31
Accidentali mezzi + folla	325	380	298	1.002	1.191	961		79,21	122,24
Vento	23	27	21	1.023	1.215	980		3,52	125,41
Deformazioni termiche	48	56	44	1.057	1.255	1.012		27,72	145,37
Cedimenti	4	4	3	1.061	1.261	1.016		2,22	148,03

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	53	65	56	72	88	75
Peso proprio soletta	206	251	214	350	428	364
Permanenti	102	119	94	503	606	505
Effetti primari del ritiro	0	0	0	503	606	505
Effetti secondari del ritiro	63	73	58	578	694	574
Accidentali mezzi + folla	405	459	378	1.124	1.314	1.084
Vento	26	30	24	1.148	1.341	1.106
Deformazioni termiche	75	83	71	1.202	1.401	1.157
Cedimenti	6	7	6	1.210	1.409	1.164

τ media (daN/cm2)
1.260,7

Rapp σ
0,72

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	258	240
Peso proprio soletta	1.342	1.242
Permanenti	1.719	1.701
Effetti primari del ritiro	1.719	1.701
Effetti secondari del ritiro	2.007	2.065
Accidentali mezzi + folla	3.016	3.191
Vento	3.064	3.245
Deformazioni termiche	3.199	3.348
Cedimenti	3.271	3.377

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,97	1,00

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-178	-167	149	160	0	-178	-167	149	160
Peso proprio soletta	0	-766	-720	643	690	0	-943	-887	793	850
Permanenti	-260	-205	-190	259	275	-260	-1.148	-1.077	1.052	1.125
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-260	-1.148	-1.077	1.052	1.125
Effetti secondari del ritiro	-294	-231	-214	293	310	-554	-1.379	-1.291	1.345	1.435
Accidentali mezzi + folla	-573	-450	-417	571	605	-1.127	-1.829	-1.708	1.916	2.040
Vento	-43	-33	-31	42	45	-1.152	-1.849	-1.727	1.941	2.067
Deformazioni termiche primarie +DT	616	-233	-224	34	43	-782	-1.989	-1.861	1.961	2.092
Deformazioni termiche secondarie +DT	121	95	88	-120	-127	-710	-1.932	-1.809	1.889	2.016
Deformazioni termiche primarie -DT	-616	233	224	34	-43	-1.522	-1.710	-1.593	1.961	2.041
Deformazioni termiche secondarie -DT	-121	-95	-88	120	127	-1.594	-1.767	-1.645	2.034	2.117
Cedimenti	-23	-18	-17	23	24	-1.617	-2.007	-1.878	2.057	2.142

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	52	64	55	52	64	55		1,05	1,05
Peso proprio soletta	199	244	207	251	309	262		6,84	7,89
Permanenti	99	116	91	350	424	352		3,10	10,99
Effetti primari del ritiro	0	0	0	350	424	352		0,00	10,99
Effetti secondari del ritiro	63	73	58	413	498	410		0,00	10,99
Accidentali mezzi + folla	325	380	298	738	878	708		79,21	90,20
Vento	23	27	21	752	894	721		3,52	93,73
Deformazioni termiche	48	56	44	781	927	747		27,72	121,45
Cedimenti	4	4	3	784	932	751		2,01	123,46

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	53	65	56	53	65	56
Peso proprio soletta	206	251	214	259	317	270
Permanenti	102	119	94	361	435	363
Effetti primari del ritiro	0	0	0	361	435	363
Effetti secondari del ritiro	63	73	58	424	509	421
Accidentali mezzi + folla	405	459	378	828	968	799
Vento	26	30	24	844	986	813
Deformazioni termiche	75	83	71	889	1.036	856
Cedimenti	6	6	6	895	1.043	862

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	191	178
Peso proprio soletta	994	920
Permanenti	1.245	1.226
Effetti primari del ritiro	1.245	1.226
Effetti secondari del ritiro	1.485	1.530
Accidentali mezzi + folla	2.231	2.363
Vento	2.263	2.398
Deformazioni termiche	2.376	2.517
Cedimenti	2.436	2.541

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	43	cm
Spessore parte compressa	t	8,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		5	CL. 1

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	232	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		116	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,000$ cm $b_{radd} = 39,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 4,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,643$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.342	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.523	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	266,5	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-253,0	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	81,7	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	39,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	4,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,643	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	365	mm	b_2 =	1.497	mm
ψ_1 =	0,307	-	ψ_2 =	-3,096	-	b_{2t} =	1.131	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,044	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,722	-	λ_{p2} =	0,162	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	350	[mm]	$b_{2,sup}$	146	mm
$b_{1,inf}$	471	[mm]	$b_{2,lat}$	219	mm

larghezze efficaci

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	365	mm
$b_{1,lat,eff}$	350	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	146	mm
$b_{1,inf,eff}$	471	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	219	mm
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.465	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	49	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.794	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.509	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.342	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	7.848	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	5.881	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	18.846	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	18.840	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.465	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,033	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,140	[-]	snellezza
ψ	-0,949	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.465	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.794	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.465	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	5.873	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	18.820	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,137	[-]	snellezza
i	81	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	49	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	94	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	94	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,594	[-]	
Φ	0,491	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 30.843 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	20,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{anima sup}$ (cm ³)	$W_{anima inf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.801	117	20.709.005	3.984.838	0	156.294	176.247	166.070	189.124
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.716	169	34.700.207	12.438.513	5.109.579	426.126	205.853	471.266
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	4.273	205	44.783.808	13.835.107	3.590.015	998.721	218.288	1.209.028
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.833	173	35.839.764	12.658.188	4.855.219	463.750	207.505	515.809
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	2.546	162	32.856.506	12.021.958	5.613.970	372.736	203.005	408.920
Sezione metallica + ferri	2.147	142	27.288.230	3.984.838	198.733	251.943	192.592	271.495	204.117

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-279	0	29	2	2	-1,00
Peso proprio soletta	-1.203	0	110	13	13	-1,00
Permanenti	-520	0	52	7	7	-1,60
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,60
Effetti secondari del ritiro	-587	0	33	0	0	-1,60
Accidentali mezzi + folla	-1.144	0	171	180	180	-1,60
Vento	-85	0	12	8	8	-1,60
Deformazioni termiche primarie	496	779	0	0	0	-1,60
Deformazioni termiche secondarie	241	0	25	63	63	-1,60
Cedimenti	-46	0	2	5	5	-1,60

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
2	2
13	13
7	7
0	0
0	0
180	180
8	8
0	0
63	63
5	5

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

Foglio
6 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-179	-168	148	158	0	-241	-227	199	214
Peso proprio soletta	0	-770	-724	636	683	0	-1.280	-1.205	1.058	1.135
Permanenti	-262	-206	-192	255	270	-392	-1.590	-1.492	1.440	1.540
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-392	-1.590	-1.492	1.440	1.540
Effetti secondari del ritiro	-295	-233	-216	288	305	-747	-1.869	-1.751	1.785	1.906
Accidentali mezzi + folla	-576	-454	-421	560	594	-1.524	-2.482	-2.320	2.542	2.708
Vento	-43	-34	-31	42	44	-1.563	-2.513	-2.349	2.579	2.748
Deformazioni termiche primarie +DT	612	-232	-223	36	45	-1.122	-2.680	-2.509	2.605	2.780
Deformazioni termiche secondarie +DT	121	96	89	-118	-125	-1.034	-2.611	-2.445	2.520	2.690
Deformazioni termiche primarie -DT	-612	232	223	-36	-45	-2.003	-2.346	-2.188	2.553	2.715
Deformazioni termiche secondarie -DT	-121	-96	-89	118	125	-2.091	-2.415	-2.252	2.638	2.805
Cedimenti	-23	-18	-17	23	24	-2.114	-2.702	-2.530	2.665	2.834

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	53	64	54	71	87	73		1,05	1,42
Peso proprio soletta	200	244	205	341	417	349		6,84	10,66
Permanenti	100	116	89	491	590	483		3,10	15,31
Effetti primari del ritiro	0	0	0	491	590	483		0,00	15,31
Effetti secondari del ritiro	63	73	57	567	678	551		0,00	15,31
Accidentali mezzi + folla	328	380	293	1.009	1.191	947		79,21	122,24
Vento	23	27	21	1.030	1.215	965		3,52	125,41
Deformazioni termiche	48	56	43	1.065	1.255	996		27,72	145,37
Cedimenti	4	4	3	1.069	1.261	1.000		2,21	148,03

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	54	65	55	73	88	74
Peso proprio soletta	207	251	212	352	428	360
Permanenti	103	119	92	506	606	498
Effetti primari del ritiro	0	0	0	506	606	498
Effetti secondari del ritiro	63	73	57	582	694	566
Accidentali mezzi + folla	407	459	372	1.132	1.314	1.069
Vento	27	30	24	1.155	1.341	1.091
Deformazioni termiche	76	83	71	1.210	1.401	1.141
Cedimenti	6	7	6	1.217	1.409	1.148

τ_{media}
1.258,0

Rapp τ
0,72

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	259	237
Peso proprio soletta	1.350	1.228
Permanenti	1.730	1.679
Effetti primari del ritiro	1.730	1.679
Effetti secondari del ritiro	2.021	2.037
Accidentali mezzi + folla	3.037	3.144
Vento	3.086	3.197
Deformazioni termiche	3.220	3.297
Cedimenti	3.293	3.325

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,97 0,98

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-179	-168	148	158	0	-179	-168	148	158
Peso proprio soletta	0	-770	-724	636	683	0	-948	-892	784	841
Permanenti	-262	-206	-192	255	270	-262	-1.155	-1.084	1.038	1.111
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-262	-1.155	-1.084	1.038	1.111
Effetti secondari del ritiro	-295	-233	-216	288	305	-557	-1.388	-1.300	1.326	1.416
Accidentali mezzi + folla	-576	-454	-421	560	594	-989	-1.728	-1.616	1.746	1.861
Vento	-43	-34	-31	42	44	-989	-1.728	-1.616	1.746	1.861
Deformazioni termiche primarie +DT	612	-232	-223	36	45	-621	-1.867	-1.750	1.768	1.888
Deformazioni termiche secondarie +DT	121	96	89	-118	-125	-549	-1.810	-1.697	1.697	1.813
Deformazioni termiche primarie -DT	-612	232	223	-36	-45	-1.356	-1.589	-1.482	1.725	1.834
Deformazioni termiche secondarie -DT	-121	-96	-89	118	125	-1.429	-1.646	-1.535	1.796	1.909
Cedimenti	-23	-18	-17	23	24	-1.452	-1.886	-1.767	1.818	1.933

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	53	58	54	53	58	54		1,05	1,05
Peso proprio soletta	200	220	205	253	278	259		6,84	7,89
Permanenti	100	104	89	352	382	348		3,10	10,99
Effetti primari del ritiro	0	0	0	352	382	348		0,00	10,99
Effetti secondari del ritiro	63	66	57	416	448	404		0,00	10,99
Accidentali mezzi + folla	328	342	293	662	705	624		79,21	70,40
Vento	23	24	21	662	705	624		3,52	70,40
Deformazioni termiche	48	50	43	690	735	650		27,72	87,04
Cedimenti	4	4	3	694	739	653		2,21	89,25

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	54	59	55	54	59	55
Peso proprio soletta	207	227	212	261	286	267
Permanenti	103	107	92	363	393	359
Effetti primari del ritiro	0	0	0	363	393	359
Effetti secondari del ritiro	63	66	57	427	459	415
Accidentali mezzi + folla	407	421	372	732	775	695
Vento	27	28	24	732	775	695
Deformazioni termiche	76	78	71	777	822	737
Cedimenti	6	6	6	783	828	743

τ_{media}	784,63
----------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,650	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	13,86	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	33,38	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	115,43	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	543	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	234,2
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.523

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	16,63	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,00	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	32,50	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,119	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,086	VERIFICA SODDISFATTA	0,11

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

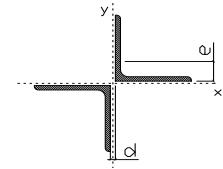
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,28
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,02
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	2,11	713	0	963	0
Peso proprio soletta	13,68	4.635	0	7.219	0
Permanenti	6,20	2.100	0	10.369	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	10.369	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	10.369	0
Accidentali mezzi	158,42	53.656	0	82.804	0
Vento	7,04	2.385	0	84.950	0
Deformazioni termiche	55,45	18.779	0	98.472	0
Cedimenti	4,43	1.501	0	100.273	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NED (daN)	100.273
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,54
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,45

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.165,96 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.165,96 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.165,96 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.165,96 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.165,96 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.165,29 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.165,29 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.165,29 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.165,29 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.165,29 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.165,29 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

 Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	684	684
Effetti primari del ritiro	0	684
Effetti secondari del ritiro	454	1.138
Accidentali mezzi + folla	2.987	4.125
Folla	210	4.335
Deformazioni termiche	437	4.771
Cedimenti	24	4.795

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	62	83	64	87	17	23	18	24
Peso proprio soletta	234	400	244	416	65	111	67	114
Permanenti	117	575	107	577	48	183	29	158
Effetti primari del ritiro	0	575	0	577	0	183	0	158
Effetti secondari del ritiro	74	663	68	658	30	219	19	180
Accidentali mezzi + folla	383	1.181	352	1.133	158	433	96	310
Folla	27	1.205	25	1.155	11	443	7	316
Deformazioni termiche	56	1.246	51	1.192	23	459	14	326
Cedimenti	4	1.251	4	1.197	2	462	1	327

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	51	0	39	39	39	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-182	0	-5	-25	-25	
totale	233	0	44	64	64	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	6	92	85	-116	-123

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	138	115

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	APPOGGI

	1,000
Luca Campata - L i (m)	50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luca Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	1,865	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	1,800	λ.v max	1,800

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	1,800	λ.v	1,652	φ fat	1,30
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	21,46	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	32,24	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	26,94	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

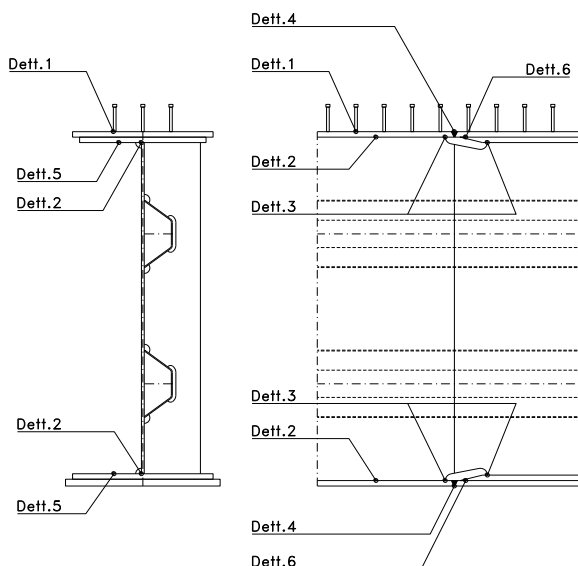
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	27,20	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	31,65	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,81	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.510	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]

ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	55	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	17.310,18	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

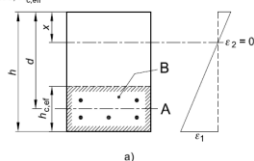
σs F	145,20	[MPa]
x	0	[mm]

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

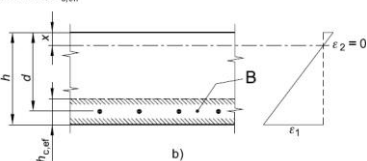
αe	6,24	[-]
As	34.620	[mm ²]
Ac,eff.1	1.102.000	[mm ²]
Ac,eff.2	606.100	[mm ²]
Ac,eff.3	909.150	[mm ²]
Ac,eff.min	606.100	[mm ²]

Area tesa efficace (casi tipici)

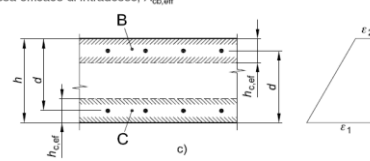
- Legenda
a) Trave
A Livello del baricentro dell'acciaio
B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo

ρp,eff	0,05712	[-]
fct,eff	3,1	[MPa]

Fattore di durata del carico

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000415	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000551	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000551	[-]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{min}	0,000271	[-]
QP [ε _{sm} -ε _{cm}] _{calc}	0,000311	[-]
QP [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000311	[-]

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	20,00	[mm]
s _{max,rif}	200	[mm]
k ₁	0,80	[-]
k ₂	0,50	[-]
k ₃	3,40	[-]
k ₄	0,425	[-]
s _{r,max.1}	162	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,09	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,05	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₃	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.523	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.342	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 117,10 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-266,54	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	252,96	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	125,80	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,650	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,949	
δ	AL/(hw tw)	0,141	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,695	

	0,650		
	α	τ	σ
α inf	0,5	24	5
α sup	0,7	24	5
Valore interpolato	24,00		5,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 67.449.600$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	450	11.250	225
ala	486	20	9.720	460

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 b = 450 t = 25 b2 = 466
 b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 2.816.451.000 > 112.416.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	0,650	
	α	T
α inf	0,5	40
α sup	0,7	40
Valore interpolato	40,00	

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.342
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -266,5	σ_2 = 252,96
	τ = 125,8	y_n (mm)= 1.201,6

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	1.523	1.523	1.523		
tw	20	20	20		
α	1,86	1,88	1,86		
σ_1	-266,5	-79,0	105,8		
σ_2	-84,5	100,2	287,8		
σ_1^*	266,5	79,0	-105,8		
σ_2^*	84,5	-100,2	-287,8		
τ	125,8	125,8	125,8		
ψ	0,32	-1,27	2,72		
σ_{id}	344,26	231,77	242,21		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_σ	5,927	-	2,199		
k_σ	-	-	-		
k_σ	-	23,900	-		
k_τ	6,501	6,466	6,501		
σ_{cr}	655,76	-	243,24		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2726,56	-		
τ_{cr}	719,22	737,64	719,22		
$\sigma_{cr,id}$	752,09	1352,39	1245,72		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	346,99	352,55	352,10		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,01	1,52	1,45		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

- Caso II
- Caso III
- Caso IV
- Caso I
- Caso II
- Caso III
- Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_σ

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 5.565	Msd= 52.342
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 59.521	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 71.738	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V _{rd} = V _{cr} + V _t				
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	719,22	bs	850	bi	751
σ_{td}	-889,25	ts	80	ti	78
θ	0,994	N _{fd}	24.585.395		
ϕ	0,663	M _{fs}	17.980.138	M _{fi}	160.923.807
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 33.688.129 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 33.688.129 \text{ N}$
 $Verifica = 33.688.129 \text{ N} \geq 5.565.213$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.639 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.737.626 N
Area = A	21.370 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	337,49 mm
Inerzia = J	715.580.403 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	182,99 mm
Snellezza = λ	8,96
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	25.823 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	551.832.936 N
Carico resistente a instabilità = N_{rd}	7.586.350 N

$N_{rd} = 7.586.350 \text{ N} \geq N_{rd} = 6.737.626 \text{ N}$

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 31,99 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 118,873$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 1.523 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,609	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 120.867.920 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 241.735.839 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	31,987	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	388,956	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,726	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,609	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	18,389	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,958	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	0,958	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	1,143	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	10649,904	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

$$V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$$

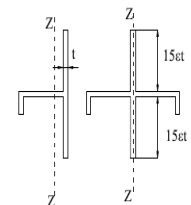
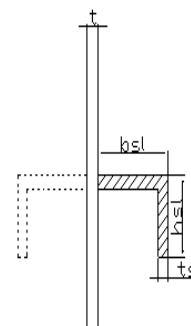


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	78	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	751	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	80	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	850	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	58.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	68.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	78	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	751	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	469,86	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.579	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	53.651	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	51.096	[kNm]
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$	44.529	[kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	5.565	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	5.501	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	52.342	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 1,18$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

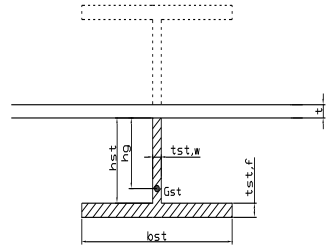
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 10.650$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,52$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	20	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7.000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	71.458.333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,61	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	80.835.376	[mm ⁴]

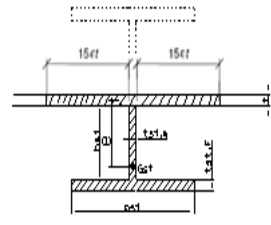


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	17.163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	213.662.733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	1.523	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	1.523	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	5,08	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	18.819,84	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	18.846,30	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	19.465	[mm ²]



σ_{max}	266,54	[MPa]
N_{Ed}	2.594,08	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	1,36	[MPa]
	284,55	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,44	[-]
γ_{M1}		

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 6.455.319 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 213.662.733$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 6.455.319$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

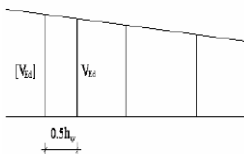
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 5.565 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 861,67 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 861,67 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad [\text{mm}] \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] \quad -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 5,90 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] \quad - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250		
	Interasse travi metalliche (cm)	500		
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80		
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0		
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0		
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0		
	Spessore anima (cm)	2,0		
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0		
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0		
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90		
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0		
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000		
	CONTOVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
Area controventi superiori (cm ²)		46,40		
Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)		30,0		
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0		
Numero controventi		2		
Angolo α travi princ. e controventi		48		
CONTOVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18		
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0		
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00		
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0		
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0		
	Numero controventi	2		
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	47,6		
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33		
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400		
	Spessore totale soletta (cm)	33		
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5		
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28		
	Larghezza sol. collaborante (cm)	551,0		
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	551,0		
	Spessore predalle (cm)	5		
	diametro ferri superiori soletta (cm)	2,0		
COEFF.	n° ferri superiori	55,10		
	diametro ferri inferiori soletta (cm)	2,0		
	n° ferri inferiori	55,10		
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85		
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24		
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94		
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70		
PIOLI	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04		
	Riduzione per non contemporaneità	0		
	Variazione termica differenziale (°C)	15		
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569		
SALDATURE	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25		
	Diametro pioli (mm)	22		
	Numero pioli in linea n°	4		
	passo pioli (cm)	20		
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	152,3
Luce campata di riferimento (m)	50,7

CONCIO	C12
FRAME	219
JOINT	FINE RADD
num. Travi	2

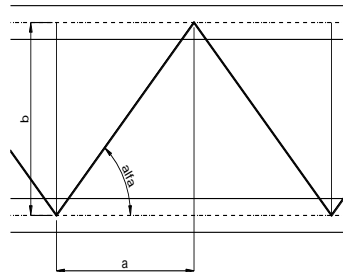
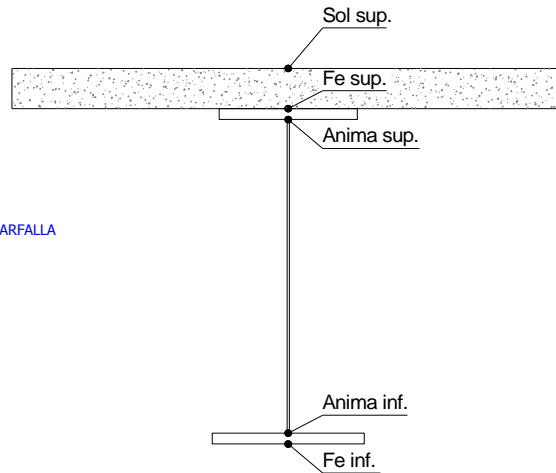
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

ϕ 20/10 cm

ϕ 20/10 cm



FASE	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.080	186	23.949.635	12.438.513	4.161.798	374.414	128.738	399.389
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.636	222	30.179.683	13.835.107	3.064.802	1.060.929	136.218	1.234.522
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.197	190	24.720.076	12.658.188	3.990.704	415.153	129.795	445.049
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.909	179	22.661.774	12.021.958	4.494.771	317.546	126.861	336.401
Sezione metallica + ferri	1.510	154	18.420.405	3.984.838	147.847	192.701	119.296	201.116	122.469

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo		2°Nodo		valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-157	0	22	2	2			
Peso proprio soletta	-762	0	91	13	13			
Permanenti	-304	0	43	7	7			
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0			
Effetti secondari del ritiro	-413	0	38	0	0			
Accidentali mezzi + folla	-756	0	121	151	151			
Vento	-33	0	9	8	8			
Deformazioni termiche primarie	370	779	0	0	0			
Deformazioni termiche secondarie	322	0	18	63	63			
Cedimenti	-46	0	2	5	5			

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	2	2
	13	13
	7	7
	0	0
	0	0
	151	151
	8	8
	0	0
	63	63
	5	5

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-161	-156	145	150	0	-217	-210	196	203
Peso proprio soletta	0	-780	-756	705	729	0	-1.269	-1.230	1.147	1.186
Permanenti	-206	-158	-151	248	255	-308	-1.506	-1.457	1.519	1.569
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-308	-1.506	-1.457	1.519	1.569
Effetti secondari del ritiro	-279	-214	-205	337	346	-644	-1.763	-1.703	1.924	1.984
Accidentali mezzi + folla	-511	-392	-376	617	634	-1.334	-2.293	-2.211	2.757	2.840
Vento	-22	-17	-16	27	28	-1.354	-2.308	-2.226	2.782	2.864
Deformazioni termiche primarie +DT	766	-249	-244	52	57	-803	-2.488	-2.401	2.819	2.906
Deformazioni termiche secondarie +DT	-218	167	160	-263	-270	-960	-2.367	-2.286	2.630	2.711
Deformazioni termiche primarie -DT	-766	249	244	-52	-57	-1.905	-2.129	-2.050	2.744	2.823
Deformazioni termiche secondarie -DT	218	-167	-160	263	270	-1.748	-2.249	-2.165	2.933	3.018
Cedimenti	-31	-24	-23	38	39	-1.936	-2.516	-2.429	2.978	3.064

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	37	48	66	50		1,05	1,42
Peso proprio soletta	147	202	154	246	339	258		6,84	10,66
Permanenti	81	96	64	367	482	354		3,10	15,31
Effetti primari del ritiro	0	0	0	367	482	354		0,00	15,31
Effetti secondari del ritiro	71	84	57	452	584	422		0,00	15,31
Accidentali mezzi + folla	227	269	180	759	947	665		66,45	105,01
Vento	17	20	13	774	965	678		3,52	108,18
Deformazioni termiche	34	40	27	798	993	697		27,72	128,14
Cedimenti	4	4	3	803	999	700		2,22	130,80

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	37	50	38	49	67	52
Peso proprio soletta	154	209	161	257	350	269
Permanenti	84	99	67	382	498	370
Effetti primari del ritiro	0	0	0	382	498	370
Effetti secondari del ritiro	71	84	57	468	599	438
Accidentali mezzi + folla	293	335	247	864	1.052	770
Vento	20	24	17	882	1.073	786
Deformazioni termiche	61	68	55	926	1.122	825
Cedimenti	6	7	5	934	1.130	831

τ media (daN/cm2)
964,8

Rapp τ
0,58

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	227	215
Peso proprio soletta	1.308	1.238
Permanenti	1.600	1.649
Effetti primari del ritiro	1.600	1.649
Effetti secondari del ritiro	1.886	2.068
Accidentali mezzi + folla	2.669	3.063
Vento	2.700	3.097
Deformazioni termiche	2.793	3.263
Cedimenti	2.918	3.308

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup
0,86

Rapp σ inf
0,98

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-161	-156	145	150	0	-161	-156	145	150
Peso proprio soletta	0	-780	-756	705	729	0	-940	-911	850	879
Permanenti	-206	-158	-151	248	255	-206	-1.098	-1.062	1.098	1.134
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-206	-1.098	-1.062	1.098	1.134
Effetti secondari del ritiro	-279	-214	-205	337	346	-485	-1.312	-1.268	1.435	1.480
Accidentali mezzi + folla	-511	-392	-376	617	634	-996	-1.705	-1.644	2.052	2.114
Vento	-22	-17	-16	27	28	-1.010	-1.715	-1.653	2.069	2.130
Deformazioni termiche primarie +DT	766	-249	-244	52	57	-550	-1.864	-1.800	2.100	2.164
Deformazioni termiche secondarie +DT	218	167	160	-263	-270	-420	-1.764	-1.704	1.942	2.002
Deformazioni termiche primarie -DT	-766	249	244	52	-57	-1.469	-1.566	-1.507	2.100	2.096
Deformazioni termiche secondarie -DT	-218	-167	-160	263	270	-1.600	-1.666	-1.603	2.258	2.258
Cedimenti	-31	-24	-23	38	39	-1.631	-1.888	-1.823	2.295	2.296

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	37	35	49	37		1,05	1,05
Peso proprio soletta	147	202	154	182	251	191		6,84	7,89
Permanenti	81	96	64	263	347	255		3,10	10,99
Effetti primari del ritiro	0	0	0	263	347	255		0,00	10,99
Effetti secondari del ritiro	71	84	57	334	431	312		0,00	10,99
Accidentali mezzi + folla	227	269	180	561	700	492		66,45	77,44
Vento	17	20	13	571	712	500		3,52	80,96
Deformazioni termiche	34	40	27	591	736	516		27,72	108,69
Cedimenti	4	4	3	595	740	519		2,01	110,70

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	37	50	38	37	50	38
Peso proprio soletta	154	209	161	190	259	199
Permanenti	84	99	67	274	358	266
Effetti primari del ritiro	0	0	0	274	358	266
Effetti secondari del ritiro	71	84	57	345	442	323
Accidentali mezzi + folla	293	335	247	638	777	570
Vento	20	24	17	651	792	580
Deformazioni termiche	61	68	55	688	832	612
Cedimenti	6	6	5	693	839	617

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	168	160
Peso proprio soletta	969	917
Permanenti	1.163	1.191
Effetti primari del ritiro	1.163	1.191
Effetti secondari del ritiro	1.402	1.540
Accidentali mezzi + folla	1.981	2.277
Vento	2.001	2.299
Deformazioni termiche	2.079	2.494
Cedimenti	2.183	2.532

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_{p0} = 44,000$ cm $b_{radd0} = 0,000$ cm

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{p0} = 0,726$ - $\lambda_{pradd0} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15 : t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.523	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	288,7	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-245,5	N/mm ²
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	104,8	N/mm ²

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	471	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,363	-	ψ_2 =	-2,342	-	b_{2t} =	1.103	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,803	-	$k_{\sigma 2}$ =	66,794	-			
λ_{p1} =	0,737	-	λ_{p2} =	0,125	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	354	[mm]	$b_{2,sup}$	188	mm
$b_{1,inf}$	467	[mm]	$b_{2,lat}$	283	mm

larghezze efficaci

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	471	mm
$b_{1,lat,eff}$	354	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	188	mm
$b_{1,inf,eff}$	467	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	283	mm
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	20.226	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	47	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.969	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.009	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	5.737	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	15.618	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.601	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	20.226	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,032	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,153	[-]	snellezza
ψ	-0,850	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	20.226	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Ist,1	12.969	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	20.226	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	5.729	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	15.598	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,151	[-]	snellezza
i	80	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	47	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	96	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	96	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,598	[-]	
Φ	0,497	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 32.957 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	20,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.230	119	12.700.179	3.984.838	0	96.926	106.751	99.978	110.465
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.146	24.575.567	12.438.513	4.140.408	366.723	134.303	390.002	137.304
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.703	31.352.443	13.835.107	3.064.113	1.016.334	143.063	1.167.751	145.723
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.263	25.404.440	12.658.188	3.971.580	406.051	135.537	433.785	138.493
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.976	23.195.933	12.021.958	4.469.546	311.655	132.117	329.355	135.197
Sezione metallica + ferri	1.576	152	18.706.268	3.984.838	146.818	190.083	123.401	198.137	126.746

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-157	0	22	2	2	-1,80
Peso proprio soletta	-762	0	91	13	13	-1,80
Permanenti	-304	0	43	7	7	-2,82
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,82
Effetti secondari del ritiro	-413	0	38	0	0	-2,82
Accidentali mezzi + folla	-756	0	121	151	151	-2,82
Vento	-33	0	9	8	8	-2,82
Deformazioni termiche primarie	391	779	0	0	0	-2,82
Deformazioni termiche secondarie	322	0	18	63	63	-2,82
Cedimenti	-46	0	2	5	5	-2,82

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
2	2
13	13
7	7
0	0
0	0
151	151
8	8
0	0
63	63
5	5

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

Foglio
6 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-162	-157	142	147	0	-219	-212	192	199
Peso proprio soletta	0	-786	-762	690	714	0	-1.280	-1.241	1.123	1.162
Permanenti	-207	-160	-153	240	246	-311	-1.520	-1.471	1.483	1.532
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-311	-1.520	-1.471	1.483	1.532
Effetti secondari del ritiro	-281	-217	-208	326	335	-648	-1.781	-1.721	1.874	1.933
Accidentali mezzi + folla	-515	-398	-382	596	613	-1.343	-2.318	-2.236	2.679	2.760
Vento	-22	-17	-17	26	27	-1.364	-2.333	-2.251	2.703	2.784
Deformazioni termiche primarie +DT	761	-249	-244	58	63	-816	-2.512	-2.427	2.745	2.830
Deformazioni termiche secondarie +DT	219	169	163	-254	-261	-658	-2.390	-2.310	2.562	2.642
Deformazioni termiche primarie -DT	-761	249	244	-58	-63	-1.911	-2.154	-2.076	2.661	2.739
Deformazioni termiche secondarie -DT	-219	-169	-163	254	261	-2.069	-2.276	-2.193	2.844	2.927
Cedimenti	-31	-24	-23	36	37	-2.100	-2.541	-2.455	2.887	2.971

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	49	36	48	66	49		1,05	1,42
Peso proprio soletta	148	202	151	248	339	253		6,84	10,66
Permanenti	82	96	62	370	482	346		3,10	15,31
Effetti primari del ritiro	0	0	0	370	482	346		0,00	15,31
Effetti secondari del ritiro	72	84	55	457	584	411		0,00	15,31
Accidentali mezzi + folla	230	269	174	767	947	647		66,45	105,01
Vento	17	20	13	782	965	658		3,52	108,18
Deformazioni termiche	34	40	26	807	993	677		27,72	128,14
Cedimenti	4	4	3	811	999	680		2,21	130,80

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	37	50	38	50	67	51
Peso proprio soletta	155	209	158	259	350	264
Permanenti	85	99	65	386	498	361
Effetti primari del ritiro	0	0	0	386	498	361
Effetti secondari del ritiro	72	84	55	472	599	427
Accidentali mezzi + folla	296	335	241	872	1.052	752
Vento	21	24	16	890	1.073	766
Deformazioni termiche	62	68	54	935	1.122	805
Cedimenti	6	7	5	942	1.130	811

T_{media}
960,9

Rapp τ
0,58

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	229	211
Peso proprio soletta	1.319	1.212
Permanenti	1.616	1.609
Effetti primari del ritiro	1.616	1.609
Effetti secondari del ritiro	1.906	2.014
Accidentali mezzi + folla	2.698	2.979
Vento	2.729	3.011
Deformazioni termiche	2.821	3.167
Cedimenti	2.948	3.211

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,87 0,95

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-162	-157	142	147	0	-162	-157	142	147
Peso proprio soletta	0	-786	-762	690	714	0	-948	-919	832	861
Permanenti	-207	-160	-153	240	246	-207	-1.108	-1.073	1.072	1.107
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-207	-1.108	-1.073	1.072	1.107
Effetti secondari del ritiro	-281	-217	-208	326	335	-488	-1.325	-1.281	1.398	1.442
Accidentali mezzi + folla	-515	-398	-382	596	613	-875	-1.624	-1.567	1.845	1.901
Vento	-22	-17	-17	26	27	-875	-1.624	-1.567	1.845	1.901
Deformazioni termiche primarie +DT	761	-249	-244	58	63	-418	-1.773	-1.714	1.880	1.939
Deformazioni termiche secondarie +DT	219	169	163	-254	-261	-287	-1.671	-1.616	1.728	1.783
Deformazioni termiche primarie -DT	-761	249	244	-58	-63	-1.331	-1.474	-1.421	1.810	1.863
Deformazioni termiche secondarie -DT	-219	-169	-163	254	261	-1.463	-1.576	-1.518	1.962	2.020
Cedimenti	-31	-24	-23	36	37	-1.494	-1.797	-1.737	1.999	2.057

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	44	36	36	44	36		1,05	1,05
Peso proprio soletta	148	182	151	184	226	187		6,84	7,89
Permanenti	82	86	62	265	312	249		3,10	10,99
Effetti primari del ritiro	0	0	0	265	312	249		0,00	10,99
Effetti secondari del ritiro	72	76	55	337	388	304		0,00	10,99
Accidentali mezzi + folla	230	242	174	510	570	435		66,45	60,83
Vento	17	18	13	510	570	435		3,52	60,83
Deformazioni termiche	34	36	26	530	591	450		27,72	77,46
Cedimenti	4	4	3	534	595	453		2,21	79,68

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	37	45	38	37	45	38
Peso proprio soletta	155	189	158	192	234	195
Permanenti	85	89	65	276	323	260
Effetti primari del ritiro	0	0	0	276	323	260
Effetti secondari del ritiro	72	76	55	348	399	315
Accidentali mezzi + folla	296	308	241	570	630	495
Vento	21	22	16	570	630	495
Deformazioni termiche	62	64	54	607	669	528
Cedimenti	6	6	5	613	675	533

T _{media}	606,98
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,629	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	112,51	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	713	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.523

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	17,48	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	29,00	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	34,03	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,092	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,114	VERIFICA SODDISFATTA	0,10

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

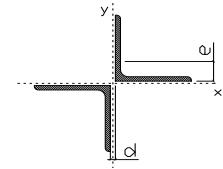
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{m,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\sigma,x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,25
$k_{\sigma,y}$ (Tab. C4.2.IV)	1,00
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	2,11	713	0	963	0
Peso proprio soletta	13,68	4.635	0	7.219	0
Permanenti	6,20	2.100	0	10.369	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	10.369	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	10.369	0
Accidentali mezzi	132,90	45.011	0	71.134	0
Vento	7,04	2.385	0	73.280	0
Deformazioni termiche	55,45	18.779	0	86.802	0
Cedimenti	4,43	1.501	0	88.602	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	88.602
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,48
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,40

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.030,26 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.030,26 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.030,26 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.030,26 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.030,26 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.029,67 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.029,67 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.029,67 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.029,67 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.029,67 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.029,67 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	682	682
Effetti primari del ritiro	0	682
Effetti secondari del ritiro	623	1.305
Accidentali mezzi + folla	2.352	3.657
Folla	175	3.832
Deformazioni termiche	350	4.182
Cedimenti	30	4.211

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	42	56	44	59	0	0	0	0
Peso proprio soletta	173	290	182	304	0	0	0	0
Permanenti	95	432	75	418	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	432	0	418	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	84	533	67	498	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	267	894	212	784	0	0	0	0
Folla	20	912	16	798	0	0	0	0
Deformazioni termiche	40	941	32	821	0	0	0	0
Cedimenti	4	946	4	825	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	54	0	4	28	28	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-154	0	-33	-34	-34	
totale	208	0	37	62	62	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	7	108	103	-170	-174

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	123	90

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	17,83	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	24,70	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	17,95	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

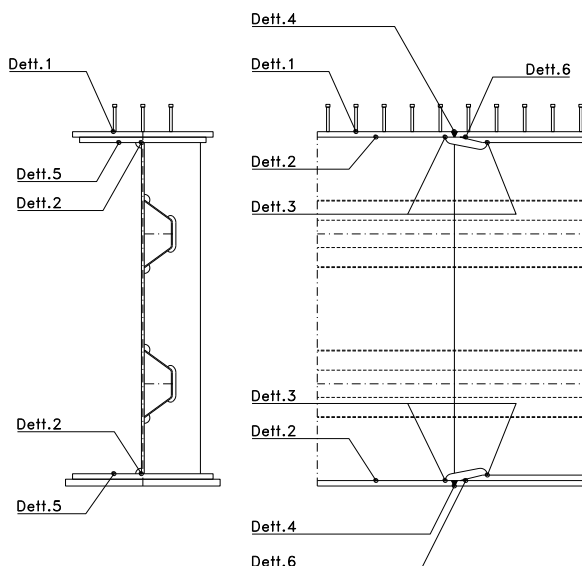
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	33,97	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	38,31	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

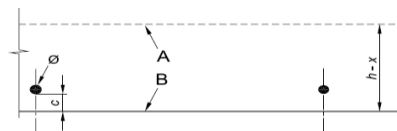
VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	34,87	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.510	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	55	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	17.310,18	[mm ²]

	nf.2	55	[-]
	φφ.2	20	[mm]
	Asf.2	17.310,18	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	149,39	[MPa]
x	0	[mm]

σs QP	100,97	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

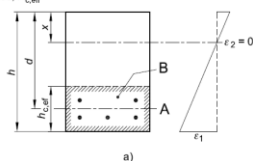
αe	6,24	[-]
As	34.620	[mm ²]
Ac,eff.1	1.102.000	[mm ²]
Ac,eff.2	606.100	[mm ²]
Ac,eff.3	909.150	[mm ²]
Ac,eff.min	606.100	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,eff}, dove h_{c,eff} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

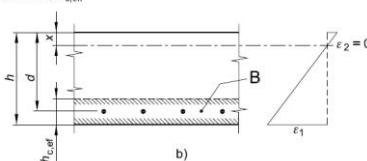
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

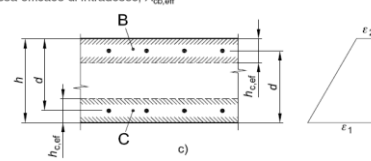
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρ _{p,eff}	0,05712	[-]
f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
kt	0,40	[-]
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000427	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000571	
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000571	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000288
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000341
FREQ [ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000341

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φ _{eq}	20,00	[mm]
s _{max,rif}	200	[mm]
k1	0,80	[-]
k2	0,50	[-]
k3	3,40	[-]
k4	0,425	[-]
s _{r,max.1}	162	[mm]
s _{r,max.2}	429	[mm]
s _{r,max}	162	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	w _{lim}	0,30	[mm]
		wd	0,09	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	w _{lim}	0,20	[mm]
		wd	0,06	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.523	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 121,00 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-288,71	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	245,47	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	96,09	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0
b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,629	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,850	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

	α	τ	σ
α inf	0,5	24	5
α sup	0,7	24	5
Valore interpolato		24,00	5,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 69.696.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 370 t = 22 b2 = 466
b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

	α	T
α inf	0,5	40
α sup	0,7	40
Valore interpolato		40,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 116.160.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -288,7	σ_2 = 245,47
	τ = 96,1	y_n (mm)= 1.307,9

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta * v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	1.523	1.523	1.523		
tw	20	20	20		
α	1,86	1,88	1,86		
σ_1	-288,7	-102,1	81,8		
σ_2	-107,6	76,3	262,9		
σ_1^*	288,7	102,1	-81,8		
σ_2^*	107,6	-76,3	-262,9		
τ	96,1	96,1	96,1		
ψ	0,37	-0,75	3,21		
σ_{id}	333,25	195,24	185,45		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,704	-	1,947		
k_{σ}	-	11,265	-		
k_{σ}	-	-	-		
k_{τ}	6,501	6,466	6,501		
σ_{cr}	631,04	-	215,41		
σ_{cr}	-	1285,13	-		
σ_{cr}	-	-	-		
τ_{cr}	719,22	737,64	719,22		
$\sigma_{cr,id}$	685,87	1259,30	1245,72		
$0,8 * f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,34	352,17	352,10		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,04	1,80	1,90		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta * v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 4.409	Msd= 32.687
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 32.343	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 46.055	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V _{rd} = V _{cr} + V _t				
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	719,22	bs	900	bi	800
σ_{td}	-889,25	ts	40	ti	40
θ	1,009	N _{fd}	13.147.715		
ϕ	0,673	M _{fs}	7.460.095	M _{fi}	38.567.607
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h w t_{we2} \tau^* = 34.810.108 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 34.810.108 \text{ N}$
 $Verifica = 34.371.694 \text{ N} \geq 4.409.203$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 * h_w$	1.694 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 * V_{cr}$	6.962.022 N
Area = A	18.260 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53 mm
Inerzia = J	488.124.876 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	163,50 mm
Snellezza = λ	10,36
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	19.307 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	352.551.989 N
Carico resistente a instabilità = N_{rd}	7.000.884 N

$N_{rd} = 7.000.884 \text{ N} \geq N_{rd} = 6.962.022 \text{ N}$

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 31,99 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 118,873$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)
 a 1.523 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,609	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale					
Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 120.867.920 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:
 Isl 241.735.839 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	31,987	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	388,956	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,726	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,609	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k\tau,1$	18,389	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	0,958	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	0,958	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	1,143	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	10649,904	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

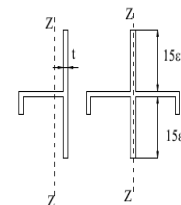
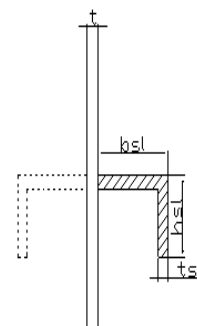


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

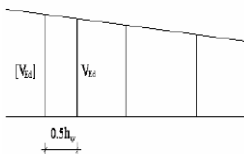
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 4.409 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 969,94 \quad \text{[kN]}$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 969,94 \quad \text{[kN]}$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,00 \quad \text{[-]}$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m) \quad 0,00 \quad \text{[mm]} \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad \text{[mm]} \quad -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) \quad 6,65 \quad \text{[MPa]} \leq 322,73 \quad \text{[MPa]} \quad - \quad \textbf{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

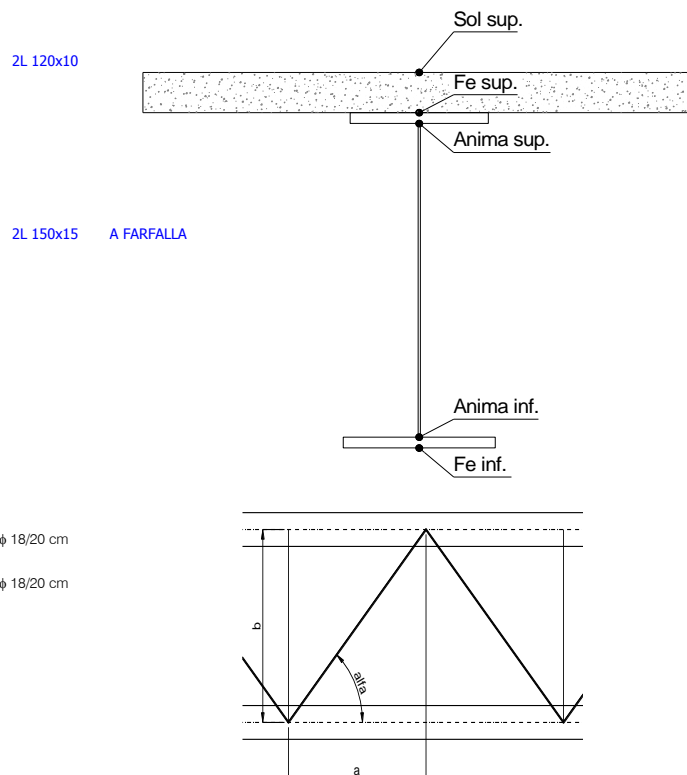
Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	4,0
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	2,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	48
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
SOLETTA	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	551,0
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	551,0
	Spessore predalle (cm)	5
COEFF.	diametro ferri superiori soletta(cm)	1,8
	n° ferri superiori	27,55
	diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,8
	n° ferri inferiori	27,55
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
TEMP	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
SALDATURE	Numero pioli in linea n°	4
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500	CONCIO	C12	
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500	FRAME	219	
		JOINT	249	
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5	num. Travi	2	
Luce campata di riferimento (m)	42,25			
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.164	121	12.629.912	3.984.838	0	97.734	104.575	100.856	108.158
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.080	186	23.949.635	12.438.513	4.161.798	374.414	128.738	399.389
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.636	222	30.179.683	13.835.107	3.064.802	1.060.929	136.218	1.234.522
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.197	190	24.720.076	12.658.188	3.990.704	415.153	129.795	445.049
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.909	179	22.661.774	12.021.958	4.494.771	317.546	126.861	336.401
Sezione metallica + ferri	1.304	137	15.340.858	3.984.838	107.687	135.212	112.353	140.153	115.743

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	-120	0	22	8	8	
Peso proprio soletta	-604	0	96	47	47	
Permanenti	-234	0	42	18	18	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	-382	0	23	0	0	
Accidentali mezzi + folla	-744	0	126	158	158	
Vento	-20	0	6	11	11	
Deformazioni termiche primarie	370	779	0	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	330	0	2	0	0	
Cedimenti	-52	0	1	8	8	

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	8	8
	47	47
	18	18
	0	0
	0	0
	158	158
	11	11
	0	0
	0	0
	8	8

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-123	-119	111	115	0	-166	-161	150	155
Peso proprio soletta	0	-618	-599	558	578	0	-1.000	-969	904	935
Permanenti	-217	-173	-167	202	208	-326	-1.260	-1.220	1.207	1.247
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-326	-1.260	-1.220	1.207	1.247
Effetti secondari del ritiro	-355	-283	-273	330	340	-752	-1.599	-1.547	1.603	1.655
Accidentali mezzi + folla	-691	-550	-531	643	662	-1.684	-2.342	-2.263	2.471	2.549
Vento	-19	-15	-14	17	18	-1.701	-2.355	-2.276	2.486	2.565
Deformazioni termiche primarie +DT	940	-249	-244	52	57	-1.024	-2.534	-2.452	2.524	2.606
Deformazioni termiche secondarie +DT	-306	244	235	-285	-294	-1.245	-2.358	-2.282	2.319	2.395
Deformazioni termiche primarie -DT	-940	249	244	-52	-57	-2.378	-2.176	-2.100	2.449	2.524
Deformazioni termiche secondarie -DT	306	-244	-235	285	294	-2.157	-2.351	-2.270	2.654	2.735
Cedimenti	-48	-38	-37	45	46	-2.426	-2.580	-2.496	2.708	2.791

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	37	48	66	50		4,21	5,68
Peso proprio soletta	155	213	163	257	354	270		24,74	39,08
Permanenti	74	93	66	368	494	369		7,97	51,03
Effetti primari del ritiro	0	0	0	368	494	369		0,00	51,03
Effetti secondari del ritiro	40	51	36	416	555	413		0,00	51,03
Accidentali mezzi + folla	222	280	199	716	933	681		69,53	144,90
Vento	11	13	9	725	945	690		4,84	149,26
Deformazioni termiche	4	4	3	728	949	692		0,00	149,26
Cedimenti	2	2	2	730	951	694		3,54	153,51

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	40	53	41	54	72	56
Peso proprio soletta	179	238	187	296	393	309
Permanenti	82	101	74	419	545	420
Effetti primari del ritiro	0	0	0	419	545	420
Effetti secondari del ritiro	40	51	36	467	606	464
Accidentali mezzi + folla	291	350	268	861	1.078	826
Vento	15	18	14	875	1.095	839
Deformazioni termiche	4	4	3	877	1.098	841
Cedimenti	5	6	5	883	1.105	847

τ media (daN/cm2)
945,2

Rapp τ
0,57

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	185	178
Peso proprio soletta	1.096	1.050
Permanenti	1.419	1.409
Effetti primari del ritiro	1.419	1.409
Effetti secondari del ritiro	1.746	1.793
Accidentali mezzi + folla	2.710	2.855
Vento	2.734	2.880
Deformazioni termiche	2.742	3.028
Cedimenti	2.928	3.080

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup Rapp σ inf
0,87 0,91

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferr. sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferr. sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-123	-119	111	115	0	-123	-119	111	115
Peso proprio soletta	0	-618	-599	558	578	0	-741	-718	669	692
Permanenti	-217	-173	-167	202	208	-217	-914	-885	872	901
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-217	-914	-885	872	901
Effetti secondari del ritiro	-355	-283	-273	330	340	-572	-1.196	-1.157	1.202	1.241
Accidentali mezzi + folla	-691	-550	-531	643	662	-1.263	-1.747	-1.688	1.844	1.903
Vento	-19	-15	-14	17	18	-1.274	-1.755	-1.697	1.855	1.913
Deformazioni termiche primarie +DT	940	-249	-244	52	57	-710	-1.905	-1.843	1.886	1.948
Deformazioni termiche secondarie +DT	306	244	235	-285	-294	-526	-1.758	-1.702	1.715	1.772
Deformazioni termiche primarie -DT	-940	249	244	52	-57	-1.838	-1.606	-1.550	1.886	1.879
Deformazioni termiche secondarie -DT	-306	-244	-235	285	294	-2.022	-1.753	-1.692	2.057	2.055
Cedimenti	-48	-38	-37	45	46	-2.070	-1.943	-1.880	2.102	2.102

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	35	49	37	35	49	37		4,21	4,21
Peso proprio soletta	155	213	163	190	262	200		24,74	28,95
Permanenti	74	93	66	264	356	266		7,97	36,92
Effetti primari del ritiro	0	0	0	264	356	266		0,00	36,92
Effetti secondari del ritiro	40	51	36	305	407	302		0,00	36,92
Accidentali mezzi + folla	222	280	199	526	687	501		69,53	106,45
Vento	11	13	9	533	695	507		4,84	111,29
Deformazioni termiche	4	4	3	535	697	509		0,00	111,29
Cedimenti	2	2	2	537	700	510		3,22	114,50

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	40	53	41	40	53	41
Peso proprio soletta	179	238	187	219	291	229
Permanenti	82	101	74	301	392	303
Effetti primari del ritiro	0	0	0	301	392	303
Effetti secondari del ritiro	40	51	36	342	444	339
Accidentali mezzi + folla	291	350	268	633	793	608
Vento	15	18	14	642	804	616
Deformazioni termiche	4	4	3	644	807	618
Cedimenti	5	5	5	649	812	623

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	137	132
Peso proprio soletta	812	778
Permanenti	1.027	1.017
Effetti primari del ritiro	1.027	1.017
Effetti secondari del ritiro	1.300	1.338
Accidentali mezzi + folla	2.013	2.124
Vento	2.029	2.140
Deformazioni termiche	2.035	2.319
Cedimenti	2.191	2.363

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	2,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		120	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

 $b_{p0} = 44,000$ cm $b_{radd0} = 0,000$ cm

 $t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

 $k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma} = 0,430$ -

 $\lambda_{p0} = 0,726$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

 $\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.420	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	244	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	263,8	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-252,0	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	86,3	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,0	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,726	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	401	mm	b_2 =	1.575	mm
ψ_1 =	0,327	-	ψ_2 =	-2,922	-	b_{2t} =	1.173	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,955	-	$k_{\sigma 2}$ =	91,966	-			
λ_{p1} =	0,728	-	λ_{p2} =	0,091	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	351	[mm]	$b_{2,sup}$	161	mm			
$b_{1,inf}$	469	[mm]	$b_{2,lat}$	241	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	401	mm			
$b_{1,lat,eff}$	351	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	161	mm			
$b_{1,inf,eff}$	469	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	241	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	19.724	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	48	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.855	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b2	1.587	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.420	[mm]	altezza del pannello d'anima
a _c	7.992	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.604	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	7.844	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	19.099	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	19.724	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,033	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_D	0,216	[-]	snellezza
ψ	-0,955	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	19.724	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	12.855	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	19.724	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.587	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	7.793	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,213	[-]	snellezza
i	81	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	48	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	95	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	95	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,596	[-]	
Φ	0,527	[-]	
χ_c	0,992	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,007	[-]	
ρ_c	0,992	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 31.403 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	19,8	[mm]
tsl,red	24,8	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.229	119	12.696.863	3.984.838	0	96.942	106.673	99.996	110.383
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.144	24.556.932	12.438.513	4.140.576	366.883	134.142	390.201	137.139
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.701	31.319.299	13.835.107	3.063.853	1.017.307	142.871	1.169.220	145.527
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.261	25.384.248	12.658.188	3.971.704	406.241	135.372	434.025	138.323
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.974	23.179.751	12.021.958	4.469.787	311.775	131.964	329.503	135.039
Sezione metallica + ferri	1.369	134	15.488.016	3.984.838	106.983	133.782	115.385	138.569	118.929

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* ϵ_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	ϵ_N (cm)
Peso proprio acciaio	-120	0	22	8	8	-1,75
Peso proprio soletta	-604	0	96	47	47	-1,75
Permanenti	-234	0	42	18	18	-2,31
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,31
Effetti secondari del ritiro	-382	0	23	0	0	-2,31
Accidentali mezzi + folla	-744	0	126	158	158	-2,31
Vento	-20	0	6	11	11	-2,31
Deformazioni termiche primarie	388	779	0	0	0	-2,31
Deformazioni termiche secondarie	330	0	2	0	0	-2,31
Cedimenti	-52	0	1	8	8	-2,31

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
8	8
47	47
18	18
0	0
0	0
158	158
11	11
0	0
0	0
8	8

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-124	-120	109	112	0	-167	-162	147	152
Peso proprio soletta	0	-623	-604	547	566	0	-1.008	-977	885	916
Permanenti	-219	-175	-169	197	203	-328	-1.271	-1.231	1.181	1.220
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-328	-1.271	-1.231	1.181	1.220
Effetti secondari del ritiro	-357	-286	-276	321	331	-757	-1.613	-1.562	1.566	1.618
Accidentali mezzi + folla	-695	-556	-537	626	645	-1.695	-2.364	-2.286	2.411	2.488
Vento	-19	-15	-14	17	17	-1.712	-2.377	-2.299	2.426	2.504
Deformazioni termiche primarie +DT	931	-249	-244	56	61	-1.042	-2.556	-2.475	2.466	2.548
Deformazioni termiche secondarie +DT	308	247	238	-277	-286	-820	-2.379	-2.303	2.266	2.342
Deformazioni termiche primarie -DT	-931	249	244	-56	-61	-2.383	-2.199	-2.124	2.385	2.460
Deformazioni termiche secondarie -DT	-308	-247	-238	277	286	-2.605	-2.376	-2.295	2.585	2.666
Cedimenti	-49	-39	-38	44	45	-2.653	-2.603	-2.520	2.638	2.720

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	49	36	48	66	49		4,21	5,68
Peso proprio soletta	156	213	159	259	354	264		24,74	39,08
Permanenti	75	93	65	371	494	361		7,97	51,03
Effetti primari del ritiro	0	0	0	371	494	361		0,00	51,03
Effetti secondari del ritiro	41	51	35	420	555	404		0,00	51,03
Accidentali mezzi + folla	224	280	194	723	933	665		69,53	144,90
Vento	11	13	9	732	945	673		4,84	149,26
Deformazioni termiche	4	4	3	735	949	675		0,00	149,26
Cedimenti	2	2	2	737	951	677		3,54	153,50

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	40	53	41	54	72	55
Peso proprio soletta	181	238	184	298	393	303
Permanenti	83	101	73	422	545	412
Effetti primari del ritiro	0	0	0	422	545	412
Effetti secondari del ritiro	41	51	35	471	606	455
Accidentali mezzi + folla	294	350	263	867	1.078	810
Vento	16	18	14	881	1.095	822
Deformazioni termiche	4	4	3	884	1.098	825
Cedimenti	5	6	5	890	1.105	831

T _{media}
941,9

Rapp τ
0,57

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	187	175
Peso proprio soletta	1.105	1.030
Permanenti	1.431	1.380
Effetti primari del ritiro	1.431	1.380
Effetti secondari del ritiro	1.762	1.753
Accidentali mezzi + folla	2.736	2.789
Vento	2.760	2.813
Deformazioni termiche	2.766	2.954
Cedimenti	2.954	3.005

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,87	0,89

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-124	-120	109	112	0	-124	-120	109	112
Peso proprio soletta	0	-623	-604	547	566	0	-747	-724	656	679
Permanenti	-219	-175	-169	197	203	-219	-922	-893	853	882
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-219	-922	-893	853	882
Effetti secondari del ritiro	-357	-286	-276	321	331	-576	-1.207	-1.169	1.174	1.213
Accidentali mezzi + folla	-695	-556	-537	626	645	-1.097	-1.624	-1.571	1.643	1.696
Vento	-19	-15	-14	17	17	-1.097	-1.624	-1.571	1.643	1.696
Deformazioni termiche primarie +DT	931	-249	-244	56	61	-539	-1.774	-1.717	1.677	1.733
Deformazioni termiche secondarie +DT	308	247	238	-277	-286	-354	-1.626	-1.575	1.510	1.561
Deformazioni termiche primarie -DT	-931	249	244	-56	-61	-1.656	-1.475	-1.425	1.610	1.660
Deformazioni termiche secondarie -DT	-308	-247	-238	277	286	-1.841	-1.623	-1.568	1.776	1.831
Cedimenti	-49	-39	-38	44	45	-1.890	-1.812	-1.755	1.820	1.876

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	36	44	36	36	44	36		4,21	4,21
Peso proprio soletta	156	192	159	192	236	196		24,74	28,95
Permanenti	75	84	65	266	320	260		7,97	36,92
Effetti primari del ritiro	0	0	0	266	320	260		0,00	36,92
Effetti secondari del ritiro	41	46	35	307	366	296		0,00	36,92
Accidentali mezzi + folla	224	252	194	475	555	441		69,53	89,06
Vento	11	12	9	475	555	441		4,84	89,06
Deformazioni termiche	4	4	3	478	557	443		0,00	89,06
Cedimenti	2	2	2	479	559	444		3,54	92,61

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	40	48	41	40	48	41
Peso proprio soletta	181	217	184	221	265	225
Permanenti	83	92	73	303	357	297
Effetti primari del ritiro	0	0	0	303	357	297
Effetti secondari del ritiro	41	46	35	344	403	333
Accidentali mezzi + folla	294	322	263	564	644	530
Vento	16	17	14	564	644	530
Deformazioni termiche	4	4	3	567	646	532
Cedimenti	5	6	5	572	652	537

T _{media}	586,94
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,944	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	12,98	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	30,18	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	109,53	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	118,81	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	589	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,0
Spessore anima	sw [mm] =	20
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_T	9,99	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	17,75	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	20,61	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,136	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,096	VERIFICA SODDISFATTA	0,12

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

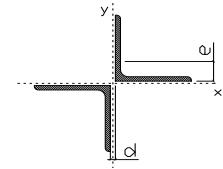
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{x-x} (Tab. C4.2.IV)	1,29
k_{y-x} (Tab. C4.2.IV)	1,03
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	8,42	2.852	0	3.850	0
Peso proprio soletta	49,47	16.756	0	26.471	0
Permanenti	15,94	5.399	0	34.570	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	34.570	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	34.570	0
Accidentali mezzi	139,06	47.098	0	98.152	0
Vento	9,68	3.279	0	101.103	0
Deformazioni termiche	0,00	0	0	101.103	0
Cedimenti	7,09	2.401	0	103.985	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	103.985
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,56
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,47

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.209,12 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.209,12 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.209,12 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.209,12 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.209,12 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.208,43 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.208,43 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.208,43 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.208,43 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.208,43 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.208,43 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	666	666
Effetti primari del ritiro	0	666
Effetti secondari del ritiro	377	1.043
Accidentali mezzi + folla	2.449	3.492
Folla	117	3.609
Deformazioni termiche	39	3.648
Cedimenti	15	3.663

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	42	56	44	59	0	0	0	0
Peso proprio soletta	182	303	192	318	0	0	0	0
Permanenti	87	433	78	435	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	433	0	435	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	48	491	43	486	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	261	844	234	803	0	0	0	0
Folla	12	855	11	813	0	0	0	0
Deformazioni termiche	4	858	4	816	0	0	0	0
Cedimenti	2	860	2	818	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G12

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	32,5
	Spessore coprigiunto	cm	2,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		28
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	42,0
	Spessore coprigiunto	cm	2,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		34
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	812.261	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	611.791	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	406.130	
	Resistenza coprigiunto R_{dcrp} (daN)	866.618	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.545.379	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	4.130.367	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	863.654	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	981.425	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.056.320	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.028.160	1.081.905
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.698	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		2.600	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	989.797	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	756.688	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	494.898	
	Resistenza coprigiunto R_{dcrp} (daN)	1.080.838	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	4.305.103	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	5.015.446	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	1.048.723	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.191.731	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.496.960	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.101.600	1.217.143
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.904	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		2.818	

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

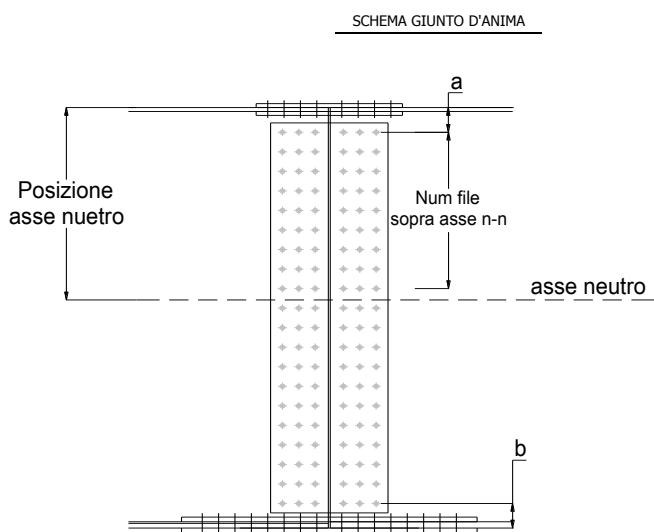
 Foglio
10 di 17

 COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	2,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	120
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	428.040
	Azione anima sup. S_{av} (daN) (SLU)	289.821
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	340.937
	Azione max bulloni sup. (daN)	21.344
	Azione max bulloni inf. (daN)	22.905
	Azione verticale sul bullone (daN)	8.232
Azione di taglio sul bullone più soll.(daN)	24.339	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.782
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.998
	Sforzo nel coprigiunto sup.(daN/cm ²)	1.650
	Sforzo nel coprigiunto inf.(daN/cm ²)	1.840
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	911.669
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.188.968
	Scorrimento superiore (daN)	350.749
	Scorrimento inferiore (daN)	411.534
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

Foglio
11 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	88	0	4	24	24	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-140	0	-30	-35	-35	
totale	228	0	34	59	59	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	7	169	163	-197	-203

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	115	84

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	27,85	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	22,91	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	16,70	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

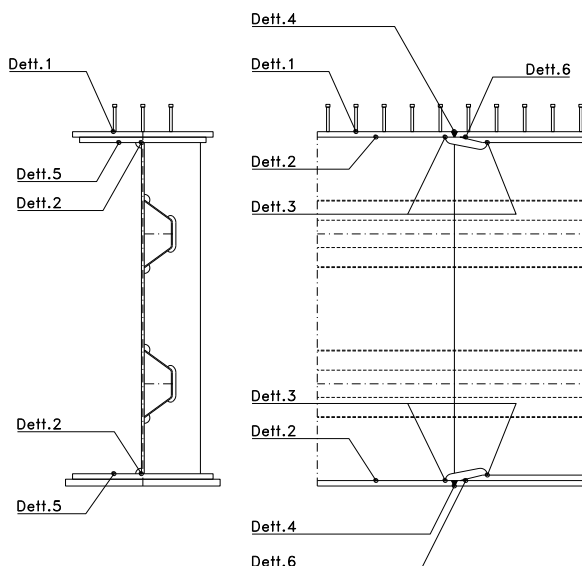
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	39,40	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	44,59	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	40,59	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.510	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]

ARMATURA TESA

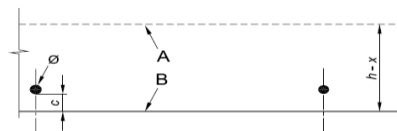
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	28	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	7.010,62	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata
Asse neutro della sezione

σs F	188,98	[MPa]
x	0	[mm]



nf.2	28	[-]
φφ.2	18	[mm]
Asf.2	7.010,62	[mm ²]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

σs QP	124,42	[MPa]
-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione
Area totale delle armature presenti nella zona tesa
Area efficace tesa di calcestruzzo

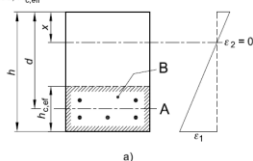
αe	6,24	[-]
As	14.021	[mm ²]
Ac,eff.1	1.102.000	[mm ²]
Ac,eff.2	606.100	[mm ²]
Ac,eff.3	909.150	[mm ²]
Ac,eff.min	606.100	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,eff}, dove h_{c,eff} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

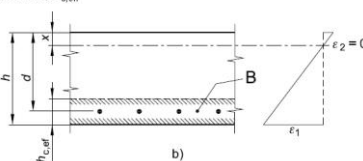
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

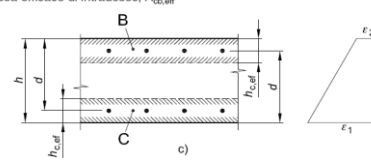
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso
Resistenza efficace media del calcestruzzo
Fattore di durata del carico

ρp,eff	0,02313	[-]
fct,eff	3,1	[MPa]
kt	0,40	[-]
FREQ [εsm-εcm]min	0,000540	
FREQ [εsm-εcm]calc	0,000608	
FREQ [εsm-εcm]	0,000608	

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

QP [εsm-εcm]min	0,000355
QP [εsm-εcm]calc	0,000300
QP [εsm-εcm]	0,000355

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)
Diametro equivalente delle barre
Spaziatura massima di riferimento
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione

s	200,00	[mm]
φeq	18,00	[mm]
Smax,rif	195	[mm]
k1	0,80	[-]
k2	0,50	[-]
k3	3,40	[-]
k4	0,425	[-]
Sr,max.1	234	[mm]
Sr,max.2	429	[mm]
Sr,max	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}$$

$$W_k = S_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ	wl	0,30	[mm]
		wd	0,26	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per

Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP	wl	0,20	[mm]
		wd	0,15	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad S_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.420	mm
tw	spessore dell'anima	20	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 121,00 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-263,77	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	251,98	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	94,19	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0
b1=30xt1= 600 t1 = 20
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,944	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,955	
δ	AL/(hw tw)	0,137	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,673	

0,944

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		53,31	6,63

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 154.800.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	22	370	8.140	185
ala	486	20	9.720	380

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 370 t = 22 b2 = 466
b1=30xt1= 600 t1 = 20

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

0,944

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,36

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.775.347.333 > 189.792.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.420
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -263,8	σ_2 = 251,98
	τ = 94,2	y_n (mm)= 1.237,7

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	20	20	20		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-263,8	-83,6	93,9		
σ_2	-88,9	88,6	268,8		
σ_1^*	263,8	83,6	-93,9		
σ_2^*	88,9	-88,6	-268,8		
τ	94,2	94,2	94,2		
ψ	0,34	-1,06	2,86		
σ_{id}	310,15	183,31	188,27		
$\sigma_{cr,0}$	110,63	114,08	110,63		
k_{σ}	5,845	-	2,121		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	646,68	-	234,60		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2726,56	-		
τ_{cr}	647,84	666,26	647,84		
$\sigma_{cr,id}$	697,96	1270,36	1122,09		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	345,68	352,22	351,43		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,11	1,92	1,87		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 4.199	Msd= 28.450
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 32.343	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 46.055	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 20,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr} + V_t		
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	647,84	bs 900	bi 800
σ_{td}	-765,76	ts 40	ti 40
θ	0,814	N_{fd} 13.147.715	
ϕ	0,543	M_{fs} 7.460.095	M_{fi} 38.567.607
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 31.355.294 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 31.355.294 \text{ N}$
Verifica= 31.355.294 N \geq 4.199.072

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	20 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.694 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	6.271.059 N
Area = A	18.260 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	294,53 mm
Inerzia = J	488.124.876 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	163,50 mm
Snellezza = λ	10,36
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	19.307 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	352.551.989 N
Carico resistente a instabilità = NR_d	6.482.300 N

NR_d = 6.482.300 \geq **N_{rd}** = 6.271.059

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	20	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	125,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 19,29 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 125,000 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 92,324$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

$$a = 2.285 \text{ [mm]}$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	244,085	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

$$I_{sl, \text{singolo}} = 120.867.920 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Somma dei momenti di inerzia:

$$I_{sl} = 241.735.839 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Coefficiente per l'instabilità a taglio	$k\tau$	19,294	[-]
Tensione critica euleriana	σE	12,160	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	234,621	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,935	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau,1$	10,392	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,274	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,274	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,888	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	8271,396	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000 \text{ [kN]}$

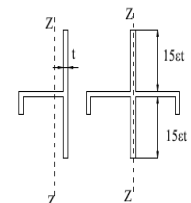
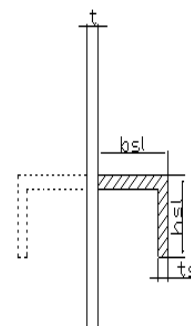


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	40	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	32.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]
Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf		40	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf		800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf		355	[MPa]
γ_{M1}		1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c		608,69	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf		2.540	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}		28.854	[kNm]
γ_{M0}		1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}		27.480	[kNm]
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M _{f,red}		20.905	[kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	4.199	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	5.501	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	28.450	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 1,36$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{b,Rd} = 0.

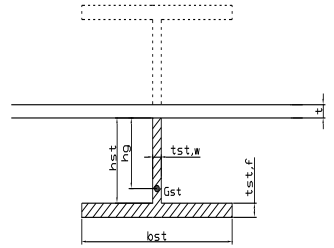
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 8.271$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,51$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	20	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	7.000	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	71.458.333	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I _{limite}	35.911.113	[mm ⁴]

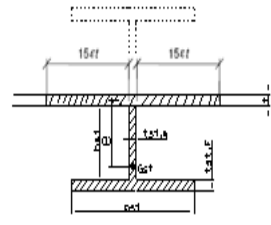


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15ct ² + t _{st,w} ·t)	17.163	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	75	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	213.662.733	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	7.792,85	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	7.844,49	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
Ac,eff	19.724	[mm ²]



$\sigma_{max} = 263,77$ [MPa]
 $N_{Ed} = 2.601,29$ [kN]
 $\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,90$ [MPa]
 $u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,44$ [-]
 γ_{M1}

>>>>>>
 valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;
 $I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 5.575.305$ [mm⁴]

I_s = 213.662.733 [mm⁴] **≥** **I_{st} = 5.575.305** [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

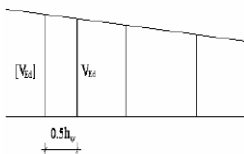
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 4.199 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}}$$

0 [kN] se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2$ 572,94 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 572,94 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

e_{max} 285 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

$q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_s} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_s} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 5,86 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 17.163 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 213.662.733 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 70.855 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,57

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 5.276,50 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00 [-]** **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 17

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,8
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,8
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	48
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,18
	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
SOLETTA	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
	Spessore equivalente t* (cm)	0,33
	Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	533,1
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	533,1
	Spessore predalle (cm)	5
COEFF.	diametro ferri superiori soletta(cm)	1,8
	n° ferri superiori	26,66
	diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,8
	n° ferri inferiori	26,66
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
SALDATURE	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	7
	Altezza gola anima inf. (mm)	7
FAST	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Larghezza gola anima sup. (mm)	10
	Larghezza gola anima inf. (mm)	10
FAST	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0
	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
FAST	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C13
FRAME	220
JOINT	249
num. Travi	2

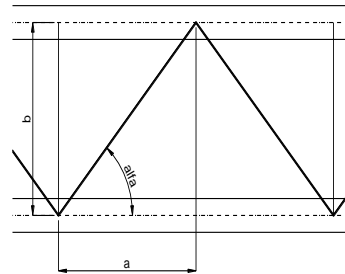
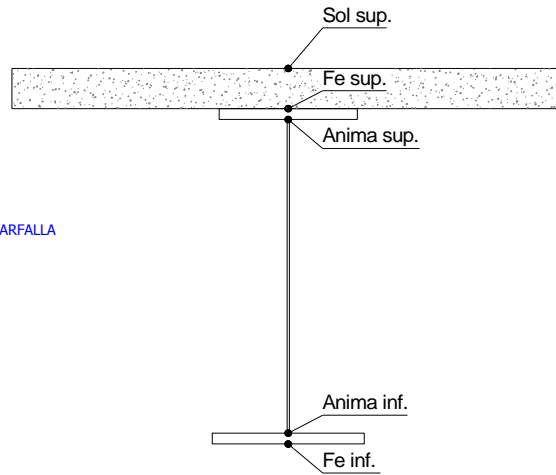
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA

φ 18/20 cm

φ 18/20 cm



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfc} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animasup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica	1.100	119	12.142.925	3.966.352	0	92.556	102.209	95.317	105.770
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.986	186	23.269.911	12.286.469	4.034.187	362.495	125.238	385.303
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.492	222	29.296.710	13.645.030	2.981.782	1.034.873	132.151	1.195.322
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.099	190	24.018.867	12.500.618	3.870.784	402.291	126.219	429.636
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.821	178	22.015.619	11.880.058	4.351.792	306.963	123.490	324.136
Sezione metallica + ferri	1.236	135	14.829.328	3.966.352	103.071	129.091	109.745	133.507	113.093

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo		2°Nodo	
				Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	-120	0	22	8	8	valori x10 ⁴	
Peso proprio soletta	-604	0	96	47	47		
Permanenti	-234	0	42	18	18		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0		
Effetti secondari del ritiro	-382	0	23	0	0		
Accidentali mezzi + folla	-744	0	127	158	158		
Vento	-20	0	6	11	11		
Deformazioni termiche primarie	356	754	0	0	0		
Deformazioni termiche secondarie	330	0	2	0	0		
Cedimenti	-52	0	1	8	8		

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	8	8
	47	47
	18	18
	0	0
	0	0
	158	158
	11	11
	0	0
	0	0
	8	8

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-130	-126	113	117	0	-175	-170	153	158
Peso proprio soletta	0	-653	-634	571	591	0	-1.056	-1.025	924	956
Permanenti	-227	-181	-175	207	213	-341	-1.328	-1.288	1.234	1.276
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-341	-1.328	-1.288	1.234	1.276
Effetti secondari del ritiro	-371	-296	-286	338	348	-785	-1.683	-1.632	1.640	1.694
Accidentali mezzi + folla	-722	-576	-557	658	678	-1.760	-2.461	-2.384	2.528	2.609
Vento	-19	-15	-15	18	18	-1.777	-2.475	-2.397	2.544	2.625
Deformazioni termiche primarie +DT	956	-250	-246	49	54	-1.089	-2.655	-2.574	2.579	2.664
Deformazioni termiche secondarie +DT	-320	256	247	-292	-301	-1.320	-2.471	-2.396	2.369	2.448
Deformazioni termiche primarie -DT	-956	250	246	-49	-54	-2.465	-2.295	-2.221	2.508	2.587
Deformazioni termiche secondarie -DT	320	-256	-247	292	301	-2.235	-2.479	-2.399	2.719	2.803
Cedimenti	-50	-40	-39	46	47	-2.516	-2.704	-2.621	2.774	2.860

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	40	54	42	53	73	57		4,68	6,32
Peso proprio soletta	173	237	185	286	393	306		27,49	43,42
Permanenti	82	104	75	410	549	420		8,86	56,71
Effetti primari del ritiro	0	0	0	410	549	420		0,00	56,71
Effetti secondari del ritiro	45	57	41	464	617	469		0,00	56,71
Accidentali mezzi + folla	249	314	228	800	1.040	777		77,25	161,00
Vento	12	15	11	810	1.054	787		5,38	165,84
Deformazioni termiche	4	5	4	813	1.057	789		0,00	165,84
Cedimenti	2	2	2	816	1.060	791		3,94	170,57

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	44	59	47	60	80	63
Peso proprio soletta	200	265	212	330	437	350
Permanenti	91	113	84	467	606	476
Effetti primari del ritiro	0	0	0	467	606	476
Effetti secondari del ritiro	45	57	41	521	674	526
Accidentali mezzi + folla	326	391	305	961	1.201	938
Vento	17	20	16	976	1.220	952
Deformazioni termiche	4	5	4	979	1.223	955
Cedimenti	6	6	6	986	1.231	962

τ media (daN/cm2)
1.059,6

Rapp τ
0,63

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	199	189
Peso proprio soletta	1.174	1.105
Permanenti	1.521	1.485
Effetti primari del ritiro	1.521	1.485
Effetti secondari del ritiro	1.864	1.876
Accidentali mezzi + folla	2.907	3.005
Vento	2.934	3.032
Deformazioni termiche	2.938	3.182
Cedimenti	3.129	3.236

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup
0,93

Rapp σ inf
0,96

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

Foglio
3 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-130	-126	113	117	0	-130	-126	113	117
Peso proprio soletta	0	-653	-634	571	591	0	-782	-760	685	708
Permanenti	-227	-181	-175	207	213	-227	-963	-935	891	922
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-227	-963	-935	891	922
Effetti secondari del ritiro	-371	-296	-286	338	348	-598	-1.259	-1.221	1.229	1.270
Accidentali mezzi + folla	-722	-576	-557	658	678	-1.319	-1.836	-1.778	1.887	1.948
Vento	-19	-15	-15	18	18	-1.331	-1.845	-1.787	1.898	1.959
Deformazioni termiche primarie +DT	956	-250	-246	49	54	-758	-1.995	-1.935	1.927	1.991
Deformazioni termiche secondarie +DT	320	256	247	-292	-301	-566	-1.842	-1.786	1.752	1.810
Deformazioni termiche primarie -DT	-956	250	246	49	-54	-1.905	-1.695	-1.640	1.927	1.926
Deformazioni termiche secondarie -DT	-320	-256	-247	292	301	-2.097	-1.848	-1.788	2.102	2.107
Cedimenti	-50	-40	-39	46	47	-2.147	-2.035	-1.974	2.148	2.154

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	40	54	42	40	54	42		4,68	4,68
Peso proprio soletta	173	237	185	212	291	227		27,49	32,16
Permanenti	82	104	75	294	395	302		8,86	41,02
Effetti primari del ritiro	0	0	0	294	395	302		0,00	41,02
Effetti secondari del ritiro	45	57	41	340	452	344		0,00	41,02
Accidentali mezzi + folla	249	314	228	588	765	572		77,25	118,27
Vento	12	15	11	595	774	578		5,38	123,65
Deformazioni termiche	4	5	4	598	777	580		0,00	123,65
Cedimenti	2	2	2	600	780	582		3,57	127,23

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	44	59	47	44	59	47
Peso proprio soletta	200	265	212	244	324	259
Permanenti	91	113	84	336	436	343
Effetti primari del ritiro	0	0	0	336	436	343
Effetti secondari del ritiro	45	57	41	381	493	385
Accidentali mezzi + folla	326	391	305	707	884	690
Vento	17	20	16	717	896	700
Deformazioni termiche	4	5	4	719	899	702
Cedimenti	6	6	5	725	905	707

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	147	140
Peso proprio soletta	870	819
Permanenti	1.101	1.072
Effetti primari del ritiro	1.101	1.072
Effetti secondari del ritiro	1.388	1.398
Accidentali mezzi + folla	2.159	2.234
Vento	2.176	2.252
Deformazioni termiche	2.179	2.428
Cedimenti	2.339	2.473

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE

CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza parte compressa	c	45	cm
Spessore parte compressa	t	4,0	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		11	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		133	CL. 4

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

$b_p = 44,100$ cm $b_{radd} = 0,000$ cm

Raddoppio ala inferiore

$t_{fp} = 4,000$ cm $t_{fadd} = 0,000$ cm

$k_{\sigma} = 0,430$ - $k_{\sigma'} = 0,430$ -

$\lambda_{pp} = 0,728$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ -

$\rho_p = 1,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ -

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 17

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.422	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15 : t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo inferiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima inf (positiva)	271,9	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima sup (negativa)	-264,6	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	87,4	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala inferiore

Raddoppio ala inferiore

b_p =	44,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	4,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,728	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	391	mm	b_2 =	1.577	mm
ψ_1 =	0,321	-	ψ_2 =	-3,028	-	b_{2t} =	1.185	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,979	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,807	-	λ_{p2} =	0,192	-			
ρ_1 =	0,959	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	351	[mm]	$b_{2,sup}$	157	mm			
$b_{1,inf}$	470	[mm]	$b_{2,lat}$	235	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	787	[mm]	$b_{2,eff}$	391	mm			
$b_{1,lat,eff}$	336	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	157	mm			
$b_{1,inf,eff}$	450	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	235	mm			
$x_{1,eff}$	34	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	18.349	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	51	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	12.384	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b2	1.589	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.422	[mm]	altezza del pannello d'anima
a _c	8.572	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.693	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	8.246	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	17.724	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	18.001	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,016	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_D	0,209	[-]	snellezza
ψ	-0,973	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = s_2/s_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	18.349	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Ist,1	12.384	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	18.001	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,981	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.679	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	8.205	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,206	[-]	snellezza
i	82	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	51	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	90	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collab.
e	90	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,589	[-]	
Φ	0,523	[-]	
χ_c	0,996	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	0,996	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 28.215 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	17,9	[mm]
tsl,red	24,9	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo **S 355**
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\epsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	Y_{eff} (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animaun}$ (cm ³)	$W_{animair}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.159	117	12.166.918	3.966.352	0	91.787	103.597	94.496	107.250
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.045	23.759.481	12.286.469	4.006.888	355.071	129.773	376.449	132.671
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.552	30.260.774	13.645.030	2.974.697	992.879	137.848	1.134.306	140.407
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.159	24.558.980	12.500.618	3.845.741	393.528	130.916	419.044	133.769
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.881	22.425.999	11.880.058	4.320.642	301.255	127.741	317.460	130.720
Sezione metallica + ferri	1.295	133	14.917.792	3.966.352	102.287	127.674	112.032	131.965	115.501

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo 2°Nodo					
	M+N* e_N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_N (cm)
Peso proprio acciaio	-120	0	22	8	8	-1,36
Peso proprio soletta	-604	0	96	47	47	-1,36
Permanenti	-234	0	42	18	18	-1,97
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,97
Effetti secondari del ritiro	-382	0	23	0	0	-1,97
Accidentali mezzi + folla	-744	0	127	158	158	-1,97
Vento	-20	0	6	11	11	-1,97
Deformazioni termiche primarie	371	754	0	0	0	-1,97
Deformazioni termiche secondarie	330	0	2	0	0	-1,97
Cedimenti	-52	0	1	8	8	-1,97

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
8	8
47	47
18	18
0	0
0	0
158	158
11	11
0	0
0	0
8	8

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

 Foglio
6 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-131	-127	112	116	0	-176	-171	151	156
Peso proprio soletta	0	-658	-639	563	583	0	-1.065	-1.034	911	943
Permanenti	-229	-183	-177	203	209	-343	-1.340	-1.300	1.215	1.257
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-343	-1.340	-1.300	1.215	1.257
Effetti secondari del ritiro	-373	-299	-289	331	341	-791	-1.699	-1.648	1.612	1.666
Accidentali mezzi + folla	-727	-583	-564	644	664	-1.773	-2.486	-2.409	2.482	2.562
Vento	-20	-16	-15	17	18	-1.791	-2.500	-2.422	2.497	2.579
Deformazioni termiche primarie +DT	945	-250	-245	52	57	-1.111	-2.679	-2.599	2.535	2.620
Deformazioni termiche secondarie +DT	323	258	250	-286	-295	-878	-2.493	-2.419	2.329	2.408
Deformazioni termiche primarie -DT	-945	250	245	-52	-57	-2.471	-2.320	-2.246	2.460	2.537
Deformazioni termiche secondarie -DT	-323	-258	-250	286	295	-2.703	-2.506	-2.426	2.665	2.749
Cedimenti	-51	-41	-39	45	46	-2.754	-2.728	-2.646	2.719	2.805

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	40	54	42	54	73	56		4,68	6,32
Peso proprio soletta	174	237	182	289	393	302		27,49	43,42
Permanenti	83	104	74	414	549	413		8,86	56,71
Effetti primari del ritiro	0	0	0	414	549	413		0,00	56,71
Effetti secondari del ritiro	46	57	40	468	617	462		0,00	56,71
Accidentali mezzi + folla	251	314	223	808	1.040	763		77,25	161,00
Vento	12	15	11	818	1.054	773		5,38	165,84
Deformazioni termiche	4	5	4	821	1.057	775		0,00	165,84
Cedimenti	2	2	2	824	1.060	777		3,93	170,56

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	45	59	46	60	80	63
Peso proprio soletta	202	265	210	332	437	346
Permanenti	92	113	83	470	606	470
Effetti primari del ritiro	0	0	0	470	606	470
Effetti secondari del ritiro	46	57	40	525	674	518
Accidentali mezzi + folla	329	391	301	969	1.201	924
Vento	17	20	16	984	1.220	938
Deformazioni termiche	4	5	4	987	1.223	941
Cedimenti	6	6	6	994	1.231	948

τ_{media}
1.057,6

Rapp τ
0,63

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	201	186
Peso proprio soletta	1.184	1.090
Permanenti	1.534	1.462
Effetti primari del ritiro	1.534	1.462
Effetti secondari del ritiro	1.882	1.845
Accidentali mezzi + folla	2.936	2.953
Vento	2.962	2.980
Deformazioni termiche	2.968	3.124
Cedimenti	3.157	3.176

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,93	0,94

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

for road bridges

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	ferri sup.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	-131	-127	112	116	0	-131	-127	112	116
Peso proprio soletta	0	-658	-639	563	583	0	-789	-766	675	699
Permanenti	-229	-183	-177	203	209	-229	-972	-943	878	908
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	-229	-972	-943	878	908
Effetti secondari del ritiro	-373	-299	-289	331	341	-602	-1.271	-1.233	1.208	1.249
Accidentali mezzi + folla	-727	-583	-564	644	664	-1.148	-1.708	-1.656	1.691	1.747
Vento	-20	-16	-15	17	18	-1.148	-1.708	-1.656	1.691	1.747
Deformazioni termiche primarie +DT	945	-250	-245	52	57	-581	-1.858	-1.803	1.723	1.781
Deformazioni termiche secondarie +DT	323	258	250	-286	-295	-387	-1.703	-1.653	1.551	1.604
Deformazioni termiche primarie -DT	-945	250	245	-52	-57	-1.715	-1.559	-1.509	1.660	1.712
Deformazioni termiche secondarie -DT	-323	-258	-250	286	295	-1.908	-1.714	-1.659	1.832	1.889
Cedimenti	-51	-41	-39	45	46	-1.959	-1.899	-1.842	1.877	1.936

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	40	49	42	40	49	42		4,68	4,68
Peso proprio soletta	174	213	182	214	262	224		27,49	32,16
Permanenti	83	93	74	297	356	298		8,86	41,02
Effetti primari del ritiro	0	0	0	297	356	298		0,00	41,02
Effetti secondari del ritiro	46	51	40	343	407	338		0,00	41,02
Accidentali mezzi + folla	251	282	223	531	618	506		77,25	98,96
Vento	12	13	11	531	618	506		5,38	98,96
Deformazioni termiche	4	4	4	534	621	508		0,00	98,96
Cedimenti	2	2	2	536	623	510		3,93	102,89

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	45	54	46	45	54	46
Peso proprio soletta	202	241	210	246	294	256
Permanenti	92	102	83	338	397	339
Effetti primari del ritiro	0	0	0	338	397	339
Effetti secondari del ritiro	46	51	40	384	448	379
Accidentali mezzi + folla	329	359	301	630	717	605
Vento	17	19	16	630	717	605
Deformazioni termiche	4	4	4	633	720	607
Cedimenti	6	6	6	639	726	612

T _{media}	659,03
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,943	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	10,49	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	24,38	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	88,72	[MPa]

dist. dal lembo superiore del punto di $\sigma = 0$	x	119,98	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl}	598	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	242,2
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_T	10,00	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_T	18,71	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_T	22,16	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,203	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,120	VERIFICA SODDISFATTA	0,18

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 17

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

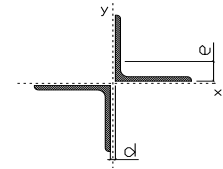
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente λ x-x	0,677
Coefficiente λ y-y	0,806
Coefficiente λ min	0,677
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{x-x} (Tab. C4.2.IV)	1,29
k_{y-y} (Tab. C4.2.IV)	1,03
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	8,42	2.852	0	3.850	0
Peso proprio soletta	49,47	16.756	0	26.471	0
Permanenti	15,94	5.399	0	34.570	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	34.570	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	34.570	0
Accidentali mezzi	139,06	47.098	0	98.152	0
Vento	9,68	3.279	0	101.103	0
Deformazioni termiche	0,00	0	0	101.103	0
Cedimenti	7,09	2.401	0	103.985	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	103.985
Meq, Ed x-x (daN*m)	0
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,56
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,47

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.209,12 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.209,12 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.209,12 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.209,12 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.209,12 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.208,43 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.208,43 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.208,43 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.208,43 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.208,43 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σN	1.208,43 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 17

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	887	887
Effetti primari del ritiro	0	887
Effetti secondari del ritiro	502	1.389
Accidentali mezzi + folla	3.271	4.659
Folla	155	4.814
Deformazioni termiche	52	4.865
Cedimenti	20	4.885

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	50	68	54	73	0	0	0	0
Peso proprio soletta	220	365	235	390	0	0	0	0
Permanenti	105	522	96	534	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	522	0	534	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	57	591	53	597	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	317	1.018	290	989	0	0	0	0
Folla	15	1.032	14	1.001	0	0	0	0
Deformazioni termiche	5	1.035	5	1.005	0	0	0	0
Cedimenti	2	1.038	2	1.007	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio
7/9

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G12

COPRIGIUNTO SUPERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,80
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	32,5
	Spessore coprighiunto	cm	2,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		28
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	42,0
	Spessore coprighiunto	cm	2,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		34
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		3
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	809.333	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	609.368	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	404.666	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	866.618	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.368.110	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.923.849	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	863.654	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	981.425	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.056.320	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	976.752	1.027.810
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.829	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.727		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	1.014.053	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	774.382	
	Sforzo di taglio sul bullone (daN)	507.027	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrd} (daN)	1.080.838	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	4.305.103	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	5.015.446	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	1.048.723	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	1.191.731	
	Resistenza a taglio $F_{V,Rd}$ (daN) (SLU)	2.496.960	
	Verifica principio gerarchia resistenze (daN)	1.101.600	1.217.143
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.975	
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.887		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

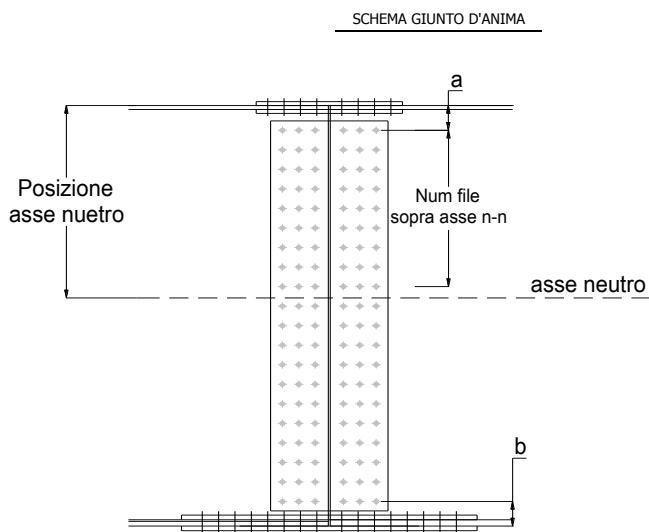
Foglio
10 di 17

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	121
	Numero file sopra l'asse neutro		12
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
	Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	429.390
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	277.615
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	310.830
	Azione max bulloni sup. (daN)	20.237
	Azione max bulloni inf. (daN)	21.115
	Azione verticale sul bullone (daN)	8.258
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	22.673

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.861
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	2.058
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)	1.551
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)	1.708
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	820.502
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	1.070.071
	Scorrimento superiore (daN)	341.094
	Scorrimento inferiore (daN)	387.393
	Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	370.138
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	431.827	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

Foglio
11 di 17

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	M (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo	2°Nodo	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	88	0	4	24	24	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-140	0	-30	-35	-35	
totale	228	0	34	59	59	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	8	177	171	-202	-208

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLE	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	134	99

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

λ.1	2,143	λ.v1	1,550
λ.2	1,119	λ.v2	1,066
λ.3	1,000	λ.v3	1,000
λ.4	1,000	λ.v4	1,000
λ. max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,17	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	26,79	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\tau$ (N/mm ²)=	19,88	VERIFICA $\Delta\tau < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

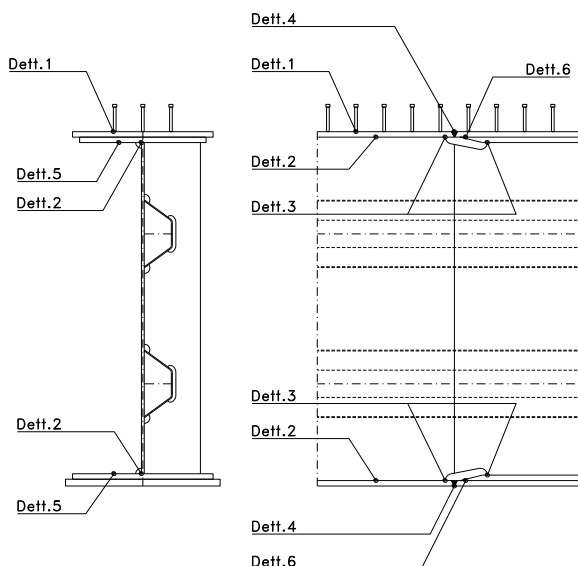
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	40,32	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$k_{s, sup}$ =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
$k_{s, inf}$ =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	45,65	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

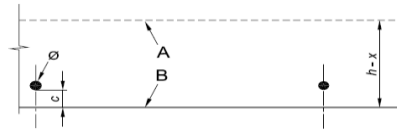
VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	41,55	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione	h	330	[mm]
Larghezza della sezione	b	5.331	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30	[mm]



ARMATURA TESA

Numero di ferri tesi presenti nella sezione	nf.1	27	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φφ.1	18	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	Asf.1	6.782,87	[mm ²]

	nf.2	27	[-]
	φφ.2	18	[mm]
	Asf.2	6.782,87	[mm ²]

MATERIALI

Classe di resistenza Rck (daN/cm ²)	Rck	40,00	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	fck	33,20	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	fctm	3,10	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	Ecm	33.642,78	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio da armatura	fyk	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	Es	210.000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 [(f_{cm}/10)]^{0,3}$$

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σs F	195,91	[MPa]
Asse neutro della sezione	x	0	[mm]

	σs QP	128,68	[MPa]
--	-------	--------	-------

Coefficiente di omogeneizzazione

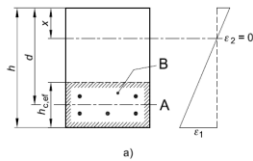
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	αe	6,24	[-]
Area efficace tesa di calcestruzzo	As	13.566	[mm ²]
	Ac,eff.1	1.066.200	[mm ²]
	Ac,eff.2	586.410	[mm ²]
	Ac,eff.3	879.615	[mm ²]
	Ac,eff.min	586.410	[mm ²]

A_{c,eff} è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h_{c,eff}, dove h_{c,eff} è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);

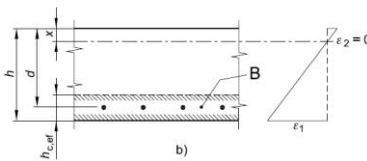
Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

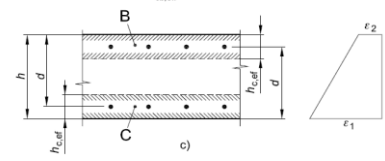
- a) Trave
- A Livello del baricentro dell'acciaio
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- b) Piastra
- B Area tesa efficace, A_{c,eff}



- c) Elemento in trazione
- B Area tesa efficace di estradosso, A_{c,eff}
- C Area tesa efficace di intradosso, A_{c,eff}



Rapporto tra Area acciaio teso e Area calcestruzzo teso

	ρ _{p,eff}	0,02313	[-]
	f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
	k _t	0,40	[-]

$$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A_p') / A_{c,eff}$$

Differenza tra deformazione acciaio - cls

FREQ	[ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000560	
FREQ	[ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000641	
FREQ	[ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000641	

QP	[ε _{sm} -ε _{cm}]min	0,000368	
QP	[ε _{sm} -ε _{cm}]calc	0,000321	
QP	[ε _{sm} -ε _{cm}]	0,000368	

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)

	s	200,00	[mm]
	φ _{eq}	18,00	[mm]
	s _{max,rif}	195	[mm]
	k ₁	0,80	[-]
	k ₂	0,50	[-]
	k ₃	3,40	[-]
	k ₄	0,425	[-]
	s _{r,max.1}	234	[mm]
	s _{r,max.2}	429	[mm]
	s _{r,max}	429	[mm]

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2} \quad W_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

k₁ è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:

- = 0,8 per barre ad aderenza migliorata,
- = 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k₂ è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:

- = 0,5 per flessione,
- = 1,0 per trazione pura.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k₂, che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\epsilon_1 + \epsilon_2) / 2\epsilon_1 \quad (7.13)$$

dove ε₁ ed ε₂ sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k₃ e k₄ da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

Distanza massima tra le fessure

Condizioni ambientali

AGGRESSIVE

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per	w _{lim}	0,30	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	FREQ wd	0,27	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per	w _{lim}	0,20	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	QP wd	0,16	[mm]

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} \quad s_{r,max} = 1,3 (h - x)$$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
13 di 17

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.422	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 134,56 <= 400$ **OK**

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-271,94	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	264,60	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	105,76	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 $b = 265$ $t = 25$ $b2 = 0$
 $b1 = 30 \times t1 = 540$ $t1 = 18$
 $b/t = 10,60 <= 12,00$ **OK**

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw ^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,943	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,973	
δ	AL/(hw tw)	0,152	
$\eta1$	h1/hw	-	
$\eta2$	h2/hw	0,672	

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	5
α sup	1	60	7
Valore interpolato		53,21	6,62

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_t = 155.080.208 > 112.744.224$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t <= 12$
 $b = 360$ $t = 18$ $b2 = 419,4$
 $b1 = 30 \times t1 = 540$ $t1 = 18$

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet ^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_t = 1.352.171.362 > 138.631.306$ **VERIFICA SODDISFATTA**

	α	T
α inf	1	60
α sup	1,5	12
Valore interpolato		65,43

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.422
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -271,9	σ_2 = 264,60
	τ = 105,8	y_n (mm)= 1.227,6

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta * v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-271,9	-84,6	99,9		
σ_2	-90,2	94,4	281,7		
σ_1^*	271,9	84,6	-99,9		
σ_2^*	90,2	-94,4	-281,7		
τ	105,8	105,8	105,8		
ψ	0,33	-1,11	2,82		
σ_{id}	327,88	201,79	208,65		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	5,868	-	2,143		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	525,81	-	192,05		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	573,48	1015,05	908,89		
0.8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	341,08	350,63	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,04	1,74	1,68		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta * v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I
Caso II
Caso III
Caso IV
il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 4.212	Msd= 28.357
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 32.332	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 44.680	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs	900	bi	800
σ_{td}	-552,81	ts	40	ti	38
θ	0,814	Nfd	13.137.780		
ϕ	0,543	Mfs	7.255.765	Mfi	49.413.735
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t _{we2} τ^* =	22.876.900	N
Vt =	0	N
VRd =	22.876.900	N
Verifica=	22.876.900	N
	>=	4.212.316

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.695	mm
Sforzo normale = N _{rd} =V _{rd} -0,8*V _{cr} =	4.575.380	N
Area = A=	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J=	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	154,34	mm
Snellezza = λ =	10,98	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	17.177	N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE} =	252.104.176	N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd} =	5.210.406	N

N _{Rd} =	5.210.406	>=	N _{rd} =	4.575.380
-------------------	-----------	----	-------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 138,889 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 95,087$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 112.992.103 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 225.984.207 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w	(Tabella C4.2.VII)	0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd	UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

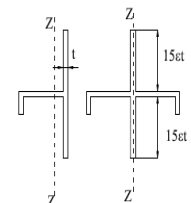
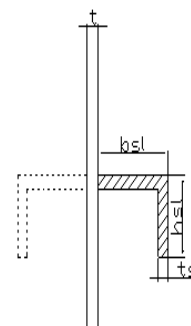


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	38	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	30.400	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	38	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	608,79	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.539	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	27.401	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	26.096	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **19.909** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	4.212	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	5.322	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	28.357	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = **1,42** [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

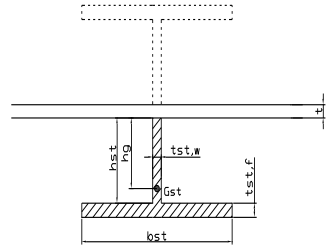
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = **6.900** [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = **0,61** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	
Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

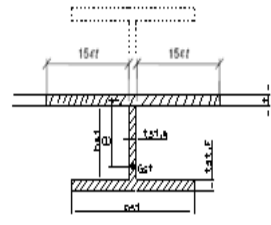


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot t$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	8.205,12	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	8.246,19	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	18.001	[mm ²]



σ_{max}	271,94	[MPa]
N_{Ed}	2.447,53	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c} N_{Ed}}{\sigma_{cr,p} b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,85	[MPa]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]
γ_{M1}		

>>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 5.186.468 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 5.186.468$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

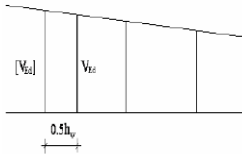
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
17 di 17

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 29,75916235 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 \quad 539,94 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 569,70 \quad [\text{kN}]$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	14.532	[mm ²]	
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]	
e_{max}	279	[-]	massima distanza tra lembi e baricentro
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]	
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	61.469	[kN]	

$g_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} = 0,55 \quad [-]$

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N} - 1} (1 + 1,25g_m) \quad 0,12 \quad [\text{mm}] \quad < \quad b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] \quad \text{OK}$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11g_m) \quad 12,65 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] \quad \text{OK} \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	14.532	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	61.469	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,29	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,56	
Coefficiente di riduzione χ	0,95	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	4.476,11	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	29,76	[kN]

Indice di resistenza **0,01** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	3,8	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,8	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	90	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40	
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
	Spessore equivalente t* (cm)	0,18	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	533,1	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	533,1	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
		Numero pioli in linea n°	3
passo pioli (cm)		20	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	7	
	Altezza gola anima inf. (mm)	7	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

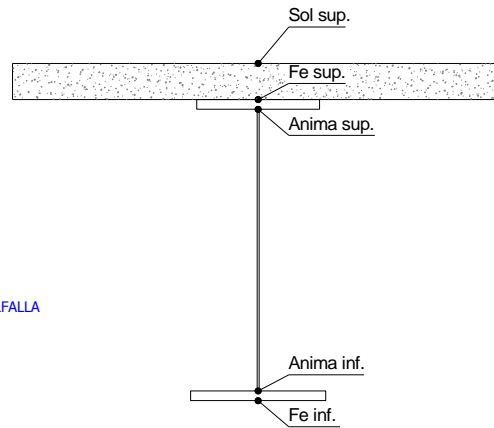
CONCIO	C13
FRAME	220
JOINT	252

num. Travi	2
------------	---

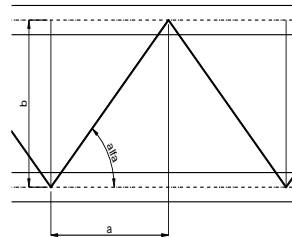
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	26,66	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	53,59		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	26,66	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	41,03		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	1.100	118,8	12.142.925	3.966.352	0	92.556	102.209	95.317	105.770
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.080	189,7	23.960.056	12.286.469	4.326.798	397.292	126.311	424.008
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.587	223,0	29.543.147	13.645.030	3.072.359	1.094.089	132.482	1.273.274
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.194	193,8	24.641.706	12.500.618	4.126.559	438.355	127.159	470.135
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.916	182,9	22.826.028	11.880.058	4.718.875	340.030	124.821	360.433

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	61	0	10	6	6		6	6			
Peso proprio soletta	234	0	16	25	25		25	25			
Permanenti	125	0	21	14	14		14	14			
Effetti primari del ritiro	423	562	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	11	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	975	0	79	106	106		106	106			
Vento	12	0	1	10	10		10	10			
Deformazioni termiche primarie	347	754	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	278	0	0	22	22		22	22			
Cedimenti	50	0	1	0	0		0	0			

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE (positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	66	64	-58	-60	0	89	86	-78	-81
Peso proprio soletta	0	253	245	-221	-229	0	430	418	-377	-390
Permanenti	3	31	29	-97	-99	4	477	462	-522	-538
Effetti primari del ritiro	-10	352	346	-69	-76	-8	900	877	-605	-630
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-8	900	877	-605	-630
Accidentali mezzi + folla	32	89	77	-723	-736	35	1.021	981	-1.581	-1.623
Vento	0	1	1	-9	-9	35	1.022	981	-1.589	-1.631
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-242	-237	47	52	39	848	811	-1.555	-1.594
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	25	22	-206	-210	46	866	826	-1.703	-1.745
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	242	237	-47	-52	31	1.196	1.152	-1.623	-1.668
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-25	-22	206	210	25	1.178	1.137	-1.474	-1.517
Cedimenti	1	15	14	-39	-40	47	1.213	1.169	-1.750	-1.793

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	18	25	19	24	33	26		3,51	4,74
Peso proprio soletta	29	40	31	63	87	68		14,62	24,47
Permanenti	43	52	33	127	164	117		6,89	34,81
Effetti primari del ritiro	0	0	0	127	164	117		0,00	34,81
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	155	197	137		0,00	34,81
Accidentali mezzi + folla	175	195	118	391	460	297		51,83	104,77
Vento	2	2	1	393	463	298		4,89	109,18
Deformazioni termiche	0	0	0	393	463	298		10,76	116,92
Cedimenti	2	2	2	395	466	300		0,00	116,92

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			τ _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	21	28	23	29	38	31		
Peso proprio soletta	43	54	45	88	111	92		
Permanenti	50	59	40	162	199	152		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	162	199	152		
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	189	232	172		
Accidentali mezzi + folla	227	247	170	495	565	402		
Vento	7	7	6	502	572	408		
Deformazioni termiche	11	11	11	510	580	415		
Cedimenti	2	2	2	512	582	417		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm ²)		VERIFICHE ARMATURE SOLETTA	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup
	Anima sup	Anima inf			
Peso proprio acciaio	100	94		0	0
Peso proprio soletta	445	409		0	0
Permanenti	541	584		47	70
Effetti primari del ritiro	921	660		402	553
Effetti secondari del ritiro	937	675		0	553
Accidentali mezzi + folla	1.303	1.727		185	802
Vento	1.311	1.738		2	804
Deformazioni termiche	1.439	1.849		276	1.003
Cedimenti	1.467	1.894		21	1.028

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

τ_{media}
503,9

Rapp τ
0,30

Rapp σ sup
0,43

Rapp σ inf
0,56

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	66	64	-58	-60	0	66	64	-58	-60
Peso proprio soletta	0	253	245	-221	-229	0	319	309	-279	-289
Permanenti	3	31	29	-97	-99	3	350	339	-376	-388
Effetti primari del ritiro	-10	352	346	-69	-76	-7	703	685	-445	-464
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	703	685	-445	-464
Accidentali mezzi + folla	32	89	77	-723	-736	24	792	762	-1.168	-1.200
Vento	0	1	1	-9	-9	25	792	762	-1.173	-1.205
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-242	-237	47	52	28	647	620	-1.145	-1.174
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	25	22	-206	-210	33	663	633	-1.269	-1.300
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	242	237	-47	-52	21	938	904	-1.201	-1.236
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-25	-22	206	210	16	922	891	-1.078	-1.110
Cedimenti	1	15	14	-39	-40	34	952	918	-1.308	-1.340

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	18	25	19	18	25	19		3,51	3,51
Peso proprio soletta	29	40	31	47	64	50		14,62	18,13
Permanenti	43	52	33	90	116	83		6,89	25,02
Effetti primari del ritiro	0	0	0	90	116	83		0,00	25,02
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	112	143	100		0,00	25,02
Accidentali mezzi + folla	175	195	118	287	338	218		51,83	76,85
Vento	2	2	1	288	340	219		4,89	81,74
Deformazioni termiche	0	0	0	288	340	219		10,76	92,49
Cedimenti	2	2	2	290	342	221		0,00	92,49

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	21	28	23	21	28	23
Peso proprio soletta	43	54	45	65	82	68
Permanenti	50	59	40	115	141	108
Effetti primari del ritiro	0	0	0	115	141	108
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	137	168	125
Accidentali mezzi + folla	227	247	170	364	415	295
Vento	7	7	6	368	420	299
Deformazioni termiche	11	11	11	375	426	305
Cedimenti	2	2	2	377	428	307

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	74	70
Peso proprio soletta	329	303
Permanenti	393	420
Effetti primari del ritiro	713	483
Effetti secondari del ritiro	725	495
Accidentali mezzi + folla	989	1.275
Vento	994	1.282
Deformazioni termiche	1.113	1.375
Cedimenti	1.127	1.412

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	40	cm
Spessore	t	3,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		10,53	CL. 3

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	240	cm
Spessore parte compressa	t	1,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mmq
	ε	0,81	
Rapporto c/t		133	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	39,100	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	3,800	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,679	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	1,000	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.422	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	220	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	115,4	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-174,5	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	15,7	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	39,1	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	3,8	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,679	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	130	mm	b_2 =	1.577	mm
ψ_1 =	0,136	-	ψ_2 =	-11,119	-	b_{2t} =	1.446	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,914	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,750	-	λ_{p2} =	0,064	-			
ρ_1 =	1,000	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	337	[mm]	$b_{2,sup}$	52	mm			
$b_{1,inf}$	483	[mm]	$b_{2,lat}$	78	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	821	[mm]	$b_{2,eff}$	130	mm			
$b_{1,lat,eff}$	337	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	52	mm			
$b_{1,inf,eff}$	483	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	78	mm			
$x_{1,eff}$	0	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	16.708	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	56	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.909	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.589	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.422	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.489	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.844	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	19.460	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	16.083	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	16.708	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,039	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,138	[-]	snellezza
ψ	-1,512	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	16.708	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.909	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	16.708	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	1,000	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.829	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	19.359	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,135	[-]	snellezza
i	84	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	56	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	85	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	85	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,581	[-]	
Φ	0,490	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,005	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 24.186 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	18,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sf} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animasup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (cm ³)
Sezione metallica	1.166	121	12.264.455	3.966.352	0	95.302	101.100	98.202	104.547
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	2.147	189	24.006.442	12.286.469	4.297.097	392.677	127.109	418.703
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.653	222	29.778.469	13.645.030	3.041.582	1.060.017	134.193	1.225.833
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	2.260	193	24.703.377	12.500.618	4.095.324	432.486	128.076	463.309
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.982	182	22.851.816	11.880.058	4.692.919	337.062	125.420	357.076

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N* e_{kl} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{kl} (cm)			
Peso proprio acciaio	61	0	10	6	6	2,50	6	6	
Peso proprio soletta	234	0	16	25	25	2,50	25	25	
Permanenti	125	0	21	14	14	-0,83	14	14	
Effetti primari del ritiro	428	562	0	0	0	-0,91	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	11	0	0	-0,91	0	0	
Accidentali mezzi + folla	975	0	79	106	106	-1,09	106	106	
Vento	12	0	1	10	10	-1,09	10	10	
Deformazioni termiche primarie	355	754	0	0	0	-1,09	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	278	0	0	22	22	-1,09	22	22	
Cedimenti	50	0	1	0	0	-0,67	0	0	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	64	62	-58	-60	0	86	84	-79	-81
Peso proprio soletta	0	246	238	-224	-231	0	418	406	-381	-394
Permanenti	3	32	30	-96	-98	4	466	450	-525	-541
Effetti primari del ritiro	-11	347	341	-78	-85	-8	883	859	-619	-644
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-8	883	859	-619	-644
Accidentali mezzi + folla	32	92	80	-713	-727	35	1.007	967	-1.583	-1.625
Vento	0	1	1	-9	-9	35	1.008	968	-1.590	-1.633
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-240	-235	53	58	39	835	798	-1.552	-1.591
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	26	23	-203	-207	46	854	815	-1.698	-1.740
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	240	235	-53	-58	31	1.180	1.137	-1.629	-1.675
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-26	-23	203	207	25	1.162	1.121	-1.482	-1.525
Cedimenti	1	15	14	-39	-40	47	1.198	1.154	-1.745	-1.788

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	17	25	19	24	33	26		3,51	4,74
Peso proprio soletta	28	40	31	61	87	68		14,62	24,47
Permanenti	43	52	33	126	164	117		6,89	34,81
Effetti primari del ritiro	0	0	0	126	164	117		0,00	34,81
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	154	197	138		0,00	34,81
Accidentali mezzi + folla	178	195	117	394	460	295		51,83	104,77
Vento	2	2	1	396	463	297		4,89	109,18
Deformazioni termiche	0	0	0	396	463	297		10,76	116,92
Cedimenti	2	2	2	398	466	298		0,00	116,92

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	21	28	23	28	38	31		
Peso proprio soletta	43	54	46	86	111	93		
Permanenti	50	59	40	161	199	152		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	161	199	152		
Effetti secondari del ritiro	23	27	17	189	232	173		
Accidentali mezzi + folla	230	247	169	498	565	400		
Vento	7	7	6	505	572	406		
Deformazioni termiche	11	11	11	513	580	413		
Cedimenti	2	2	2	515	582	415		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	Rapp σ sup	Rapp σ inf
	Anima sup	Anima inf			
Peso proprio acciaio	97	95			
Peso proprio soletta	432	413			
Permanenti	530	588			
Effetti primari del ritiro	903	673			
Effetti secondari del ritiro	919	688			
Accidentali mezzi + folla	1.296	1.728			
Vento	1.304	1.739			
Deformazioni termiche	1.443	1.843			
Cedimenti	1.458	1.888			

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	STRADALE	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing		VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	64	62	-58	-60	0	64	62	-58	-60
Peso proprio soletta	0	246	238	-224	-231	0	310	300	-282	-292
Permanenti	3	32	30	-96	-98	3	341	330	-378	-390
Effetti primari del ritiro	-11	347	341	-78	-85	-8	689	671	-457	-475
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-8	689	671	-457	-475
Accidentali mezzi + folla	32	92	80	-713	-727	16	758	731	-992	-1.020
Vento	0	1	1	-9	-9	16	758	731	-992	-1.020
Deformazioni termiche primarie +DT	6	-240	-235	53	58	20	614	590	-960	-985
Deformazioni termiche secondarie +DT	9	26	23	-203	-207	25	630	603	-1.082	-1.110
Deformazioni termiche primarie -DT	-6	240	235	-53	-58	13	902	872	-1.024	-1.055
Deformazioni termiche secondarie -DT	-9	-26	-23	203	207	7	886	858	-902	-931
Cedimenti	1	15	14	-39	-40	26	917	886	-1.121	-1.150

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	17	22	19	17	22	19		3,51	3,51
Peso proprio soletta	28	36	31	45	58	51		14,62	18,13
Permanenti	43	47	33	89	104	83		6,89	25,02
Effetti primari del ritiro	0	0	0	89	104	83		0,00	25,02
Effetti secondari del ritiro	23	24	17	112	129	100		0,00	25,02
Accidentali mezzi + folla	178	176	117	245	261	188		51,83	63,89
Vento	2	2	1	245	261	188		4,89	63,89
Deformazioni termiche	0	0	0	245	261	188		10,76	70,34
Cedimenti	2	2	2	247	263	189		0,00	70,34

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	21	26	23	21	26	23
Peso proprio soletta	43	50	46	64	76	69
Permanenti	50	54	40	114	129	108
Effetti primari del ritiro	0	0	0	114	129	108
Effetti secondari del ritiro	23	24	17	137	154	125
Accidentali mezzi + folla	230	227	169	309	324	252
Vento	7	7	6	309	324	252
Deformazioni termiche	11	11	11	315	331	258
Cedimenti	2	2	2	317	333	260

τ_{media}	303,37
----------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/(l)w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	9,85	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	88,72	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	22,15	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	139,64	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	217	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	18
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	22,93	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	19,13	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,150	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,096	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,14
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

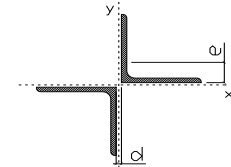
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente ϕ x-x	0,910
Coefficiente ϕ y-y	0,743

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	67,99
Aeff di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente λ x-x	0,732
Coefficiente λ y-y	0,841
Coefficiente λ min	0,732
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
$k_{\alpha x}$ (Tab. C4.2.IV)	1,20
$k_{\alpha y}$ (Tab. C4.2.IV)	0,96
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	6,32	2.139	0	2.888	0
Peso proprio soletta	26,32	8.913	0	14.920	0
Permanenti	12,40	4.199	0	21.219	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Accidentali mezzi	93,29	31.597	0	63.876	0
Vento	8,80	2.981	0	66.558	0
Deformazioni termiche	19,36	6.558	0	71.280	0
Cedimenti	0,00	0	0	71.280	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	71.280
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,42
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,36

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	828,84 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	828,84 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	828,84 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	828,84 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	828,84 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$k\sigma$	0,43 (-)	$k\sigma$	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,50	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,50	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.023,12 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.023,12 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.023,12 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.023,12 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.023,12 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$k\sigma$	0,43 (-)	$k\sigma$	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,67 (-)	λp	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,16 (cm)	σN	1.023,12 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	736,92 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	411	411
Effetti primari del ritiro	0	411
Effetti secondari del ritiro	224	634
Accidentali mezzi + folla	1.962	2.596
Vento	25	2.621
Deformazioni termiche	0	2.621
Cedimenti	18	2.639

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	23	31	24	33	0	0	0	0
Peso proprio soletta	37	80	39	86	0	0	0	0
Permanenti	55	162	42	149	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	162	0	149	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	29	197	22	175	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	223	497	150	378	0	0	0	0
Vento	3	500	2	380	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	500	0	380	0	0	0	0
Cedimenti	3	503	2	382	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G13

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	80
	Spessore ala superiore	cm	3,80
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	90
	Spessore ala inferiore	cm	4,00
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	362.127	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	284.326	
	Sforzo di taglio (daN)	181.063	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	412.752	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.720.142	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.720.952	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	954.426	1.027.810
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.245		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.146		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	637.859	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	476.662	
	Sforzo di taglio (daN)	318.930	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	759.508	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	3.292.138	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.835.341	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	1.151.539	1.217.143
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.865		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.792		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

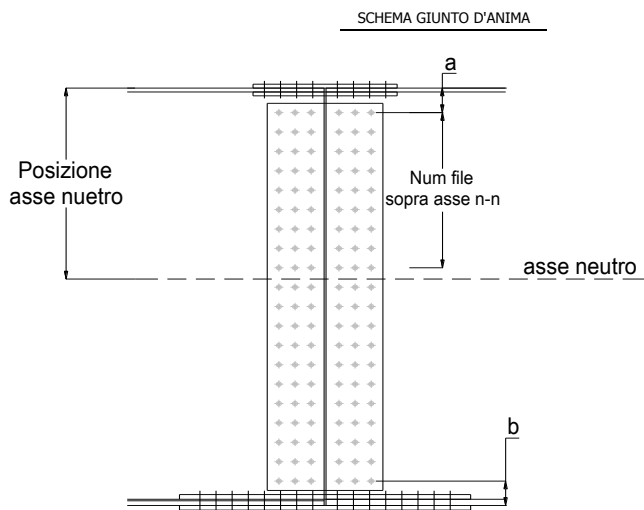
Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,8
	Spessore coprighiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	101
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI COLLETTANTI	Taglio max (daN)	188.550
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	102.150
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	228.592
	Azione max bulloni sup. (daN)	9.073
	Azione max bulloni inf. (daN)	13.268
	Azione verticale sul bullone (daN)	3.626
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	13.755

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	833
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.287
	Sforzo nel coprighiunto sup. (daN/cm ²)	712
	Sforzo nel coprighiunto inf. (daN/cm ²)	1.051
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	683.752
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	891.726
	Scorrimento superiore (daN)	125.275
	Scorrimento inferiore (daN)	256.354
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	206	0	14	8	8	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-90	0	-20	-27	-27	
totale	296	0	34	35	35	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	10	27	23	-219	-223

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	116	85

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,47	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	23,25	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	17,04	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

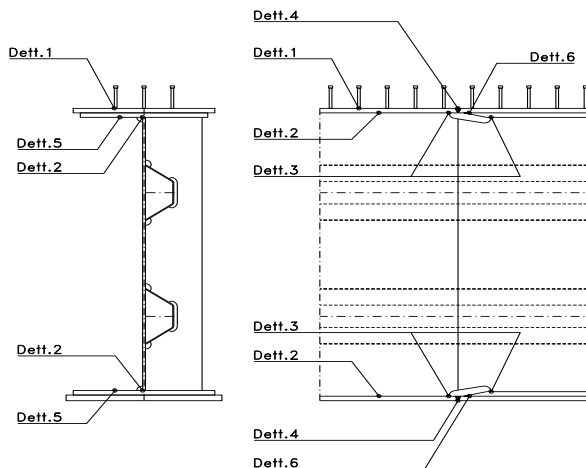
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	43,88	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,92	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,91	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	49,09	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	44,69	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.422	mm
tw	spessore dell'anima	18	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 134,56 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-115,38	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	174,53	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	50,43	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 540 t1 = 18
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,00	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,943	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,513	
δ	AL/(hw tw)	0,152	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,672	

0,943

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		53,21	3,81

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ 53,21 $\gamma(L, \sigma)$ 3,81

$I_t = 155.080.208 > 112.744.224$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	18	360	6.480	180
ala	437,4	18	7.873	369

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 18 b2 = 419,4
 b1=30xt1= 540 t1 = 18

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,26

0,943

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,26

$I_t = 1.352.171.362 > 64.119.341$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.422
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -115,4	σ_2 = 174,53
	τ = 50,4	y_n (mm)= 963,9

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	18	18	18		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-115,4	-14,2	85,5		
σ_2	-17,2	82,5	183,7		
σ_1^*	115,4	14,2	-85,5		
σ_2^*	17,2	-82,5	-183,7		
τ	50,4	50,4	50,4		
ψ	0,15	-5,82	2,15		
σ_{id}	144,72	88,49	122,25		
$\sigma_{cr,0}$	89,61	92,41	89,61		
k_{σ}	6,726	-	2,586		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	602,77	-	231,74		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	2208,51	-		
τ_{cr}	524,75	539,67	524,75		
$\sigma_{cr,id}$	652,27	1019,78	908,89		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	344,30	350,67	349,54		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	2,38	3,96	2,86		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio

per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.850	Msd= 24.812
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 32.332	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M[*]_{rd} = 44.792	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 18,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt		
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	524,75	bs 800	bi 900
σ_{td}	-552,81	ts 38	ti 40
θ	0,814	Nfd 13.137.780	
ϕ	0,543	Mfs 49.413.735	Mfi 7.255.765
		ds 0,00	di 0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw t_{we2} τ^* =	22.876.900	N
Vt =	0	N
VRd =	22.876.900	N
Verifica=	22.876.900	N
	>=	1.849.676

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	18	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.695	mm
Sforzo normale = N_{rd}=V_{rd}-0,8*V_{cr}=	4.575.380	N
Area = A=	14.677	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	286,21	mm
Inerzia = J=	349.627.316	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i=	154,34	mm
Snellezza = λ=	10,98	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}=	17.177	N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}=	252.104.176	N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}=	5.210.406	N

NRd =	5.210.406	>=	Nrd =	4.575.380
--------------	-----------	--------------	--------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	18	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	138,89	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 20,47 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
hw/t = 138,889 > 31/η*ε*√k_T 95,087

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/h_w$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	219,676	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 112.992.103 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 225.984.207 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	20,466	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	9,850	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	201,584	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,009	[-]

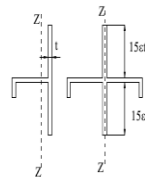


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,416	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,416	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)		0,823	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima V _{bw,Rd} UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3		6900,270	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
V_{bf,Rd} 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	38	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	800	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	900	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	30.400	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	36.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	38	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	800	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	608,79	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.539	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	27.401	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	26.096	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = 12.222 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	1.850	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	11.936	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	24.812	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = 2,03 [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = 6.900 [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = **0,27** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

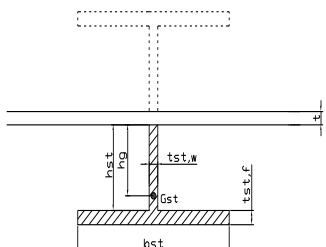
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	18	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	6.300	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	64.312.500	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	26.179.201	[mm ⁴]

$\sqrt{2}$

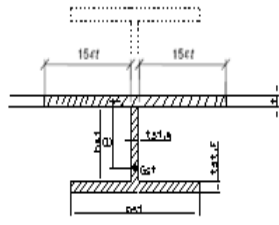


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	14.532	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	80	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	185.361.840	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	19.359,23	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	19.459,99	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,99	[-]
Ac,eff	16.708	[mm ²]



>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

σ_{max}	115,38	[MPa]
N_{Ed}	963,89	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,34	[MPa]
e_{max}	279,23	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,39	[-]

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.042.129 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 185.361.840$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.042.129$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

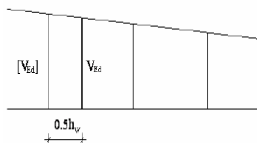
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.850 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 212,60 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 212,60 \quad [\text{kN}]$

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st} w \cdot t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

e_{max} 279 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidità e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 2,45 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] -$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st} w \cdot t$) 14.532 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 185.361.840 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 61.469 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,29 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,95

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 4.476,11 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,8	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,4	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,4	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40	
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
	Spessore equivalente t* (cm)	0,18	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
SOILETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	497,4	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	497,4	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
Numero pioli in linea n°		3	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6	
	Altezza gola anima inf. (mm)	6	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

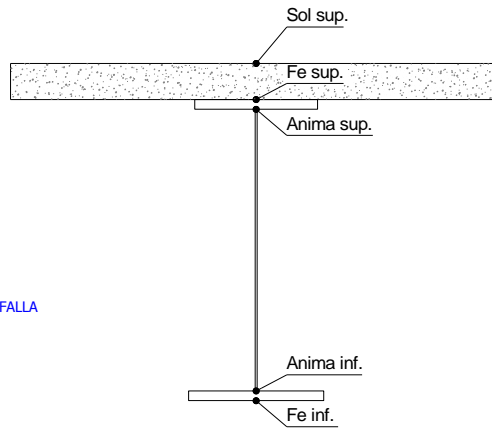
CONCIO	C14
FRAME	221
JOINT	252

num. Travi	2
------------	---

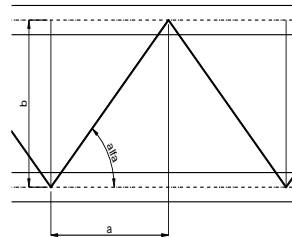
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,6	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,87	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	50,00		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,87	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	38,28		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	809	113,6	8.715.718	3.914.469	0	63.908	76.709	65.247	79.075
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.724	196,2	19.193.339	11.871.851	3.724.980	356.612	97.836	376.183
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.130	228,9	23.381.236	13.129.645	2.695.873	1.107.100	102.155	1.276.313
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.830	200,4	19.726.977	12.071.292	3.567.359	397.593	98.446	421.372
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.570	189,1	18.290.419	11.492.485	4.029.935	300.090	96.749	314.540

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	61	0	10	6	6		6	6		
Peso proprio soletta	234	0	16	25	25		25	25		
Permanenti	125	0	21	14	14		14	14		
Effetti primari del ritiro	360	524	0	0	0		0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	11	0	0		0	0		
Accidentali mezzi + folla	975	0	79	106	106		106	106		
Vento	12	0	1	10	10		10	10		
Deformazioni termiche primarie	282	703	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche secondarie	278	0	0	22	22		22	22		
Cedimenti	50	0	1	0	0		0	0		

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	95	93	-77	-80	0	129	126	-104	-107
Peso proprio soletta	0	366	359	-296	-305	0	623	610	-504	-519
Permanenti	3	35	33	-126	-128	5	676	660	-692	-711
Effetti primari del ritiro	-8	377	372	-73	-79	-5	1.128	1.106	-779	-805
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	1.128	1.106	-779	-805
Accidentali mezzi + folla	36	88	76	-940	-954	44	1.247	1.210	-2.049	-2.094
Vento	0	1	1	-12	-12	44	1.248	1.210	-2.059	-2.105
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	47	51	47	1.068	1.033	-2.025	-2.067
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	25	22	-268	-272	55	1.086	1.048	-2.218	-2.263
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-47	-51	41	1.428	1.388	-2.093	-2.142
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-25	-22	268	272	34	1.410	1.372	-1.900	-1.946
Cedimenti	1	17	16	-51	-52	56	1.448	1.407	-2.279	-2.325

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	22	32	25	29	43	34		4,51	6,09
Peso proprio soletta	35	51	40	76	111	88		18,80	31,47
Permanenti	55	67	41	159	211	150		8,86	44,75
Effetti primari del ritiro	0	0	0	159	211	150		0,00	44,75
Effetti secondari del ritiro	29	35	22	194	253	175		0,00	44,75
Accidentali mezzi + folla	225	251	149	498	592	377		66,64	134,71
Vento	3	3	2	501	595	378		6,29	140,37
Deformazioni termiche	0	0	0	501	595	378		13,83	150,33
Cedimenti	3	3	2	504	599	381		0,00	150,33

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	26	36	29	35	49	40
Peso proprio soletta	53	70	59	108	143	119
Permanenti	64	76	50	203	256	194
Effetti primari del ritiro	0	0	0	203	256	194
Effetti secondari del ritiro	29	35	22	239	298	220
Accidentali mezzi + folla	292	317	216	633	727	511
Vento	9	9	8	641	735	519
Deformazioni termiche	14	14	14	651	745	529
Cedimenti	3	3	2	654	749	531

τ_{media}
644,7

Rapp τ
0,38

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	140	125
Peso proprio soletta	638	544
Permanenti	748	769
Effetti primari del ritiro	1.161	849
Effetti secondari del ritiro	1.181	867
Accidentali mezzi + folla	1.632	2.232
Vento	1.643	2.246
Deformazioni termiche	1.776	2.400
Cedimenti	1.807	2.457

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI	
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	54	81
Effetti primari del ritiro	430	597
Effetti secondari del ritiro	0	597
Accidentali mezzi + folla	209	879
Vento	3	881
Deformazioni termiche	285	1.086
Cedimenti	25	1.116

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,53	0,73

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	95	93	-77	-80	0	95	93	-77	-80
Peso proprio soletta	0	366	359	-296	-305	0	462	452	-373	-385
Permanenti	3	35	33	-126	-128	3	497	485	-499	-512
Effetti primari del ritiro	-8	377	372	-73	-79	-5	874	857	-571	-591
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	874	857	-571	-591
Accidentali mezzi + folla	36	88	76	-940	-954	31	962	934	-1.512	-1.546
Vento	0	1	1	-12	-12	31	962	934	-1.518	-1.553
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	47	51	34	812	786	-1.490	-1.522
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	25	22	-268	-272	40	827	799	-1.651	-1.685
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-47	-51	29	1.112	1.082	-1.547	-1.584
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-25	-22	268	272	23	1.097	1.069	-1.386	-1.420
Cedimenti	1	17	16	-51	-52	41	1.129	1.098	-1.702	-1.737

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	22	32	25	22	32	25		4,51	4,51
Peso proprio soletta	35	51	40	56	83	65		18,80	23,31
Permanenti	55	67	41	111	149	106		8,86	32,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	111	149	106		0,00	32,16
Effetti secondari del ritiro	29	35	22	141	184	128		0,00	32,16
Accidentali mezzi + folla	225	251	149	366	435	277		66,64	98,80
Vento	3	3	2	368	437	278		6,29	105,09
Deformazioni termiche	0	0	0	368	437	278		13,83	118,92
Cedimenti	3	3	2	370	440	280		0,00	118,92

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	26	36	29	26	36	29
Peso proprio soletta	53	70	59	80	106	88
Permanenti	64	76	50	144	181	138
Effetti primari del ritiro	0	0	0	144	181	138
Effetti secondari del ritiro	29	35	22	173	216	160
Accidentali mezzi + folla	292	317	216	465	534	376
Vento	9	9	8	470	539	381
Deformazioni termiche	14	14	14	479	548	389
Cedimenti	3	3	2	481	551	391

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	104	92
Peso proprio soletta	473	403
Permanenti	545	553
Effetti primari del ritiro	893	620
Effetti secondari del ritiro	908	635
Accidentali mezzi + folla	1.233	1.646
Vento	1.240	1.655
Deformazioni termiche	1.363	1.783
Cedimenti	1.379	1.831

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12,50	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	242	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		173	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,300	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,800	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma' =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,808	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,949	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.438	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	142,3	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-227,2	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	16,1	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,8	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,808	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,949	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	105	mm	b_2 =	1.593	mm
ψ_1 =	0,113	-	ψ_2 =	-14,154	-	b_{2t} =	1.487	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,052	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,955	-	λ_{p2} =	0,066	-			
ρ_1 =	0,859	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	336	[mm]	$b_{2,sup}$	42	mm			
$b_{1,inf}$	485	[mm]	$b_{2,lat}$	63	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	705	[mm]	$b_{2,eff}$	105	mm			
$b_{1,lat,eff}$	289	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	42	mm			
$b_{1,inf,eff}$	417	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	63	mm			
$x_{1,eff}$	115	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.350	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	64	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.830	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.605	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.438	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.043	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	3.004	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	24.284	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	13.725	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.395	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,976	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,119	[-]	snellezza
ψ	-1,597	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	14.350	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.830	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.395	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,933	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.996	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	24.219	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,117	[-]	snellezza
i	87	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	64	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	75	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	75	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,568	[-]	
Φ	0,483	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 18.317 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animapur}$ (cm ³)	$W_{animatotr}$ (cm ³)
Sezione metallica	849	114	8.547.095	3.914.469	0	62.910	74.884	64.234	77.183
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.764	19.221.838	11.871.851	3.661.780	346.646	98.802	365.080	100.559
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.170	23.639.776	13.129.645	2.660.723	1.053.435	103.884	1.203.615	105.460
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.870	19.780.098	12.071.292	3.507.848	385.999	99.519	408.310	101.251
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.611	18.280.485	11.492.485	3.959.991	292.220	97.526	305.912	99.327

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	M+N* e_{kl} (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo		e_{kl} (cm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
				Mt (Nm)	Mt (Nm)				
Peso proprio acciaio	61	0	10	6	6	0,52	6	6	
Peso proprio soletta	234	0	16	25	25	0,52	25	25	
Permanenti	125	0	21	14	14	-1,63	14	14	
Effetti primari del ritiro	368	524	0	0	0	-1,63	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	11	0	0	-1,63	0	0	
Accidentali mezzi + folla	975	0	79	106	106	-1,32	106	106	
Vento	12	0	1	10	10	-1,32	10	10	
Deformazioni termiche primarie	291	703	0	0	0	-1,32	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	278	0	0	22	22	-1,32	22	22	
Cedimenti	50	0	1	0	0	-1,61	0	0	

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	97	95	-79	-81	0	131	128	-107	-110
Peso proprio soletta	0	372	364	-303	-312	0	633	620	-516	-532
Permanenti	3	36	34	-124	-127	5	687	671	-702	-722
Effetti primari del ritiro	-8	376	370	-83	-90	-5	1.138	1.116	-802	-829
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	1.138	1.116	-802	-829
Accidentali mezzi + folla	37	93	81	-925	-939	45	1.263	1.225	-2.051	-2.096
Vento	0	1	1	-11	-12	45	1.264	1.226	-2.061	-2.107
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-249	-246	54	59	48	1.084	1.049	-2.022	-2.064
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	26	23	-264	-268	55	1.103	1.066	-2.211	-2.257
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	249	246	-54	-59	42	1.444	1.403	-2.100	-2.149
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-26	-23	264	268	35	1.425	1.387	-1.910	-1.956
Cedimenti	1	17	16	-50	-51	57	1.464	1.423	-2.272	-2.319

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	22	32	26	30	43	35		4,51	6,09
Peso proprio soletta	35	51	41	77	111	90		18,80	31,47
Permanenti	56	67	41	162	211	151		8,86	44,75
Effetti primari del ritiro	0	0	0	162	211	151		0,00	44,75
Effetti secondari del ritiro	30	35	21	198	253	177		0,00	44,75
Accidentali mezzi + folla	231	251	147	509	592	375		66,64	134,71
Vento	3	3	2	512	595	376		6,29	140,37
Deformazioni termiche	0	0	0	512	595	376		13,83	150,33
Cedimenti	3	3	2	515	599	379		0,00	150,33

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ_{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	27	36	30	36	49	41		
Peso proprio soletta	54	70	60	109	143	121		
Permanenti	65	76	50	206	256	196		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	206	256	196		
Effetti secondari del ritiro	30	35	21	242	298	221		
Accidentali mezzi + folla	297	317	213	644	727	509		
Vento	9	9	8	652	735	517		
Deformazioni termiche	14	14	14	662	745	527		
Cedimenti	3	3	2	665	749	529	647,6	0,38

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	Anima sup	Anima inf	
Peso proprio acciaio	142	128	
Peso proprio soletta	648	557	
Permanenti	761	780	
Effetti primari del ritiro	1.172	871	
Effetti secondari del ritiro	1.192	889	
Accidentali mezzi + folla	1.657	2.232	
Vento	1.667	2.247	
Deformazioni termiche	1.812	2.392	
Cedimenti	1.831	2.450	

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA	Tipologia di ponte	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Verifica del web breathing	STRADALE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,54	0,72

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	97	95	-79	-81	0	97	95	-79	-81
Peso proprio soletta	0	372	364	-303	-312	0	469	459	-382	-394
Permanenti	3	36	34	-124	-127	3	505	493	-507	-520
Effetti primari del ritiro	-8	376	370	-83	-90	-5	881	864	-590	-610
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	881	864	-590	-610
Accidentali mezzi + folla	37	93	81	-925	-939	23	950	925	-1.283	-1.314
Vento	0	1	1	-11	-12	23	950	925	-1.283	-1.314
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-249	-246	54	59	25	800	777	-1.251	-1.279
Deformazioni termiche secondarie +DT	10	26	23	-264	-268	31	816	791	-1.409	-1.439
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	249	246	-54	-59	20	1.100	1.072	-1.316	-1.349
Deformazioni termiche secondarie -DT	-10	-26	-23	264	268	14	1.084	1.058	-1.158	-1.189
Cedimenti	1	17	16	-50	-51	32	1.117	1.089	-1.459	-1.491

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	22	29	26	22	29	26		4,51	4,51
Peso proprio soletta	35	46	41	57	74	66		18,80	23,31
Permanenti	56	60	41	114	134	107		8,86	32,16
Effetti primari del ritiro	0	0	0	114	134	107		0,00	32,16
Effetti secondari del ritiro	30	31	21	143	166	129		0,00	32,16
Accidentali mezzi + folla	231	226	147	316	335	239		66,64	82,14
Vento	3	3	2	316	335	239		6,29	82,14
Deformazioni termiche	0	0	0	316	335	239		13,83	90,44
Cedimenti	3	3	2	319	338	241		0,00	90,44

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	27	33	30	27	33	30
Peso proprio soletta	54	65	60	81	98	90
Permanenti	65	69	50	146	166	140
Effetti primari del ritiro	0	0	0	146	166	140
Effetti secondari del ritiro	30	31	21	176	198	161
Accidentali mezzi + folla	297	292	213	399	417	321
Vento	9	9	8	399	417	321
Deformazioni termiche	14	14	14	407	425	329
Cedimenti	3	3	2	409	428	331

τ _{media}
389,61

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento (λ = a/l)w	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σE	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σE	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σE	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di σ = 0	x	143,17	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σs1	240	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	kτ	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	kτ	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	kτ	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,297	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,175	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η1	0,27
---------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

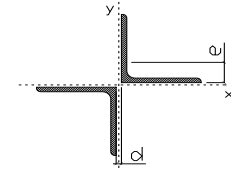
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente ϕ x-x	0,910
Coefficiente ϕ y-y	0,743

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	67,99
Aeff di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente λ x-x	0,732
Coefficiente λ y-y	0,841
Coefficiente λ min	0,732
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,20
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	0,96
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	6,32	2.139	0	2.888	0
Peso proprio soletta	26,32	8.913	0	14.920	0
Permanenti	12,40	4.199	0	21.219	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	21.219	0
Accidentali mezzi	93,29	31.597	0	63.876	0
Vento	8,80	2.981	0	66.558	0
Deformazioni termiche	19,36	6.558	0	71.280	0
Cedimenti	0,00	0	0	71.280	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	71.280
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,42
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,36

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	828,84 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	828,84 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	828,84 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	828,84 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	828,84 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$k\sigma$	0,43 (-)	$k\sigma$	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,50	Classe pannello verticale	3	$21 \epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,50	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σN	1.023,12 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.023,12 (daN/cm ²)	$\sigma 1$	1.023,12 (daN/cm ²)
t (mm)	12	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.023,12 (daN/cm ²)	$\sigma 2$	1.023,12 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	$k\sigma$	0,43 (-)	$k\sigma$	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λp	0,67 (-)	λp	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,16 (cm)	σN	1.023,12 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	$\sigma M_{v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	736,92 (cm ⁴)	$\sigma M_{v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma M_{o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	878	878
Effetti primari del ritiro	0	878
Effetti secondari del ritiro	476	1.354
Accidentali mezzi + folla	4.034	5.388
Vento	51	5.439
Deformazioni termiche	0	5.439
Cedimenti	39	5.478

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	27	36	31	42	0	0	0	0
Peso proprio soletta	43	94	49	108	0	0	0	0
Permanenti	68	196	51	185	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	196	0	185	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	36	240	27	217	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	279	616	185	466	0	0	0	0
Vento	4	620	2	468	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	620	0	468	0	0	0	0
Cedimenti	3	623	2	471	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G13

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,80
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	3,40
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

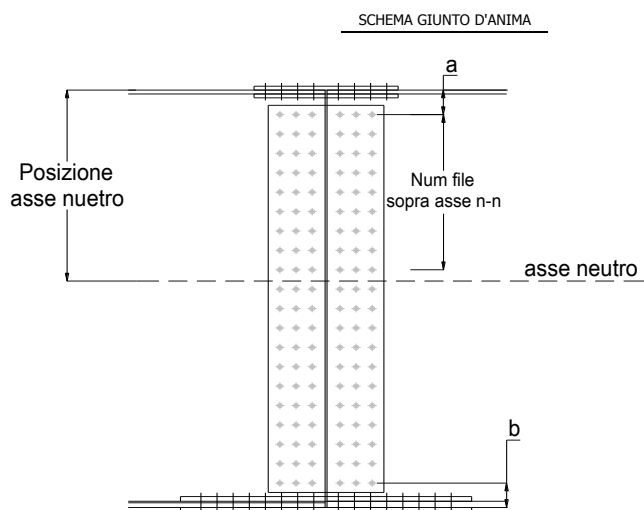
VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)	279.801	
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	218.257	
	Sforzo di taglio (daN)	139.901	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	412.752	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	1.267.473	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	2.004.912	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	400.982	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	455.662	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	954.720	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	600.445	662.667
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	1.509		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	1.389		

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)	626.173	
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$	467.633	
	Sforzo di taglio (daN)	313.086	
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)	759.508	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	2.798.317	
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	3.260.040	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)	801.965	
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)	911.324	
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)	1.909.440	
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	853.960	919.619
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)	2.444		
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)	2.348		

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

 Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	96
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	
AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)		188.550
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)		91.735
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)		240.334
	Azione max bulloni sup. (daN)		8.569
	Azione max bulloni inf. (daN)		13.528
	Azione verticale sul bullone (daN)		3.626
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)		14.006
VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)		1.022
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)		1.646
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)		697
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)		1.048
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		693.565
	Scorrimento superiore (daN)		116.937
	Scorrimento inferiore (daN)		266.877
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)		308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)		493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo		2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	206	0	14	8	8
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-90	0	-20	-27	-27
totale	296	0	34	35	35

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	11	27	23	-285	-290

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	146	106

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	Luce Campata - L i (m) 50,70

Luce Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,42	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	29,27	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	21,15	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

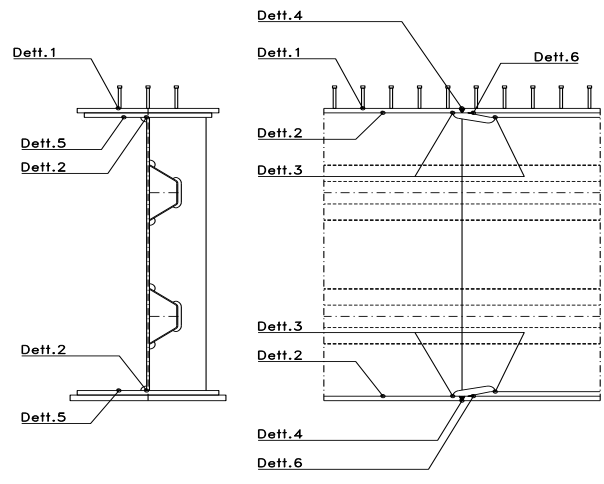
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	57,09	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,98	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,94	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	61,63	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	57,95	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' 0

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.438	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m 1

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,14 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-142,29	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	227,18	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	64,76	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1=30xt1= 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw - 70) <= 2,00$	1,56	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,937	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,597	
δ	AL/(hw tw)	0,194	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,668	

0,937

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,47	3,79

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ 52,47 $\gamma(L,\sigma)$ 3,79

$I_t = 155.080.208 > 82.249.746$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1=30xt1= 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet^3**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K 1,00 γ_T 30,51

$I_t = 859.302.562 > 30.616.454$ **VERIFICA SODDISFATTA**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,937

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,51

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.438
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -142,3	σ_2 = 227,18
	τ = 64,8	y_n (mm)= 938,9

Deve essere verificata la disuguaglianza: **$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-142,3	-14,2	112,1		
σ_2	-17,9	108,3	236,4		
σ_1^*	142,3	14,2	-112,1		
σ_2^*	17,9	-108,3	-236,4		
τ	64,8	64,8	64,8		
ψ	0,13	-7,65	2,11		
σ_{id}	181,19	113,07	158,57		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
k_{σ}	6,851	-	2,617		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	371,38	-	141,88		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	402,19	618,65	549,82		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	325,66	343,08	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,80	3,03	2,14		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.850	Msd= 23.616
Momento resistente delle sole piattabande:	M_{rd} = 24.568	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M_{rd} = 34.538	kNm
Spessore equivalente anima:	t_{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V_{rd} = V_{cr}+V_t				
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	28	ti	34
θ	0,818	N_{fd}	9.950.662		
ϕ	0,545	M_{fs}	50.907.354	M_{fi}	5.085.685
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h \cdot t_{we2} \cdot \tau^* = 10.834.861 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 10.834.861 \text{ N}$
Verifica= 10.834.861 N \geq 1.849.676

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	14 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.707 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	2.166.972 N
Area = A	9.999 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41 mm
Inerzia = J	200.836.195 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	141,73 mm
Snellezza = λ	12,04
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	14.294 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	142.921.492 N
Carico resistente a instabilità = NRd	3.549.574 N

NRd = 3.549.574 \geq **NRd** = 2.166.972

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η_T	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta^* \varepsilon \sqrt{k_T} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,191	[-]

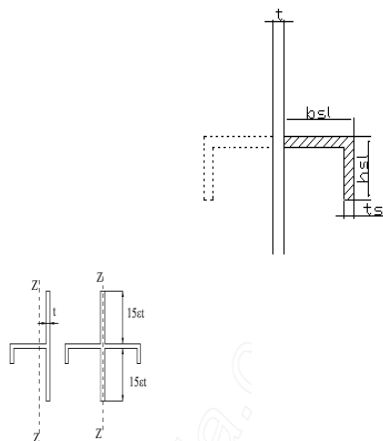


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello			$\lambda_{w,1}$	1,820	[-]

Snellezza di calcolo	λ_w	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)		A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)		0,697	[-]
γ_{M1}		1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3		4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:

Vbf,Rd 0,000 [kN]

N

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	28	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	34	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	19.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	27.200	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	28	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	697	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	594,10	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.531	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	17.546	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	16.711	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = **4.949** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	1.850	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	11.136	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	23.616	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red}$ = **4,77** [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$ = **4.546** [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = **0,41** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

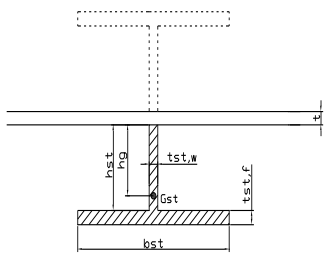
Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	14	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

$\sqrt{2}$

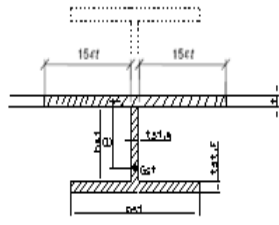


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	24.219,44	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	24.283,79	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	13.395	[mm ²]



>>>>>

σ_{max}	142,29	[MPa]
N_{Ed}	953,01	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,33	[MPa]
e_{max}	266,74	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,28	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 1.962.077 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 131.913.621$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 1.962.077$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

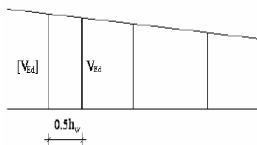
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.850 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 =$ 210,73 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 210,73 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 3,26 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

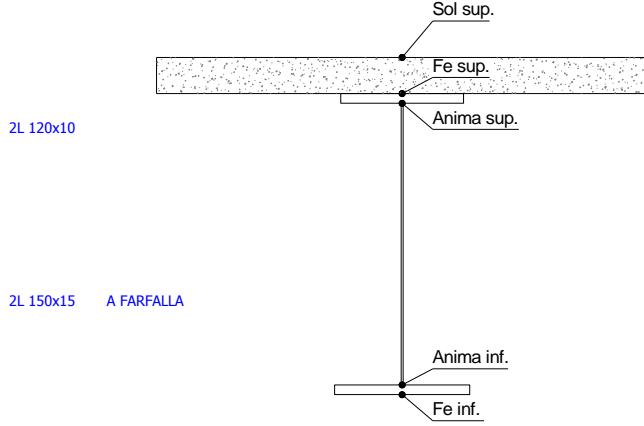
Foglio
1 di 15

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,8
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,4
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	497,4
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	497,4
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,678E-04
	Riduzione per non contemporaneità	0
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
	Diametro pioli (mm)	22
PIOLI	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	40
	Altezza gola anima sup. (mm)	6
SALDATURE	Altezza gola anima inf. (mm)	6
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

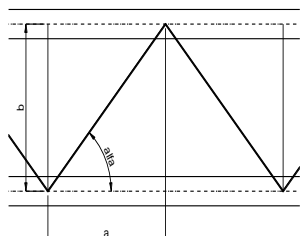
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C14
FRAME	221
JOINT	
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,87	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	38,28		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,87	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	38,28		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	809	113,6	8.715.718	3.914.469	0	63.908	76.709	65.247	79.075
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.712	195,6	19.112.563	11.871.851	3.686.110	351.543	97.696	370.631
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.118	228,7	23.351.739	13.129.645	2.683.689	1.096.507	102.105	1.262.497
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.818	199,9	19.654.224	12.071.292	3.533.356	392.273	98.322	415.492
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.559	188,4	18.195.079	11.492.485	3.981.225	295.357	96.579	309.421

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	107	0	0	0	0		0	0		
Peso proprio soletta	484	0	0	4	4		4	4		
Permanenti	227	0	0	1	1		1	1		
Effetti primari del ritiro	362	524	0	0	0		0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0		
Accidentali mezzi + folla	1.015	0	61	68	68		68	68		
Vento	17	0	0	3	3		3	3		
Deformazioni termiche primarie	283	703	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche secondarie	219	0	0	5	5		5	5		
Cedimenti	40	0	2	2	2		2	2		

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	167	164	-135	-139	0	226	221	-183	-188
Peso proprio soletta	0	757	742	-612	-631	0	1.248	1.223	-1.009	-1.040
Permanenti	6	65	61	-228	-232	9	1.345	1.315	-1.351	-1.389
Effetti primari del ritiro	-8	381	375	-74	-80	0	1.802	1.765	-1.440	-1.485
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	1.802	1.765	-1.440	-1.485
Accidentali mezzi + folla	38	93	80	-979	-994	51	1.927	1.874	-2.762	-2.827
Vento	1	2	1	-16	-17	51	1.928	1.875	-2.777	-2.842
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	48	52	54	1.747	1.696	-2.742	-2.804
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	20	17	-211	-214	60	1.762	1.709	-2.895	-2.959
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-48	-52	48	2.109	2.054	-2.811	-2.879
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-20	-17	211	214	43	2.095	2.041	-2.659	-2.725
Cedimenti	1	14	13	-41	-41	61	2.126	2.069	-2.943	-3.008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		3,01	4,06
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	5,01
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	5,01
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	5,01
Accidentali mezzi + folla	175	194	115	236	261	156		42,75	62,72
Vento	0	0	0	236	261	156		1,89	64,42
Deformazioni termiche	0	0	0	236	261	156		3,14	66,68
Cedimenti	5	6	4	243	269	160		1,27	68,20

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	3	3	3	4	4	4
Permanenti	1	1	1	5	5	5
Effetti primari del ritiro	0	0	0	5	5	5
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	5	5	5
Accidentali mezzi + folla	218	236	158	299	324	218
Vento	2	2	2	301	326	220
Deformazioni termiche	3	3	3	303	328	222
Cedimenti	6	8	5	311	337	229

τ _{media}
292,2

Rapp τ
0,17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	221	183
Peso proprio soletta	1.223	1.009
Permanenti	1.315	1.351
Effetti primari del ritiro	1.765	1.440
Effetti secondari del ritiro	1.765	1.440
Accidentali mezzi + folla	1.944	2.788
Vento	1.946	2.803
Deformazioni termiche	2.107	2.920
Cedimenti	2.138	2.970

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI	
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	99	149
Effetti primari del ritiro	434	669
Effetti secondari del ritiro	0	669
Accidentali mezzi + folla	219	965
Vento	4	968
Deformazioni termiche	287	1.174
Cedimenti	20	1.198

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,63	0,89

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	167	164	-135	-139	0	167	164	-135	-139
Peso proprio soletta	0	757	742	-612	-631	0	925	906	-747	-770
Permanenti	6	65	61	-228	-232	6	989	967	-976	-1.003
Effetti primari del ritiro	-8	381	375	-74	-80	-2	1.370	1.343	-1.050	-1.083
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.370	1.343	-1.050	-1.083
Accidentali mezzi + folla	38	93	80	-979	-994	36	1.463	1.423	-2.029	-2.077
Vento	1	2	1	-16	-17	36	1.463	1.424	-2.039	-2.087
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	48	52	39	1.313	1.275	-2.010	-2.056
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	20	17	-211	-214	43	1.325	1.285	-2.137	-2.184
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-48	-52	34	1.614	1.572	-2.067	-2.118
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-20	-17	211	214	29	1.602	1.562	-1.941	-1.989
Cedimenti	1	14	13	-41	-41	44	1.628	1.585	-2.177	-2.226

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		3,01	3,01
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	3,64
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	3,64
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	3,64
Accidentali mezzi + folla	175	194	115	175	194	115		42,75	46,39
Vento	0	0	0	175	194	115		1,89	48,27
Deformazioni termiche	0	0	0	175	194	115		3,14	51,42
Cedimenti	5	6	4	180	200	119		1,27	52,68

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	3	3	3	3	3	3
Permanenti	1	1	1	4	4	4
Effetti primari del ritiro	0	0	0	4	4	4
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	4	4	4
Accidentali mezzi + folla	218	236	158	221	240	162
Vento	2	2	2	223	241	163
Deformazioni termiche	3	3	3	224	243	165
Cedimenti	6	8	5	231	251	170

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	164	135
Peso proprio soletta	906	747
Permanenti	967	976
Effetti primari del ritiro	1.343	1.050
Effetti secondari del ritiro	1.343	1.050
Accidentali mezzi + folla	1.474	2.048
Vento	1.475	2.058
Deformazioni termiche	1.620	2.156
Cedimenti	1.635	2.197

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12,50	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	242	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		173	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,300	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,800	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,808	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,949	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 15

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.438	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	210,3	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-294,7	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	37,8	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,8	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,808	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,949	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	181	mm	b_2 =	1.593	mm
ψ_1 =	0,180	-	ψ_2 =	-7,806	-	b_{2t} =	1.412	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,669	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,982	-	λ_{p2} =	0,114	-			
ρ_1 =	0,837	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	340	[mm]	$b_{2,sup}$	72	mm			
$b_{1,inf}$	480	[mm]	$b_{2,lat}$	109	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	687	[mm]	$b_{2,eff}$	181	mm			
$b_{1,lat,eff}$	285	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	72	mm			
$b_{1,inf,eff}$	402	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	109	mm			
$x_{1,eff}$	134	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.709	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	63	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	10.976	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.605	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.438	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.076	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.970	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	15.765	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	14.084	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.613	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,967	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,148	[-]	snellezza
ψ	-1,401	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	14.709	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	10.976	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.613	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,925	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.962	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	15.724	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,145	[-]	snellezza
i	86	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	63	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	77	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	77	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,570	[-]	
Φ	0,495	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 19.120 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	847	114	8.523.995	3.914.469	0	62.608	74.870	63.922	77.175
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.750	19.137.242	11.871.851	3.622.482	341.633	98.654	359.608	100.414
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.155	23.607.706	13.129.645	2.649.258	1.044.356	103.818	1.192.005	105.394
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.856	19.703.959	12.071.292	3.473.671	380.788	99.387	402.571	101.121
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.596	18.180.428	11.492.485	3.910.318	287.476	97.347	300.794	99.152

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 15

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo		
	M+N* e_{kl} (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e_{kl} (cm)
Peso proprio acciaio	107	0	0	0	0	0,23
Peso proprio soletta	484	0	0	4	4	0,23
Permanenti	227	0	0	1	1	-1,65
Effetti primari del ritiro	371	524	0	0	0	-1,64
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,64
Accidentali mezzi + folla	1.015	0	61	68	68	-1,31
Vento	17	0	0	3	3	-1,31
Deformazioni termiche primarie	293	703	0	0	0	-1,31
Deformazioni termiche secondarie	219	0	0	5	5	-1,31
Cedimenti	40	0	2	2	2	-1,64

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
0	0
4	4
1	1
0	0
0	0
68	68
3	3
0	0
5	5
2	2

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	171	167	-139	-143	0	231	226	-187	-193
Peso proprio soletta	0	773	757	-627	-646	0	1.274	1.248	-1.034	-1.066
Permanenti	6	66	63	-226	-230	9	1.374	1.343	-1.373	-1.411
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-84	-91	0	1.830	1.792	-1.474	-1.520
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	1.830	1.792	-1.474	-1.520
Accidentali mezzi + folla	38	97	85	-963	-978	51	1.961	1.907	-2.774	-2.839
Vento	1	2	1	-16	-16	52	1.963	1.909	-2.789	-2.854
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-247	55	59	55	1.782	1.730	-2.749	-2.812
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	21	18	-208	-211	61	1.797	1.744	-2.899	-2.964
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	247	-55	-59	49	2.143	2.087	-2.828	-2.897
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-21	-18	208	211	43	2.128	2.073	-2.678	-2.745
Cedimenti	1	14	13	-40	-41	62	2.160	2.103	-2.947	-3.013

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		3,01	4,06
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	5,01
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	5,01
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	5,01
Accidentali mezzi + folla	179	194	113	242	261	153		42,75	62,72
Vento	0	0	0	242	261	153		1,89	64,42
Deformazioni termiche	0	0	0	242	261	153		3,14	66,68
Cedimenti	5	6	4	248	269	158		1,27	68,20

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	3	3	3	4	4	4
Permanenti	1	1	1	5	5	5
Effetti primari del ritiro	0	0	0	5	5	5
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	5	5	5
Accidentali mezzi + folla	222	236	156	304	324	216
Vento	2	2	2	306	326	217
Deformazioni termiche	3	3	3	308	328	220
Cedimenti	7	8	5	316	337	226

τ_{media}
293,1

Rapp τ
0,17

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	226	187
Peso proprio soletta	1.248	1.034
Permanenti	1.343	1.373
Effetti primari del ritiro	1.792	1.474
Effetti secondari del ritiro	1.792	1.474
Accidentali mezzi + folla	1.979	2.799
Vento	1.981	2.814
Deformazioni termiche	2.154	2.924
Cedimenti	2.173	2.973

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,64	0,89

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
--------------------	----------

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA
----------------------------	--------------------------------

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 15

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	171	167	-139	-143	0	171	167	-139	-143
Peso proprio soletta	0	773	757	-627	-646	0	944	925	-766	-789
Permanenti	6	66	63	-226	-230	6	1.010	988	-992	-1.019
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-84	-91	-2	1.390	1.362	-1.076	-1.110
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.390	1.362	-1.076	-1.110
Accidentali mezzi + folla	38	97	85	-963	-978	27	1.463	1.426	-1.798	-1.843
Vento	1	2	1	-16	-16	27	1.463	1.426	-1.798	-1.843
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-247	55	59	29	1.313	1.278	-1.766	-1.808
Deformazioni termiche secondarie +DT	8	21	18	-208	-211	34	1.325	1.289	-1.890	-1.935
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	247	-55	-59	25	1.614	1.575	-1.831	-1.879
Deformazioni termiche secondarie -DT	-8	-21	-18	208	211	20	1.601	1.564	-1.707	-1.752
Cedimenti	1	14	13	-40	-41	35	1.628	1.588	-1.931	-1.976

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		3,01	3,01
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,63	3,64
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	3,64
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	3,64
Accidentali mezzi + folla	179	174	113	134	131	85		42,75	35,70
Vento	0	0	0	134	131	85		1,89	35,70
Deformazioni termiche	0	0	0	134	131	85		3,14	37,59
Cedimenti	5	6	4	140	136	89		1,27	38,85

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	3	3	3	3	3	3
Permanenti	1	1	1	4	4	4
Effetti primari del ritiro	0	0	0	4	4	4
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	4	4	4
Accidentali mezzi + folla	222	217	156	170	166	121
Vento	2	2	2	170	166	121
Deformazioni termiche	3	3	3	172	168	123
Cedimenti	7	7	5	178	175	128

T_{media}
160,50

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	137,18	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	416	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	0,455	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,145	VERIFICA SODDISFATTA	0,41

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 15

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

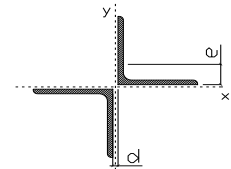
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,787
Snellezza adimensionale y-y	0,593
Coefficiente Φ x-x	0,910
Coefficiente Φ y-y	0,743

W _{el} di 1 controvento (cm ³)	83,54
W _{eff} di 1 controvento (cm ³)	67,99
A _{eff} di 1 controvento (cm ²)	34,83
Coefficiente λ x-x	0,732
Coefficiente λ y-y	0,841
Coefficiente λ min	0,732
Coefficiente λ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
$\alpha_{M,x-x}$ (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{x-x} (Tab. C4.2.IV)	1,09
k_{y-x} (Tab. C4.2.IV)	0,87
eN (cm)	0,09

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	0,00	0	0	0	0
Peso proprio soletta	4,21	1.426	0	1.925	0
Permanenti	0,89	300	0	2.375	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	2.375	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	2.375	0
Accidentali mezzi	59,85	20.270	0	29.740	0
Vento	2,64	894	0	30.544	0
Deformazioni termiche	4,40	1.490	0	31.617	0
Cedimenti	1,77	600	0	32.338	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	32.338
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,19
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,17

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	376,02 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	376,02 (daN/cm ²)	σ 1	376,02 (daN/cm ²)
t (mm)	12	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	376,02 (daN/cm ²)	σ 2	376,02 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
Sezione solo compressa		σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	c/t	10,17 (-)	c/t	10,17 (-)
h/t	12,50	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k_{\sigma}}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	12,50	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI A_{eff} e J_{eff}

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	464,16 (daN/cm ²)	c	122 (mm)	c	122 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	464,16 (daN/cm ²)	σ 1	464,16 (daN/cm ²)
t (mm)	12	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	464,16 (daN/cm ²)	σ 2	464,16 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k_{σ}	0,43 (-)	k_{σ}	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,67 (-)	λ_p	0,67 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	122,0 (mm)	beff	122,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				A _{eff}	34,83 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,16 (cm)	σ N	464,16 (daN/cm ²)
				eN	0,09 (cm)	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)
				J _{eff}	736,92 (cm ⁴)	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 15

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0
Accidentali mezzi + folla	3.133	3.133
Vento	0	3.133
Deformazioni termiche	0	3.133
Cedimenti	79	3.212

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	217	292	143	192	0	0	0	0
Vento	0	292	0	192	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	292	0	192	0	0	0	0
Cedimenti	6	300	5	198	0	0	0	0

VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	224	0	17	17	17	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-60	0	-16	-8	-8	
totale	284	0	33	25	25	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	11	26	22	-274	-278

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	136	96

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

	1,000
Luce Campata - L i (m)	50,70

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i+1 (m)	42,25
--------------------------	-------

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,28	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	27,20	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	19,18	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

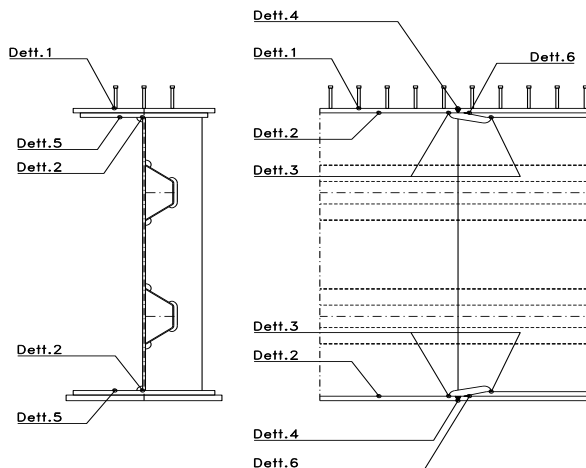
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	54,80	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,98	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,94	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	59,16	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	55,63	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
11 di 15

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA'	0
------------	---

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.438	mm
tw	spessore dell'anima	14	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irrigidimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m	1
------------	---

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 174,14 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-210,26	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	294,73	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	29,31	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 265 t = 25 b2 = 0
 b1 = 30xt1 = 420 t1 = 14
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00	1,56	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,937	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,402	
δ	AL/(hw tw)	0,194	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,668	

0,937

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,47	3,79

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$	52,47	$\gamma(L,\sigma)$	3,79
------------------	-------	--------------------	------

I_L = 155.080.208 > 82.249.746 VERIFICA SODDISFATTA

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	14	360	5.040	180
ala	340,2	14	4.763	367

Pareti sottili con bordo irrigidito b/t <= 12
 b = 360 t = 14 b2 = 326,2
 b1 = 30xt1 = 420 t1 = 14

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw e1^3**

0,937

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,51

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K	1,00	γ_T	30,51
---	------	------------	-------

I_L = 859.302.562 > 30.616.454 VERIFICA SODDISFATTA

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.438
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -210,3	σ_2 = 294,73
	τ = 29,3	y_n (mm)= 1.015,1

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
tl	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-210,3	-35,1	137,4		
σ_2	-40,3	132,2	307,4		
σ_1^*	210,3	35,1	-137,4		
σ_2^*	40,3	-132,2	-307,4		
τ	29,3	29,3	29,3		
ψ	0,19	-3,76	2,24		
σ_{id}	216,31	61,74	146,49		
$\sigma_{cr,0}$	54,21	55,90	54,21		
$k\sigma$	6,503	-	2,517		
$k\sigma$	-	-	-		
$k\sigma$	-	23,900	-		
$k\tau$	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	352,53	-	136,47		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1336,01	-		
τ_{cr}	317,44	326,47	317,44		
$\sigma_{cr,id}$	356,64	752,69	549,82		
$0,8 \cdot f_d$	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	316,66	347,00	339,82		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,46	5,62	2,32		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
	OK	OK	OK		

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 831	Msd= 29.949
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd = 24.568	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M'rd = 34.521	kNm
Spessore equivalente anima:	twe2 = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	317,44	bs	700	bi	800
σ_{td}	-194,17	ts	28	ti	34
θ	0,818	Nfd	9.950.662	Mfi	5.085.685
Φ	0,545	Mfs	50.907.354	di	0,00
		ds	0,00		

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 10.834.861 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 10.834.861 \text{ N}$
 $Verifica = 7.343.851 \text{ N} \geq 831.398$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	14 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.707 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	2.166.972 N
Area = A	9.999 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	272,41 mm
Inerzia = J	200.836.195 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	141,73 mm
Snellezza = λ	12,04
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	14.294 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	142.921.492 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	3.549.574 N

$N_{Rd} = 3.549.574 \text{ N} \geq N_{rd} = 2.166.972 \text{ N}$

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello $k\tau$ 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio $k\tau$	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σE	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τcr	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λw	1,191	[-]

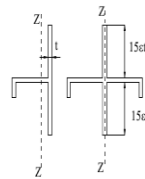


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	$\alpha 1$	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k\tau,1$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λw	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χw (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
$\gamma M1$	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	28	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	34	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	19.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	27.200	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	28	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	697	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	594,10	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.531	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	17.546	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	16.711	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$ = 4.949 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	831	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	11.136	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	29.949	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 6,05$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 4.546$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,18$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

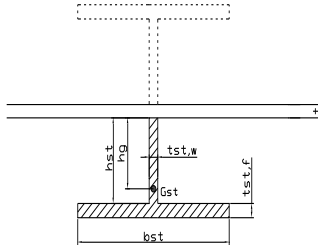
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	14	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

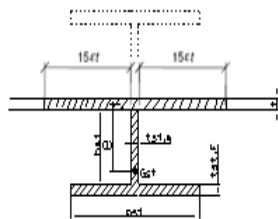
L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)



Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	15.723,64	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	15.764,86	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	13.613	[mm ²]



σ_{max}	210,26	[MPa]
N_{Ed}	1.431,11	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,50	[MPa]
e_{max}	266,74	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,28	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.946.500$ [mm⁴]

$I_s = 131.913.621$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.946.500$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

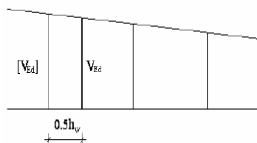
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione $N_{st,Ed}$ e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
15 di 15

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 831 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 =$ 316,46 [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed}$ 316,46 [kN]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st}w \cdot t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

e_{max} 267 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} w_0} =$ 0,00 [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m)$ 0,00 [mm] < $b/300 =$ 8,33 [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} w_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m)$ 4,91 [MPa] ≤ 322,73 [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk} 355 [MPa]

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st}w \cdot t$) 9.880 [mm²]

I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro) 131.913.621 [mm⁴]

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$ 2.500 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$ 43.745 [kN]

Snellezza adimensionale λ 0,28 [-]

Coefficiente di imperfezione α 0,49 [-]

Coefficiente ϕ 0,56

Coefficiente di riduzione χ 0,96

Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento 3.053,78 [kN]

Azione sollecitante $N_{st,ten}$ 0,00 [kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250
	Interasse travi metalliche (cm)	500
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,8
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,4
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,4
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000

Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C14
FRAME	221
JOINT	256
num. Travi	2

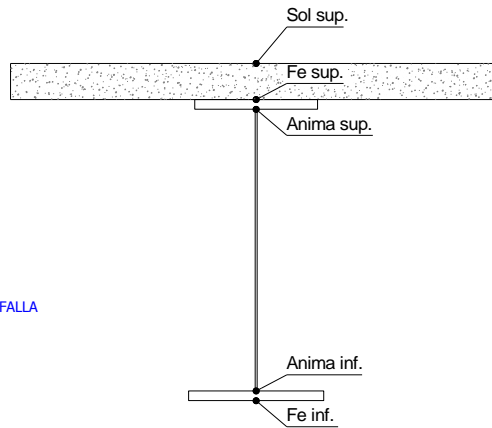
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	457,0
	Area controventi superiori (cm ²)	46,40
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 120x10

CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0
	Numero controventi	2
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6

2L 150x15 A FARFALLA

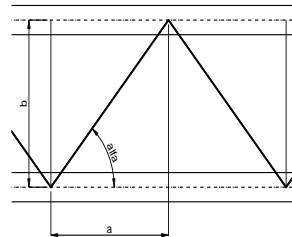


SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400
	Spessore totale soletta (cm)	33
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28
	Larghezza sol. collaborante (cm)	497,4

diametro ferri superiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	24,87	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	38,28		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	24,87	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	38,28		

COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04

PIOLI	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	15
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25



SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6
	Altezza gola anima inf. (mm)	6
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Larghezza gola anima sup. (mm)	8
Larghezza gola anima inf. (mm)	8
Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	809	113,6	8.715.718	3.914.469	0	63.908	76.709	65.247	79.075
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.712	195,6	19.112.563	11.871.851	3.686.110	351.543	97.696	370.631
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.118	228,7	23.351.739	13.129.645	2.683.689	1.096.507	102.105	1.262.497
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.818	199,9	19.654.224	12.071.292	3.533.356	392.273	98.322	415.492
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.559	188,4	18.195.079	11.492.485	3.981.225	295.357	96.579	309.421

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)	1°Nodo					valori x10 ⁴	2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	101	0	3	8	8		8	8			
Peso proprio soletta	462	0	14	35	35		35	35			
Permanenti	215	0	7	18	18		18	18			
Effetti primari del ritiro	362	524	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	879	0	74	143	143		143	143			
Vento	19	0	0	10	10		10	10			
Deformazioni termiche primarie	283	703	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	129	0	0	15	15		15	15			
Cedimenti	23	0	2	0	0		0	0			

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	158	155	-128	-132	0	213	209	-172	-178
Peso proprio soletta	0	723	708	-584	-602	0	1.189	1.165	-961	-991
Permanenti	6	61	58	-216	-220	9	1.281	1.252	-1.286	-1.321
Effetti primari del ritiro	-8	381	375	-74	-80	-1	1.738	1.702	-1.374	-1.417
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.738	1.702	-1.374	-1.417
Accidentali mezzi + folla	33	80	70	-848	-861	43	1.846	1.796	-2.519	-2.579
Vento	1	2	2	-18	-19	44	1.848	1.798	-2.536	-2.596
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	48	52	47	1.667	1.619	-2.501	-2.559
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	12	10	-124	-126	50	1.675	1.627	-2.591	-2.650
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-48	-52	41	2.029	1.976	-2.570	-2.633
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-12	-10	124	126	38	2.020	1.969	-2.480	-2.542
Cedimenti	1	8	7	-23	-24	51	2.038	1.985	-2.619	-2.678

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	7	9	13	10		6,02	8,12
Peso proprio soletta	30	44	35	50	73	57		26,32	43,65
Permanenti	19	22	14	78	106	78		11,39	60,73
Effetti primari del ritiro	0	0	0	78	106	78		0,00	60,73
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	78	106	78		0,00	60,73
Accidentali mezzi + folla	212	235	140	364	423	267		89,90	182,09
Vento	0	0	0	364	423	267		6,29	187,75
Deformazioni termiche	0	0	0	364	423	267		9,43	194,53
Cedimenti	5	6	4	371	431	271		0,00	194,53

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	13	16	13	17	21	18
Peso proprio soletta	57	71	61	93	117	101
Permanenti	30	34	25	138	167	139
Effetti primari del ritiro	0	0	0	138	167	139
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	138	167	139
Accidentali mezzi + folla	302	325	230	546	605	449
Vento	6	6	6	552	611	454
Deformazioni termiche	9	9	9	559	618	461
Cedimenti	5	6	4	565	625	466

τ_{media}
552,2

Rapp τ
0,32

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	211	175
Peso proprio soletta	1.176	977
Permanenti	1.275	1.308
Effetti primari del ritiro	1.719	1.395
Effetti secondari del ritiro	1.719	1.395
Accidentali mezzi + folla	2.031	2.636
Vento	2.036	2.655
Deformazioni termiche	2.194	2.711
Cedimenti	2.213	2.740

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI	
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	94	141
Effetti primari del ritiro	434	662
Effetti secondari del ritiro	0	662
Accidentali mezzi + folla	189	917
Vento	4	921
Deformazioni termiche	287	1.127
Cedimenti	11	1.141

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,65	0,81

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	158	155	-128	-132	0	158	155	-128	-132
Peso proprio soletta	0	723	708	-584	-602	0	881	863	-712	-734
Permanenti	6	61	58	-216	-220	6	942	921	-928	-954
Effetti primari del ritiro	-8	381	375	-74	-80	-2	1.323	1.296	-1.002	-1.034
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.323	1.296	-1.002	-1.034
Accidentali mezzi + folla	33	80	70	-848	-861	30	1.403	1.366	-1.850	-1.895
Vento	1	2	2	-18	-19	31	1.404	1.367	-1.861	-1.906
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-248	48	52	33	1.253	1.218	-1.832	-1.875
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	12	10	-124	-126	36	1.260	1.224	-1.907	-1.951
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	248	-48	-52	29	1.555	1.516	-1.890	-1.937
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-12	-10	124	126	26	1.548	1.510	-1.815	-1.862
Cedimenti	1	8	7	-23	-24	37	1.563	1.523	-1.930	-1.975

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	7	7	10	7		6,02	6,02
Peso proprio soletta	30	44	35	37	54	42		26,32	32,33
Permanenti	19	22	14	55	76	56		11,39	43,72
Effetti primari del ritiro	0	0	0	55	76	56		0,00	43,72
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	55	76	56		0,00	43,72
Accidentali mezzi + folla	212	235	140	268	311	196		89,90	133,61
Vento	0	0	0	268	311	196		6,29	139,90
Deformazioni termiche	0	0	0	268	311	196		9,43	149,33
Cedimenti	5	6	4	273	317	200		0,00	149,33

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	13	16	13	13	16	13
Peso proprio soletta	57	71	61	69	86	75
Permanenti	30	34	25	99	120	100
Effetti primari del ritiro	0	0	0	99	120	100
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	99	120	100
Accidentali mezzi + folla	302	325	230	401	445	330
Vento	6	6	6	405	448	333
Deformazioni termiche	9	9	9	411	454	339
Cedimenti	5	6	4	416	461	343

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	156	130
Peso proprio soletta	871	724
Permanenti	937	944
Effetti primari del ritiro	1.308	1.017
Effetti secondari del ritiro	1.308	1.017
Accidentali mezzi + folla	1.533	1.936
Vento	1.537	1.949
Deformazioni termiche	1.674	1.995
Cedimenti	1.685	2.020

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,8	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		12,50	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	242	cm
Spessore parte compressa	t	1,4	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		173	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore
Raddoppio ala superiore

b _p =	34,300	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,800	cm	t _{radd} =	0,000	cm

κσ =	0,430	-	κσ' =	0,430	-
λ _{pp} =	0,808	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	0,949	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.438	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	171	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	202,0	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-262,6	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	43,3	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,3	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,8	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,808	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,949	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	225	mm	b_2 =	1.593	mm
ψ_1 =	0,214	-	ψ_2 =	-6,070	-	b_{2t} =	1.367	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,487	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,996	-	λ_{p2} =	0,142	-			
ρ_1 =	0,826	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	343	[mm]	$b_{2,sup}$	90	mm			
$b_{1,inf}$	478	[mm]	$b_{2,lat}$	135	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	678	[mm]	$b_{2,eff}$	225	mm			
$b_{1,lat,eff}$	283	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	90	mm			
$b_{1,inf,eff}$	394	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	135	mm			
$x_{1,eff}$	143	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	14.923	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	62	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.059	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.605	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.438	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.095	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.950	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	13.285	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	14.298	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	13.759	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	0,962	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,160	[-]	snellezza
ψ	-1,300	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_c :

Asl,1	14.923	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.059	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	13.759	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,922	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.942	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	13.250	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,157	[-]	snellezza
i	86	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	62	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	78	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	78	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,571	[-]	
Φ	0,500	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,003	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t$ 19.615 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	14,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} =$ 338,1 N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon =$ 0,81

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animasup}$ (cm ³)	$W_{animaint}$ (cm ³)
Sezione metallica	846	114	8.512.840	3.914.469	0	62.462	74.864	63.772	77.171
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.749	19.136.967	11.871.851	3.622.030	341.568	98.658	359.536	100.418
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	3.154	23.607.165	13.129.645	2.649.575	1.044.699	103.812	1.192.456	105.388
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.854	19.703.807	12.071.292	3.473.383	380.738	99.390	402.516	101.124
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.595	18.179.841	11.492.485	3.909.521	287.392	97.353	300.702	99.158

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	M+N*eq (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo		eq (cm)
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	101	0	3	8	8	0,09
Peso proprio soletta	462	0	14	35	35	0,09
Permanenti	215	0	7	18	18	-1,66
Effetti primari del ritiro	371	524	0	0	0	-1,65
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,65
Accidentali mezzi + folla	879	0	74	143	143	-1,30
Vento	19	0	0	10	10	-1,30
Deformazioni termiche primarie	292	703	0	0	0	-1,30
Deformazioni termiche secondarie	129	0	0	15	15	-1,30
Cedimenti	23	0	2	0	0	-1,65

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
8	8
35	35
18	18
0	0
0	0
143	143
10	10
0	0
15	15
0	0

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	162	158	-131	-135	0	218	214	-177	-182
Peso proprio soletta	0	740	724	-599	-617	0	1.217	1.192	-985	-1.015
Permanenti	6	63	60	-214	-218	9	1.311	1.282	-1.306	-1.342
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-84	-90	-1	1.767	1.731	-1.407	-1.451
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1	1.767	1.731	-1.407	-1.451
Accidentali mezzi + folla	33	84	74	-834	-847	44	1.881	1.831	-2.533	-2.594
Vento	1	2	2	-18	-18	45	1.883	1.832	-2.549	-2.610
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-247	55	59	47	1.702	1.654	-2.510	-2.568
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	12	11	-122	-124	51	1.711	1.662	-2.598	-2.657
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	247	-55	-59	42	2.063	2.010	-2.588	-2.653
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-12	-11	122	124	39	2.054	2.003	-2.500	-2.563
Cedimenti	1	8	8	-23	-24	52	2.073	2.020	-2.626	-2.686

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	10	8	9	13	10		6,02	8,12
Peso proprio soletta	31	44	36	51	73	59		26,32	43,65
Permanenti	19	22	14	79	106	79		11,39	60,73
Effetti primari del ritiro	0	0	0	79	106	79		0,00	60,73
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	79	106	79		0,00	60,73
Accidentali mezzi + folla	217	235	137	373	423	265		89,90	182,09
Vento	0	0	0	373	423	265		6,29	187,75
Deformazioni termiche	0	0	0	373	423	265		9,43	194,53
Cedimenti	5	6	4	379	431	269		0,00	194,53

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	13	16	14	17	21	18
Peso proprio soletta	57	71	62	95	117	102
Permanenti	30	34	25	140	167	140
Effetti primari del ritiro	0	0	0	140	167	140
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	140	167	140
Accidentali mezzi + folla	307	325	227	555	605	447
Vento	6	6	6	560	611	452
Deformazioni termiche	9	9	9	567	618	459
Cedimenti	5	6	4	573	625	464

τ_{media}
554,3

Rapp τ
0,32

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	216	180
Peso proprio soletta	1.203	1.001
Permanenti	1.304	1.328
Effetti primari del ritiro	1.748	1.428
Effetti secondari del ritiro	1.748	1.428
Accidentali mezzi + folla	2.068	2.649
Vento	2.073	2.667
Deformazioni termiche	2.238	2.717
Cedimenti	2.251	2.746

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,67	0,81

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	162	158	-131	-135	0	162	158	-131	-135
Peso proprio soletta	0	740	724	-599	-617	0	901	883	-730	-752
Permanenti	6	63	60	-214	-218	6	964	943	-944	-970
Effetti primari del ritiro	-8	380	375	-84	-90	-2	1.344	1.317	-1.028	-1.060
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.344	1.317	-1.028	-1.060
Accidentali mezzi + folla	33	84	74	-834	-847	23	1.407	1.373	-1.653	-1.695
Vento	1	2	2	-18	-18	23	1.407	1.373	-1.653	-1.695
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-251	-247	55	59	25	1.257	1.224	-1.621	-1.660
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	12	11	-122	-124	28	1.264	1.231	-1.694	-1.735
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	251	247	-55	-59	21	1.558	1.521	-1.686	-1.731
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-12	-11	122	124	18	1.551	1.515	-1.613	-1.656
Cedimenti	1	8	8	-23	-24	29	1.566	1.529	-1.717	-1.758

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	7	9	8	7	9	8		6,02	6,02
Peso proprio soletta	31	40	36	38	49	43		26,32	32,33
Permanenti	19	20	14	57	69	57		11,39	43,72
Effetti primari del ritiro	0	0	0	57	69	57		0,00	43,72
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	57	69	57		0,00	43,72
Accidentali mezzi + folla	217	211	137	220	227	160		89,90	111,14
Vento	0	0	0	220	227	160		6,29	111,14
Deformazioni termiche	0	0	0	220	227	160		9,43	116,80
Cedimenti	5	6	4	225	233	164		0,00	116,80

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	13	15	14	13	15	14
Peso proprio soletta	57	66	62	70	81	76
Permanenti	30	31	25	100	112	101
Effetti primari del ritiro	0	0	0	100	112	101
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	100	112	101
Accidentali mezzi + folla	307	301	227	331	338	271
Vento	6	6	6	331	338	271
Deformazioni termiche	9	9	9	336	344	277
Cedimenti	5	6	4	342	350	281

τ_{media}
324,11

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento (λ = a/l)w	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σE	5,96	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σE	53,67	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σE	13,40	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di σ = 0	x	132,25	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σs1	447	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	14
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	kτ	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	kτ	28,23	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	kτ	22,17	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,451	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,190	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η₁
0,41

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio 8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

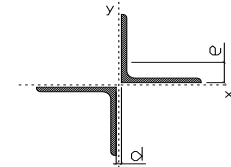
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,26
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,01
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	8,42	2.852	0	3.850	0
Peso proprio soletta	36,84	12.478	0	20.696	0
Permanenti	15,94	5.399	0	28.795	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	28.795	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	28.795	0
Accidentali mezzi	125,86	42.626	0	86.340	0
Vento	8,80	2.981	0	89.023	0
Deformazioni termiche	13,20	4.471	0	92.242	0
Cedimenti	0,00	0	0	92.242	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	92.242
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,50
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,42

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	1.072,59 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	1.072,59 (daN/cm ²)	σ 1	1.072,59 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	1.072,59 (daN/cm ²)	σ 2	1.072,59 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ N	1.071,97 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)	σ 1	1.071,97 (daN/cm ²)	σ 1	1.071,97 (daN/cm ²)
t (mm)	15	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)	σ 2	1.071,97 (daN/cm ²)	σ 2	1.071,97 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)	λ p	0,52 (-)	λ p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ N	1.071,97 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	σ M _{v,sup}	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	σ M _{v,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,sup}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,inf}	0,00 (daN/cm ²)
						σ M _{o,media}	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	296	296
Effetti primari del ritiro	0	296
Effetti secondari del ritiro	0	296
Accidentali mezzi + folla	3.800	4.096
Vento	0	4.096
Deformazioni termiche	0	4.096
Cedimenti	79	4.176

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	8	11	9	13	0	0	0	0
Peso proprio soletta	38	62	43	71	0	0	0	0
Permanenti	23	96	17	96	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	96	0	96	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	96	0	96	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	263	451	173	330	0	0	0	0
Vento	0	451	0	330	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	451	0	330	0	0	0	0
Cedimenti	6	459	5	336	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G14

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,80
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	27,6
	Spessore coprigiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	3,40
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprigiunto	cm	37,0
	Spessore coprigiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)		394.269
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		302.393
	Sforzo di taglio (daN)		197.134
	Resistenza coprigiunto R_{dcrq} (daN)		412.752
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.267.473
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		2.004.912
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		400.982
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		455.662
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		954.720
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	662.667	
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.126
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		1.957	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)		720.375
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		531.091
	Sforzo di taglio (daN)		360.187
	Resistenza coprigiunto R_{dcrq} (daN)		759.508
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		2.798.317
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		3.260.040
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		801.965
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		911.324
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		1.909.440
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)	853.960	919.619
	VERIFICA PIATTABANDA FORATA		
	Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)		2.812
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)		2.702	

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

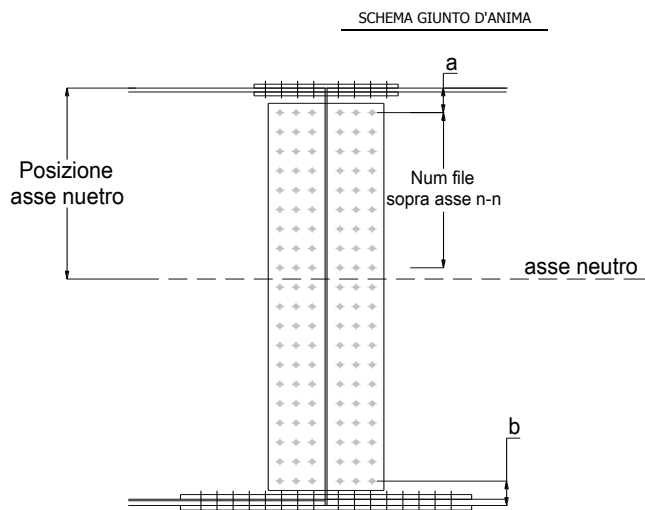
Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,4
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	108
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0	
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI COLLETTANTI	Taglio max (daN)	135.750
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	146.237
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	254.016
	Azione max bulloni sup. (daN)	12.240
	Azione max bulloni inf. (daN)	15.506
	Azione verticale sul bullone (daN)	2.611
Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	15.724	

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.370
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	1.969
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)	910
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)	1.268
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	531.807
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	693.565
	Scorrimento superiore (daN)	155.278
	Scorrimento inferiore (daN)	267.400
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	204	0	20	22	22	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-41	0	-12	-16	-16	
totale	245	0	32	38	38	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	9	22	19	-236	-240

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	142	103

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0
Conseguenze del collasso	ALTE
Tipo di sezione	CAMPATA

1,000

Luce Campata - L i (m) 50,70

Luce Campata - L i+1 (m) 42,25

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	3,69	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	28,45	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	20,67	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

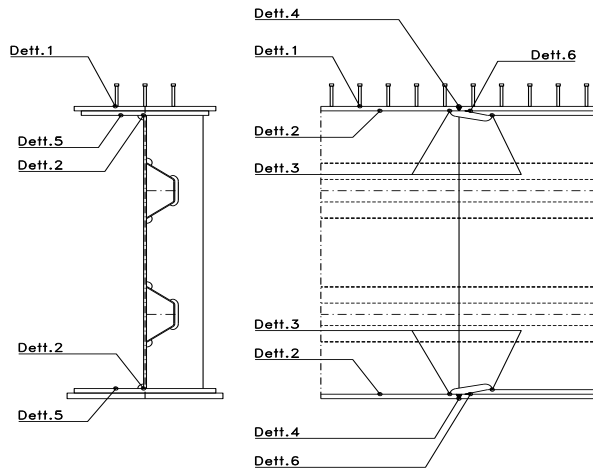
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	47,28	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	0,98	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,94	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	51,03	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	47,99	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.438
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ ₁ = -202,0	σ ₂ = 262,58
	τ= 55,4	γ _n (mm)= 1.059,9

Deve essere verificata la disuguaglianza: **ocr,red/oid >= β*v**

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	14	14	14		
α	2,78	2,83	2,78		
σ1	-202,0	-40,9	117,9		
σ2	-45,6	113,1	274,2		
σ1*	202,0	40,9	-117,9		
σ2*	45,6	-113,1	-274,2		
τ	55,4	55,4	55,4		
ψ	0,23	-2,77	2,33		
oid	223,62	104,34	152,02		
ocr,0	54,21	55,90	54,21		
kσ	6,335	-	2,452		
kσ	-	-	-		
kσ	-	23,900	-		
kτ	5,856	5,840	5,856		
ocr	343,44	-	132,90		
ocr	-	-	-		
ocr	-	1336,01	-		
τcr	317,44	326,47	317,44		
ocr,id	358,45	644,45	549,82		
0.8*fd	284	284	284		
ocr,red	317,10	344,04	339,82		
ocr,red/oid	1,42	3,30	2,24		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
β*v	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la ocr compaiono solo i casi corrispondenti da kσ

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.332	Msd= 28.053
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 24.568	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 34.521	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 14,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	V _{rd} = V _{cr} +V _t				
τ* = τ _{cr,min}	317,44	bs	700	bi	800
σ _{td}	-194,17	ts	28	ti	34
θ	0,818	N _{fd}	9.950.662		
φ	0,545	M _{fs}	50.907.354	M _{fi}	5.085.685
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V _{cr} = h _w t _{we2} τ*	=	10.834.861	N	
V _t	=	0	N	
V _{rd}	=	10.834.861	N	
Verifica =	8.734.237	N	>=	1.331.708

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b _e +t _e	=	14	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	=	1.707	mm
Sforzo normale = N _{rd} =V _{rd} -0,8*V _{cr}	=	2.166.972	N
Area = A	=	9.999	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	=	272,41	mm
Inerzia = J	=	200.836.195	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	=	141,73	mm
Snellezza = λ	=	12,04	
Sforzo critico euleriano = o _{cr}	=	14.294	N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE}	=	142.921.492	N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd}	=	3.549.574	N

N _{Rd} =	3.549.574	>=	N _{rd} =	2.166.972
-------------------	-----------	----	-------------------	-----------

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	14	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	178,57	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 24,28 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 178,571 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 103,563$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	170,859	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 95.142.823 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 190.285.646 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	24,278	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	5,958	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	144,656	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,191	[-]

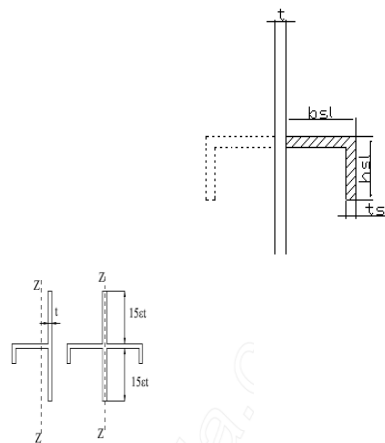


Figura C4.2.12 - Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k_{T,1}$				10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$				1,820	[-]

Snellezza di calcolo λ_w	1,820	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,697	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	4546,338	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	28	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	34	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	19.600	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	27.200	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	28	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	697	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	594,10	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.531	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}	17.546	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$	16.711	[kNm]
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$	4.949	[kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:		
Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	1.332	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	11.136	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	28.053	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
 $M_{Ed}/M_{f,red} = 5,67$ [-]
 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 4.546$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,29$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

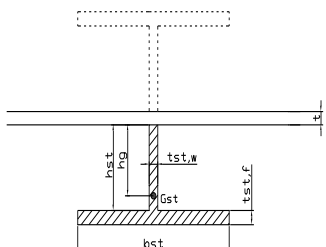
Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	14	[mm]
Altezza anima h_{st}	350	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	4.900	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	50.020.833	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	<
Momento d'inerzia limite I_{limite}	12.317.512	[mm ⁴]

$\sqrt{2}$

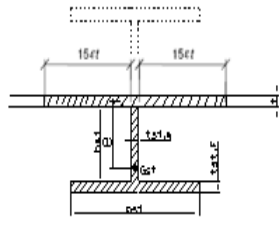


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} \cdot l$)	9.880	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	90	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	7,62	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	13.250,07	[MPa]
$\sigma_{cr,D}$ critica per instabilità di piastra	13.284,55	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,D}$	1,00	[-]
$A_{c,eff}$	13.759	[mm ²]



>>>>>

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
 massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

σ_{max}	201,96	[MPa]
N_{Ed}	1.389,33	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,49	[MPa]
e_{max}	266,74	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,28	[-]

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 2.860.533 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 131.913.621$ [mm⁴] \geq $I_{st} = 2.860.533$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

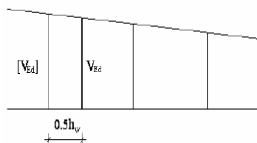
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$V_{Ed} = 1.332$ [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad \text{[kN]} \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 307,23$ [kN]

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 307,23$ [kN]

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	9.880	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
e_{max}	267	[-]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	43.745	[kN]

massima distanza tra lembi e baricentro

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00$ [-]

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 8,33$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 4,77$ [MPa] ≤ $322,73$ [MPa] - **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	355	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	9.880	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	131.913.621	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	43.745	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,28	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,56	
Coefficiente di riduzione χ	0,96	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	3.053,78	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza **0,00** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 16

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	250	
	Interasse travi metalliche (cm)	500	
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	70	
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,5	
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0	
	Spessore anima (cm)	1,6	
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0	
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0	
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	80	
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,8	
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000	
	Passo controventi superiori a (cm)	457,0	
CONTROVENTI SUPERIORI	Area controventi superiori (cm ²)	46,40	
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
	Spessore equivalente t* (cm)	0,18	
CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	457,0	
	Area controventi inferiori (cm ²)	86,00	
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0	
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0	
	Numero controventi	2	
	Angolo α travi princ. e controventi	47,6	
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	400	
	Spessore totale soletta (cm)	33	
	Spessore da togliere per predalle (cm)	5	
	Spessore sol. Collaborante (cm)	28	
	Larghezza sol. collaborante (cm)	465,8	
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	465,8	
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,85	
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,24	
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,94	
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	20,70	
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,678E-04	
	Riduzione per non contemporaneità	0	
TEMP	Variazione termica differenziale (°C)	15	
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
		Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25
		Diametro pioli (mm)	22
		Numero pioli in linea n°	3
passo pioli (cm)		20	
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	6	
	Altezza gola anima inf. (mm)	6	
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	

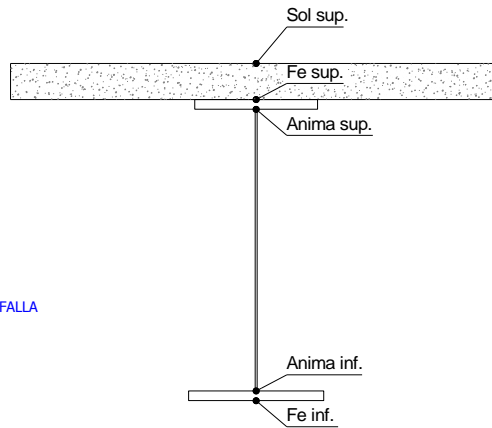
Interasse travi metalliche sup. (cm)	500
Interasse travi metalliche inf. (cm)	500
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	228,5
Luce campata di riferimento (m)	42,25

CONCIO	C15
FRAME	222
JOINT	256
num. Travi	2

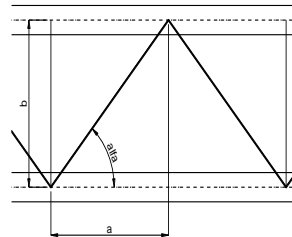
Acciaio tipo	S	355	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-----	-----------	---------------

2L 120x10

2L 150x15 A FARFALLA



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	23,29	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	35,85		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	23,29	copriferro (cm)	10,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	35,85		



FAST	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sf} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)
Sezione metallica	791	117,4	8.010.762	3.943.485	0	60.434	68.208	61.596	69.874
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.636	195,8	17.481.869	12.101.564	3.379.868	322.817	89.263	338.441
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.952	228,5	21.464.289	13.414.655	2.455.602	996.323	93.954	1.127.118
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.735	200,0	17.986.800	12.309.088	3.238.315	359.863	89.926	378.811
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.492	188,8	16.629.242	11.707.325	3.653.756	271.669	88.084	283.237

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	101	0	3	8	8	
Peso proprio soletta	462	0	14	35	35	
Permanenti	215	0	7	18	18	
Effetti primari del ritiro	339	491	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	
Accidentali mezzi + folla	879	0	74	143	143	
Vento	19	0	0	10	10	
Deformazioni termiche primarie	267	658	0	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	129	0	0	15	15	
Cedimenti	23	0	2	0	0	

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

	valori x10 ⁴	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)
	8	8
	35	35
	18	18
	0	0
	0	0
	143	143
	10	10
	0	0
	15	15
	0	0

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	167	164	-145	-148	0	226	221	-195	-200
Peso proprio soletta	0	764	750	-661	-677	0	1.258	1.234	-1.088	-1.114
Permanenti	6	67	64	-237	-241	10	1.358	1.329	-1.444	-1.476
Effetti primari del ritiro	-8	377	372	-88	-94	0	1.810	1.776	-1.550	-1.588
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	1.810	1.776	-1.550	-1.588
Accidentali mezzi + folla	36	88	78	-924	-936	48	1.929	1.881	-2.797	-2.851
Vento	1	2	2	-20	-20	49	1.931	1.883	-2.815	-2.869
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	58	61	51	1.751	1.705	-2.774	-2.825
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	11	-136	-137	55	1.760	1.713	-2.872	-2.924
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-58	-61	46	2.111	2.060	-2.857	-2.913
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-11	136	137	42	2.101	2.052	-2.759	-2.814
Cedimenti	1	8	8	-26	-26	56	2.121	2.070	-2.902	-2.955

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	5	8	6	7	11	8		5,26	7,11
Peso proprio soletta	25	39	28	41	64	47		23,03	38,19
Permanenti	16	19	11	66	93	63		9,96	53,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	66	93	63		0,00	53,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	66	93	63		0,00	53,14
Accidentali mezzi + folla	190	206	110	323	370	211		78,66	159,33
Vento	0	0	0	323	370	211		5,50	164,28
Deformazioni termiche	0	0	0	323	370	211		8,25	170,22
Cedimenti	5	6	3	328	377	215		0,00	170,22

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	11	14	11	14	18	15
Peso proprio soletta	48	62	51	79	102	85
Permanenti	26	29	21	119	146	116
Effetti primari del ritiro	0	0	0	119	146	116
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	119	146	116
Accidentali mezzi + folla	269	284	188	482	530	370
Vento	6	6	6	487	535	375
Deformazioni termiche	8	8	8	493	541	381
Cedimenti	5	6	3	498	547	385

τ_{media}
476,9

Rapp τ
0,28

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	223	197
Peso proprio soletta	1.242	1.098
Permanenti	1.345	1.458
Effetti primari del ritiro	1.788	1.563
Effetti secondari del ritiro	1.788	1.563
Accidentali mezzi + folla	2.058	2.870
Vento	2.063	2.889
Deformazioni termiche	2.223	2.946
Cedimenti	2.243	2.978

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI
	arm sup	arm sup
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	102	153
Effetti primari del ritiro	432	671
Effetti secondari del ritiro	0	671
Accidentali mezzi + folla	207	951
Vento	4	955
Deformazioni termiche	286	1.161
Cedimenti	12	1.176

Rapp σ sup
0,66
Rapp σ inf
0,88

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.2008

 Foglio
3 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	167	164	-145	-148	0	167	164	-145	-148
Peso proprio soletta	0	764	750	-661	-677	0	932	914	-806	-825
Permanenti	6	67	64	-237	-241	6	998	978	-1.043	-1.066
Effetti primari del ritiro	-8	377	372	-88	-94	-2	1.375	1.350	-1.132	-1.160
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.375	1.350	-1.132	-1.160
Accidentali mezzi + folla	36	88	78	-924	-936	34	1.463	1.428	-2.056	-2.096
Vento	1	2	2	-20	-20	34	1.465	1.429	-2.068	-2.108
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	58	61	37	1.315	1.281	-2.033	-2.071
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	13	11	-136	-137	40	1.322	1.288	-2.114	-2.153
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-58	-61	32	1.614	1.577	-2.102	-2.144
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-13	-11	136	137	29	1.607	1.570	-2.021	-2.062
Cedimenti	1	8	8	-26	-26	40	1.623	1.585	-2.140	-2.179

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	5	8	6	5	8	6		5,26	5,26
Peso proprio soletta	25	39	28	30	47	34		23,03	28,29
Permanenti	16	19	11	47	67	45		9,96	38,25
Effetti primari del ritiro	0	0	0	47	67	45		0,00	38,25
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	47	67	45		0,00	38,25
Accidentali mezzi + folla	190	206	110	237	272	155		78,66	116,91
Vento	0	0	0	237	272	155		5,50	122,41
Deformazioni termiche	0	0	0	237	272	155		8,25	130,66
Cedimenti	5	6	3	242	278	158		0,00	130,66

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	11	14	11	11	14	11
Peso proprio soletta	48	62	51	59	76	63
Permanenti	26	29	21	85	105	84
Effetti primari del ritiro	0	0	0	85	105	84
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	85	105	84
Accidentali mezzi + folla	269	284	188	354	389	272
Vento	6	6	6	357	392	275
Deformazioni termiche	8	8	8	362	397	280
Cedimenti	5	6	3	367	403	283

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	165	146
Peso proprio soletta	920	813
Permanenti	989	1.053
Effetti primari del ritiro	1.358	1.141
Effetti secondari del ritiro	1.358	1.141
Accidentali mezzi + folla	1.554	2.109
Vento	1.557	2.122
Deformazioni termiche	1.697	2.169
Cedimenti	1.708	2.196

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE
CLASSE DELLA PIATTABANDA

Larghezza	c	35	cm
Spessore	t	2,5	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		14,00	CL. 4

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	243	cm
Spessore parte compressa	t	1,6	cm
Tipo di acciaio		355	N/mm ²
	ε	0,81	
Rapporto c/t		152	CL. 4

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

$b_p =$	34,200	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	2,500	cm	$t_{radd} =$	0,000	cm

Raddoppio ala superiore

$\kappa\sigma =$	0,430	-	$\kappa\sigma' =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,903	-	$\lambda_{pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	0,877	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 16

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	2.447	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	265	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	0	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	25	mm
	15:t =	195	mm
	hw1 =	833	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	2.285	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	12	classe	1
anima	-	classe	-
profilo		classe	1

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	213,9	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-292,1	N/mmq
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	41,6	N/mmq

ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	34,2	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,5	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,903	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	0,877	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

Sottopannello 2:

b_1 =	821	mm	b_{2c} =	200	mm	b_2 =	1.602	mm
ψ_1 =	0,195	-	ψ_2 =	-7,013	-	b_{2t} =	1.402	mm
$k_{\sigma 1}$ =	6,588	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	0,865	-	λ_{p2} =	0,111	-			
ρ_1 =	0,922	-	ρ_2 =	1,000	-			
larghezze lorde:			larghezze lorde:					
$b_{1,lat}$	341	[mm]	$b_{2,sup}$	80	mm			
$b_{1,inf}$	479	[mm]	$b_{2,lat}$	120	mm			
larghezze efficaci			larghezze efficaci					
$b_{1,eff}$	756	[mm]	$b_{2,eff}$	200	mm			
$b_{1,lat,eff}$	315	[mm]	$b_{2,sup,eff}$	80	mm			
$b_{1,inf,eff}$	441	[mm]	$b_{2,lat,eff}$	120	mm			
$x_{1,eff}$	64	[mm]	$x_{2,eff}$	0	mm			

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	15.968	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	58	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	11.549	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	833	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	1.614	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	2.447	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	9.250	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	2.882	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	14.185	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	15.343	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	15.366	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A,c}^p$	1,002	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,158	[-]	snellezza
ψ	-1,366	[-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ_2/σ_1
ρ	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{Cr,C}$ e χ_{c} :

Asl,1	15.968	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	11.549	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	15.366	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,962	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	2.871	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	14.133	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,155	[-]	snellezza
i	85	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	58	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	82	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	82	[mm]	max(e1;e2);
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,577	[-]	
Φ	0,499	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,004	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$A_{c,eff} = \rho_c \cdot A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t$ 22.320 [mm²] area efficace della parte compressa del pannello d'anima

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia Jeff della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore ρ_c .

tred	16,0	[mm]
tsl,red	25,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo S 355
 Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 338,1$ N/mmq
 Coefficiente $\varepsilon = 0,81$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	825	117	7.698.631	3.943.485	0	57.768	65.952	58.872	67.573
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,85	1.671	17.468.138	12.101.564	3.302.635	311.252	90.099	325.763	91.419
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,24	2.987	21.701.456	13.414.655	2.417.294	942.717	95.610	1.057.570	96.804
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,94	1.770	18.000.912	12.309.088	3.166.852	346.695	90.878	364.233	92.181
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	20,70	1.527	16.571.220	11.707.325	3.565.522	262.178	88.714	272.975	90.064

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 16

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	M+N*eq (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo		2°Nodo		eq (cm)
				Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	101	0	3	8	8	8	8	-0,72
Peso proprio soletta	462	0	14	35	35	35	35	-0,72
Permanenti	215	0	7	18	18	18	18	-1,97
Effetti primari del ritiro	348	491	0	0	0	0	0	-1,94
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	-1,94
Accidentali mezzi + folla	879	0	74	143	143	143	143	-1,48
Vento	19	0	0	10	10	10	10	-1,48
Deformazioni termiche primarie	277	658	0	0	0	0	0	-1,48
Deformazioni termiche secondarie	129	0	0	15	15	15	15	-1,48
Cedimenti	23	0	2	0	0	0	0	-1,99

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	
Mt (Nm)	Mt (Nm)
8	8
35	35
18	18
0	0
0	0
143	143
10	10
0	0
15	15
0	0

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.2008

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	175	172	-149	-153	0	236	232	-202	-207
Peso proprio soletta	0	800	785	-684	-701	0	1.316	1.291	-1.125	-1.152
Permanenti	7	69	66	-235	-239	10	1.419	1.390	-1.478	-1.510
Effetti primari del ritiro	-8	378	373	-100	-106	0	1.873	1.838	-1.598	-1.637
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	1.873	1.838	-1.598	-1.637
Accidentali mezzi + folla	36	93	83	-908	-919	49	1.999	1.950	-2.824	-2.878
Vento	1	2	2	-20	-20	50	2.000	1.951	-2.841	-2.896
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	65	69	53	1.821	1.774	-2.794	-2.847
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	14	12	-133	-135	56	1.830	1.783	-2.890	-2.944
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-65	-69	47	2.180	2.129	-2.888	-2.946
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-14	-12	133	135	43	2.170	2.120	-2.792	-2.849
Cedimenti	1	9	8	-26	-26	57	2.191	2.139	-2.921	-2.977

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	6	8	6	8	11	8		5,26	7,11
Peso proprio soletta	26	39	29	43	64	48		23,03	38,19
Permanenti	17	19	11	68	93	64		9,96	53,14
Effetti primari del ritiro	0	0	0	68	93	64		0,00	53,14
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	68	93	64		0,00	53,14
Accidentali mezzi + folla	195	206	108	332	370	210		78,66	159,33
Vento	0	0	0	332	370	210		5,50	164,28
Deformazioni termiche	0	0	0	332	370	210		8,25	170,22
Cedimenti	5	6	3	338	377	213		0,00	170,22

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	11	14	12	15	18	16
Peso proprio soletta	49	62	52	81	102	86
Permanenti	27	29	21	122	146	117
Effetti primari del ritiro	0	0	0	122	146	117
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	122	146	117
Accidentali mezzi + folla	274	284	186	491	530	369
Vento	6	6	6	496	535	374
Deformazioni termiche	8	8	8	502	541	380
Cedimenti	5	6	3	508	547	384

τ_{media}
479,7

Rapp τ
0,28

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	233	204
Peso proprio soletta	1.299	1.135
Permanenti	1.406	1.492
Effetti primari del ritiro	1.850	1.611
Effetti secondari del ritiro	1.850	1.611
Accidentali mezzi + folla	2.128	2.895
Vento	2.132	2.914
Deformazioni termiche	2.300	2.964
Cedimenti	2.313	2.996

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,68	0,89

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA

Tipologia di ponte	STRADALE
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA

$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$

for road bridges

$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$

for railway bridges

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio
7 di 16

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	175	172	-149	-153	0	175	172	-149	-153
Peso proprio soletta	0	800	785	-684	-701	0	975	956	-833	-854
Permanenti	7	69	66	-235	-239	7	1.044	1.022	-1.068	-1.092
Effetti primari del ritiro	-8	378	373	-100	-106	-2	1.421	1.395	-1.169	-1.198
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2	1.421	1.395	-1.169	-1.198
Accidentali mezzi + folla	36	93	83	-908	-919	26	1.491	1.458	-1.850	-1.887
Vento	1	2	2	-20	-20	26	1.491	1.458	-1.850	-1.887
Deformazioni termiche primarie +DT	4	-250	-247	65	69	28	1.342	1.310	-1.810	-1.846
Deformazioni termiche secondarie +DT	5	14	12	-133	-135	31	1.350	1.317	-1.890	-1.927
Deformazioni termiche primarie -DT	-4	250	247	-65	-69	23	1.641	1.606	-1.889	-1.929
Deformazioni termiche secondarie -DT	-5	-14	-12	133	135	20	1.633	1.598	-1.809	-1.848
Cedimenti	1	9	8	-26	-26	32	1.650	1.614	-1.916	-1.955

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	6	8	6	6	8	6		5,26	5,26
Peso proprio soletta	26	35	29	32	43	36		23,03	28,29
Permanenti	17	18	11	49	60	46		9,96	38,25
Effetti primari del ritiro	0	0	0	49	60	46		0,00	38,25
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	49	60	46		0,00	38,25
Accidentali mezzi + folla	195	185	108	195	199	127		78,66	97,25
Vento	0	0	0	195	199	127		5,50	97,25
Deformazioni termiche	0	0	0	195	199	127		8,25	102,20
Cedimenti	5	5	3	200	204	130		0,00	102,20

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	11	13	12	11	13	12
Peso proprio soletta	49	58	52	60	71	64
Permanenti	27	27	21	87	98	85
Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	98	85
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	98	85
Accidentali mezzi + folla	274	264	186	293	296	224
Vento	6	6	6	293	296	224
Deformazioni termiche	8	8	8	298	301	229
Cedimenti	5	5	3	302	306	233

T _{media}	280,25
--------------------	--------

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/l_1 w$	0,914	[-]

Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	7,78	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	70,10	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	17,50	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	135,69	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{s1}	438	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	250,0
Spessore anima	sw [mm] =	16
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	2.285

Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,39	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	25,12	[-]
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	20,40	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,358	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,141	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η_1	0,33
---------------	------

VERIFICHE DEI CONTROVENTI INFERIORI - TIPOLOGIA 2 L "A FARFALLA"

Foglio
8 di 16

DATI GEOMETRICI DEI CONTROVENTI

Area di 1 controvento (cm ²)	43,00
Distanza e (cm)	4,25
Inerzia di un singolo contr. (cm ⁴)	898,10
Distanza controventi d (cm)	1,00
Interasse calastrelli (cm)	80,00
Raggio d'inerzia x-x (cm)	4,57
Snellezza dir X-X	67
Raggio d'inerzia y-y (cm)	6,59
Raggio d'inerzia min (cm)	2,93
Snellezza dir Y-Y	50

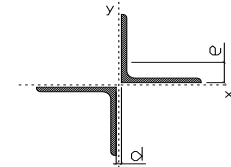
Classe profilo (Tab. 4.2.II)	4
Lunghezza di libera inflessione (cm)	278,7
Lunghezza controvento (cm)	677,4
Coefficiente di imperfezione α (-)	0,34
Carico critico euleriano Ncr,x-x (daN)	399.258
Carico critico euleriano Ncr,y-y (daN)	703.661
Snervamento acciaio (daN/cm ²)	3.550
Snellezza adimensionale x-x	0,875
Snellezza adimensionale y-y	0,659
Coefficiente ϕ x-x	0,997
Coefficiente ϕ y-y	0,795

Wel di 1 controvento (cm ³)	83,54
Weff di 1 controvento (cm ³)	83,73
Aeff di 1 controvento (cm ²)	43,02
Coefficiente χ x-x	0,677
Coefficiente χ y-y	0,806
Coefficiente χ min	0,677
Coefficiente χ LT	1,00
γ_{M1}	1,10
α_{M} x-x (Tab. C4.2.VI)	1,00
k_{α} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,26
k_{γ} x-x (Tab. C4.2.IV)	1,01
eN (cm)	-0,03

AZIONI TOTALI SLU STR

CONTROVENTI INFERIORI

	SCORRIMENTI daN/cm	AZIONI PARZIALI		Az. Base accidentali	
		N (daN)	M (daN*m)	N (daN)	M (daN*m)
Peso proprio acciaio	8,42	2.852	0	3.850	0
Peso proprio soletta	36,84	12.478	0	20.696	0
Permanenti	15,94	5.399	0	28.795	0
Effetti primari del ritiro	0,00	0	0	28.795	0
Effetti secondari del ritiro	0,00	0	0	28.795	0
Accidentali mezzi	125,86	42.626	0	86.340	0
Vento	8,80	2.981	0	89.023	0
Deformazioni termiche	13,20	4.471	0	92.242	0
Cedimenti	0,00	0	0	92.242	0



Metodo B (C4.2.4.1.3.3.2)	
NEd (daN)	92.242
Meq, Ed x-x (daN*m)	0

Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 a)	0,50
Coefficiente di utilizzo (Eq. C4.2.38 b)	0,42

VERIFICA OK

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE Tab.4.2.II - Tab.4.2.III Angolari

Geometria		Sezione compressa e inflessa		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.072,59 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.072,59 (daN/cm ²)	σ_1	1.072,59 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.072,59 (daN/cm ²)	σ_2	1.072,59 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
Sezione solo compressa		$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	c/t	7,93 (-)	c/t	7,93 (-)
h/t	10	Classe pannello verticale	3	21 $\epsilon \sqrt{k\sigma}$	11,22 (-)	14 ϵ	11,39 (-)
(b+h)/(2t)	10	Classe pannello orizzontale	3				
Classe	4	Classe	3				

CLASSE 4: CALCOLO DI Aeff e Jeff

Geometria		Tensioni		PANNELLO VERTICALE (Tab.C4.2.IX)		PANNELLO ORIZZONTALE (Tab.C4.2.IX)	
b (mm)	150	σ_N	1.071,97 (daN/cm ²)	c	119 (mm)	c	119 (mm)
h (mm)	150	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_1	1.071,97 (daN/cm ²)	σ_1	1.071,97 (daN/cm ²)
t (mm)	15	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	σ_2	1.071,97 (daN/cm ²)	σ_2	1.071,97 (daN/cm ²)
r1 (mm)	16	$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)	ψ	1,00 (-)	ψ	1,00 (-)
r2 (mm)	8	$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)	k σ	0,43 (-)	k σ	0,43 (-)
ϵ (-)	0,81	$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)	λ_p	0,52 (-)	λ_p	0,52 (-)
				ρ	1,00 (-)	ρ	1,00 (-)
				beff	119,0 (mm)	beff	119,0 (mm)
				bt	0,0 (mm)		
				Aeff	43,02 (cm ²)	Tensioni	
				e,eff	4,28 (cm)	σ_N	1.071,97 (daN/cm ²)
				eN	-0,03 (cm)	$\sigma_{M,v,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
				Jeff	898,04 (cm ⁴)	$\sigma_{M,v,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,sup}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,inf}$	0,00 (daN/cm ²)
						$\sigma_{M,o,media}$	0,00 (daN/cm ²)

VERIFICHE PARTICOLARI

Foglio
9 di 16

VERIFICHE PIOLI	PARZIALI daN	TOTALI daN
Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	151	151
Effetti primari del ritiro	0	151
Effetti secondari del ritiro	0	151
Accidentali mezzi + folla	1.948	2.099
Vento	0	2.099
Deformazioni termiche	0	2.099
Cedimenti	41	2.139

VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	7	9	8	10	0	0	0	0
Peso proprio soletta	32	52	36	59	0	0	0	0
Permanenti	21	83	14	79	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	83	0	79	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	83	0	79	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	239	406	138	265	0	0	0	0
Vento	0	406	0	265	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	406	0	265	0	0	0	0
Cedimenti	6	413	4	270	0	0	0	0

VERIFICHE COPRIGIUNTI PIATTABANDE

Foglio

VERIFICHE COPRIGIUNTI

G14

COPRIGIUNTO SUPERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala superiore	cm	70
	Spessore ala superiore	cm	2,50
	Larghezza raddoppio sup	cm	0
	Raddoppio ala superiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	27,6
	Spessore coprighiunto	cm	1,4
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		13
	N bulloni 1° fila 1 piatto		1
	N bulloni 2° fila 1 piatto		1
	N bulloni ultima fila 1 piatto		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,5
	Distanza dal bordo e2	cm	8,5
	Distanza tra i bulloni p1	cm	12,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	12,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

COPRIGIUNTO INFERIORE		DOPPIA SEZIONE	
DATI GEOMETRICI	Larghezza ala inferiore	cm	80
	Spessore ala inferiore	cm	2,80
	Larghezza raddoppio inf	cm	0
	Raddoppio ala inferiore	cm	0,00
	Larghezza 1/2 coprighiunto	cm	37,0
	Spessore coprighiunto	cm	1,8
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone	cm2	4,59
	Classe bulloni		10,9
	Ftb	daN/cm2	10.000
	Numero sezioni		2
	Numero bulloni in 1 piatto		26
	Numero bulloni 1° fila		1
	Numero bulloni 2° fila		1
	Numero bulloni ultima fila		2
	Distanza dal bordo e1	cm	5,0
	Distanza dal bordo e2	cm	5,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	8,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	15,0
	Coefficiente di attrito μ		0,30
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Res. di attrito bullone SLE	daN	17.525	
Resistenza di taglio bullone	daN	36.720	

VERIFICHE	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLU)		366.703
	Sforzo piattabanda sup. (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		280.688
	Sforzo di taglio (daN)		183.351
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)		412.752
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		1.131.672
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		1.790.100
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		400.982
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		455.662
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		954.720
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		536.112
		591.667	
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)			2.214
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)			2.039

VERIFICHE	Sforzo piattabanda inf. (daN) (SLU)		656.083
	Sforzo piattabanda inf (daN) (SLE) $F_{s,Rdese}$		483.797
	Sforzo di taglio (daN)		328.042
	Resistenza coprighiunto R_{dcrq} (daN)		759.508
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)		2.304.497
	Resist. a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)		2.684.738
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLU)		801.965
	Resist. allo scorrimento $F_{s,Rd}$ (daN) (SLE)		911.324
	Resistenza a taglio $F_{v,Rd}$ (daN) (SLU)		1.909.440
	Espressione 4.2.16 NTC 2008 (daN)		703.261
		757.333	
VERIFICA PIATTABANDA FORATA			
Verifica piattabanda su 1° fila (daN/cm2)			3.109
Verifica piattabanda su 2° fila (daN/cm2)			2.988

VERIFICHE COPRIGIUNTI ANIMA

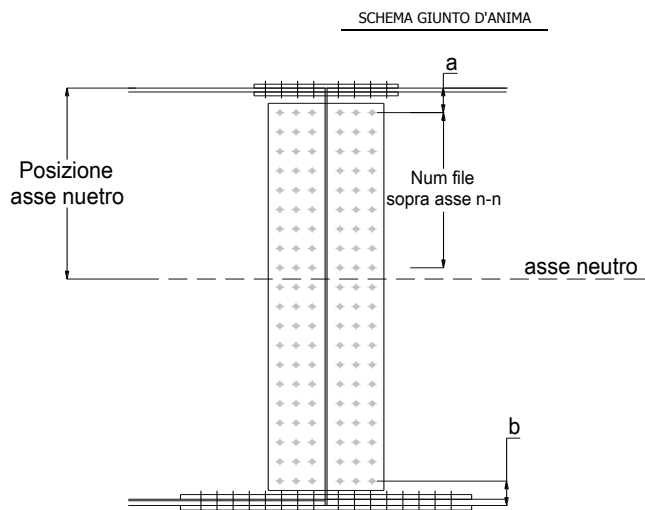
Foglio
10 di 16

COPRIGIUNTO D'ANIMA DOPPIA SEZIONE

DATI GEOMETRICI	Distanza a	cm	17,5
	Distanza b	cm	17,5
	Spessore anima	cm	1,6
	Spessore coprigiunto	cm	1,2
	Numero di file		26
	Bulloni per file		2
	Bulloni totali		52
	Diametro bulloni	cm	2,7
	Area di un bullone (cm ²)	cm ²	4,59
	Classe bulloni		10.9
	Ftb	daN/cm ²	10.000
	Numero sezioni		2
	Asse neutro rispetto ala sup.	cm	104
	Numero file sopra l'asse neutro		10
	Distanza dal bordo e1	cm	6,0
	Distanza dal bordo e2	cm	6,0
	Distanza tra i bulloni p1	cm	10,0
	Distanza tra i bulloni p2	cm	9,0
Coefficiente di attrito μ		0,30	
Res. di attrito bullone SLU	daN	15.422	
Resistenza di taglio di un bullone	daN	36.720	

AZIONI SOLLECITANTI	Taglio max (daN)	135.750
	Azione anima sup. S_{as} (daN) (SLU)	168.834
	Azione anima inf. S_{ai} (daN) (SLU)	331.469
	Azione max bulloni sup. (daN)	14.535
	Azione max bulloni inf. (daN)	19.708
	Azione verticale sul bullone (daN)	2.611
	Azione di taglio sul bullone più soll. (daN)	19.880

VERIFICHE	Sforzo nell'anima superiore (daN/cm ²)	1.447
	Sforzo nell'anima inferiore (daN/cm ²)	2.150
	Sforzo nel coprigiunto sup. (daN/cm ²)	1.111
	Sforzo nel coprigiunto inf. (daN/cm ²)	1.587
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (bordo)	607.779
	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ (daN) (interno)	792.646
	Scorrimento superiore (daN)	176.723
	Scorrimento inferiore (daN)	341.834
Resistenza allo scorrimento sup. (daN)	308.448	
Resistenza allo scorrimento inf. (daN)	493.517	



VERIFICHE A FATICA A DANNEGGIAMENTO

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Accidentali mezzi + folla fatica positivi	204	0	20	22	22	
Accidentali mezzi + folla fatica negativi	-41	0	-12	-16	-16	
totale	245	0	32	38	38	

SOLLECITAZIONI FLETTENTI

(positive le compressioni)	TOTALI ALLO SLF - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Accidentali mezzi + folla	10	25	22	-258	-261

SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

	TOTALI ALLO SLF	
	anima sup.	anima inf.
Accidentali mezzi + folla	128	85

Numero di cicli (x10 ⁶)	2,0	1,000
Conseguenze del collasso	ALTE	
Tipo di sezione	CAMPATA	

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 ⁶
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 ⁶
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 ⁶
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 ⁶

Luce Campata - L i (m) **50,70**

Luce Campata - L i+1 (m) **42,25**

METODO DEI COEFFICIENTI λ

Coefficiente	λ1	2,143	λv1	1,550
Coefficiente	λ2	1,119	λv2	1,066
Coefficiente	λ3	1,000	λv3	1,000
Coefficiente	λ4	1,000	λv4	1,000
Coefficiente	λ max	2,000	λ.v max	2,000

FATTORI EQUIVALENTI DI DANNO

λ	2,000	λ.v	1,652	Φ fat	1,00
---	-------	-----	-------	-------	------

VERIFICA DETTAGLIO 1 - saldatura pioli di connessione travi-soletta c.a.

$\Delta\sigma_{am,1}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,1}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	4,06	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,1}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda superiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	25,68	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 2 - saldatura long. anima - piattabanda inferiore

$\Delta\tau_{am,2}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVII.b NTC2008 - dettaglio 8)
γ_m =	1,15	
$\Delta\tau_{A,2}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	16,91	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\tau_{A,2}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 3 - saldatura long. anima - piattabanda con lunette di scarico h<60 mm

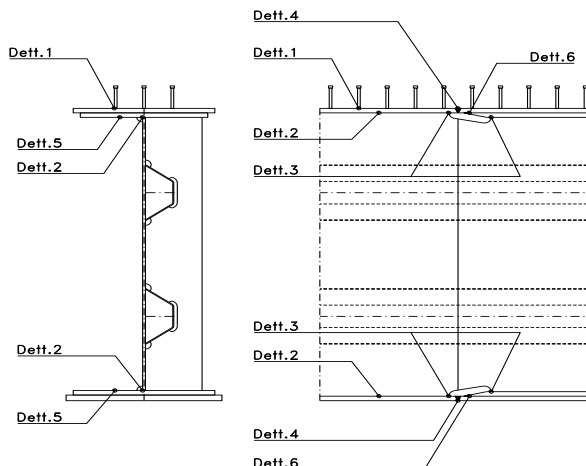
$\Delta\sigma_{am,3}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XIV NTC2008 - dettaglio 9)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,3}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	51,51	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,3}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 4 - saldatura trasv. a piena penetrazione su piattabande superiore e inferiore

$\Delta\sigma_{am,2}$ (N/mm ²)=	71	(Tab.C4.2.XV NTC2008 - dettaglio 13)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,4}$ (N/mm ²)=	61,74	limite di fatica ad ampiezza costante
k_{sup} =	1,00	coefficiente di riduzione di classe
k_{inf} =	0,98	coefficiente di riduzione di classe
$\Delta\sigma_{max}$ (N/mm ²)=	53,35	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,4}$ OK

VERIFICA DETTAGLIO 5 - saldatura trasv. dell'irrigatore trasv. alle piattabande

$\Delta\sigma_{am,5}$ (N/mm ²)=	80	(Tab.C4.2.XVI NTC2008 - dettaglio 7)
γ_m =	1,15	
$\Delta\sigma_{A,5}$ (N/mm ²)=	69,57	limite di fatica ad ampiezza costante
$\Delta\sigma$ (N/mm ²)=	52,15	VERIFICA $\Delta\sigma < \Delta\sigma_{A,5}$ OK



VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA

Foglio
12 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello

OBLIQUITA' **0**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
a	distanza tra irrigidimenti verticali	2.285	mm
h	altezza totale del pannello	2.500	mm
hw	altezza totale dell'anima	2.447	mm
tw	spessore dell'anima	16	mm

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali

Irridimenti:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00
Pannelli:	acciaio S 355	fyk(Mpa)= 355	fyd (Mpa)= 355,00

γ_m **1**

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)

hw/tw = 152,94 <= 400 OK

Verifiche di stabilità

Sollecitazioni agli SLU nella sezione

	Descrizione	Valore	u.d.m.
σ_1	tensione normale al lembo 1	-213,91	N/mm ²
σ_2	tensione normale al lembo 2	292,09	N/mm ²
τ	tensione tangenziale media	47,97	N/mm ²

Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	25	265	6.625	132,5
ala	0	0	0	265

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 265 t = 25 b2 = 0
b1=30xt1= 480 t1 = 16
b/t = 10,60 <= 12,00 OK

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL hw tw^3**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,24	
n	n° irrigidimenti longitudinali	2	
AL	area effettiva irrigidimento long.	6.625	mm ²
α	rapporto tra i lati del pannello	0,934	
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,366	
δ	AL/(hw tw)	0,169	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	0,666	

0,934

	α	τ	σ
α inf	0,7	24	3
α sup	1	60	4
Valore interpolato		52,06	3,78

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ **52,06** $\gamma(L,\sigma)$ **3,78**

$I_t = 155.080.208 > 97.363.158$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	16	360	5.760	180
ala	388,8	16	6.221	368

Pareti sottili con bordo irrigidito

$b/t <= 12$

b = 360 t = 16 b2 = 372,8
b1=30xt1= 480 t1 = 16

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw twet^3**

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **30,65**

0,934

	α	T
α inf	0,7	40
α sup	1	28
Valore interpolato		30,65

$I_t = 1.091.410.330 > 46.077.542$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Dimensioni pannello (mm)	h= 2.500	hw= 2.447
Tensioni ai bordi (N/mm ²)	σ_1 = -213,9	σ_2 = 292,09
	τ = 48,0	y_n (mm)= 1.034,4

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	833	833	833		
ti	25	25	25		
h	821	808	821		
a	2.285	2.285	2.285		
tw	16	16	16		
α	2,78	2,83	2,78		
σ_1	-213,9	-39,1	133,2		
σ_2	-44,2	128,0	302,8		
σ_1^*	213,9	39,1	-133,2		
σ_2^*	44,2	-128,0	-302,8		
τ	48,0	48,0	48,0		
ψ	0,21	-3,28	2,27		
σ_{id}	229,47	91,81	156,97		
$\sigma_{cr,0}$	70,80	73,01	70,80		
k_{σ}	6,428	-	2,490		
k_{σ}	-	-	-		
k_{σ}	-	23,900	-		
k_{τ}	5,856	5,840	5,856		
σ_{cr}	455,12	-	176,28		
σ_{cr}	-	-	-		
σ_{cr}	-	1745,00	-		
τ_{cr}	414,62	426,40	414,62		
$\sigma_{cr,id}$	468,51	873,48	718,14		
0,8*fd	284	284	284		
$\sigma_{cr,red}$	333,82	349,08	346,20		
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,45	3,80	2,21		
β	1,00	1,00	0,80		
v	1,00	1,00	1,00		
$\beta \cdot v$	1,00	1,00	0,80		
OK	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

- Caso II
- Caso III
- Caso IV
- Caso I
- Caso II
- Caso III
- Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da k_{σ}

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd= 1.332	Msd= 27.660
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} = 20.314	kNm
Momento resistente della sezione lorda:	M [*] _{rd} = 31.765	kNm
Spessore equivalente anima:	t _{we2} = 16,00	mm

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	414,62	bs	700	bi	800
σ_{td}	-362,28	ts	25	ti	28
θ	0,820	Nfd	8.212.572		
ϕ	0,546	Mfs	29.025.327	Mfi	3.707.771
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 16.233.024 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{rd} = 16.233.024 \text{ N}$
 $Verifica = 9.719.583 \text{ N} \geq 1.331.708$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_e$	16 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.713 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	3.246.605 N
Area = A	12.237 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	279,64 mm
Inerzia = J	266.729.974 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	147,64 mm
Snellezza = λ	11,60
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	15.398 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	188.419.932 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	4.344.064 N

$N_{Rd} = 4.344.064 \text{ N} \geq N_{rd} = 3.246.605 \text{ N}$

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

Foglio
14 di 16

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	2.500	[mm]
Spessore pannello t	16	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	156,25	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	355	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,81	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 22,05 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 156,250 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 98,689$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 2.285 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	2	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,914	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	265	[mm]
Spessore tsi	25	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	195,268	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isi, singolo 104.417.603 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isi 208.835.206 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio k_T	22,046	[-]
Tensione critica euleriana σ_E	7,782	[MPa]
Tensione tangenziale critica τ_{cr}	171,573	[MPa]
Snellezza intero pannello λ_w	1,094	[-]

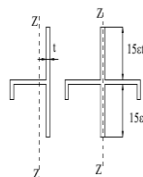


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	2.500	[mm]	α_1	0,914	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello $k_{T,1}$			$k_{T,1}$	10,392	[-]
Snellezza del sottopannello $\lambda_{w,1}$			$\lambda_{w,1}$	1,593	[-]

Snellezza di calcolo λ_w	1,593	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A	
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,759	[-]
γ_{M1}	1,10	[-]
Contributo resistente dell'anima $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	5658,608	[kN]

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N) N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	tfs	25	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	700	[mm]
Spessore piattabanda inf	tfi	28	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	800	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	17.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	22.400	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf	25	[mm]
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf	626	[mm]
Tensione di snervamento piattabande fyf	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
Distanza tra le cerniere plastiche c	585,56	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	2.527	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	14,041	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	13.373	[kNm]

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} = **3.034** [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.332	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	10.429	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	27.660	[kNm]

Controllo dell'azione flettente
M_{Ed}/M_{f,red} = **9,12** [-]
Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_{bf,Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:
V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = **5.659** [kN]

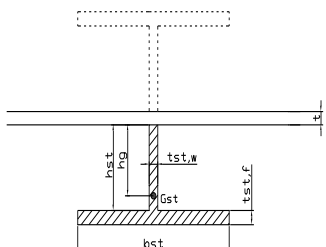
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = \mathbf{0,24}$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti di rigidezza degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	16	[mm]
Altezza anima h _{st}	350	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	5.600	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	57.166.667	[mm ⁴]
$\alpha = a/hw$	0,91	< $\sqrt{2}$
Momento d'inerzia limite I _{limite}	18.386.490	[mm ⁴]

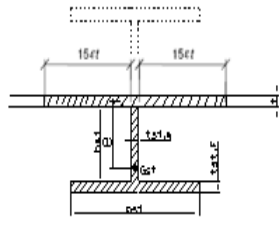


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·l)	12.105	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	85	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	158.082.003	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	2.285	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	2.285	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	2.500	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	7,62	[mm]
Tensione di snervamento fyk	355	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	14.133,18	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	14.185,35	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	15.366	[mm ²]



σ_{max}	213,91	[MPa]
N _{Ed}	1.643,49	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,57	[MPa]
e _{max}	273,34	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	2,34	[-]

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;
massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 3.436.710 \text{ [mm}^4\text{]}$$

I_s = 158.082.003 [mm⁴] **≥ I_{st} = 3.436.710** [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

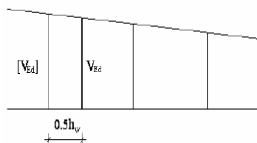
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,ten}$ nell'irrigiditore trasversale)

Foglio
16 di 16

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 1.332 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} \cdot \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \cdot \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \quad [\text{kN}]$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 363,04 \quad [\text{kN}]$

$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 363,04 \quad [\text{kN}]$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	12.105	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	158.082.003	[mm ⁴]
e_{max}	273	[-]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	52.423	[kN]

massima distanza tra lembi e baricentro

$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$w = w_0 \frac{1}{\frac{N_{cr,st}}{\Sigma N_{st,Ed}} - 1} (1 + 1,25q_m) = 0,00 \quad [\text{mm}] < b/300 = 8,33 \quad [\text{mm}] -$

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11q_m) = 4,81 \quad [\text{MPa}] \leq 322,73 \quad [\text{MPa}] -$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_yk	355	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} t$)	12.105	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	158.082.003	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	2.500	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	52.423	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,29	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,56	
Coefficiente di riduzione χ	0,96	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	3.735,09	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**