

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

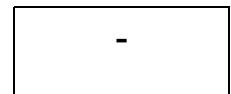
TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

Cavalcaferrovia pk 13+400

Relazione di calcolo impalcato

SCALA:



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
RS3V	40	D	09	CL	IV0107	001	B

RS3V	40	D	09	CL	IV0107	001	B
------	----	---	----	----	--------	-----	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	E. Abbasciano	Dicembre 2019	F. Bonifacio	Dicembre 2019	F. Sparacino	Dicembre 2019		
B	Emissione Esecutiva	E. Abbasciano	Marzo 2020	F. Bonifacio	Marzo 2020	F. Sparacino	Marzo 2020		

ITALFERR S.p.A.
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
 Dott. Ing. Angelo Vitozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Enna
 N° 420783

INDICE

1. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
1.1 Esecuzione del manufatto.....	4
2. NORMATIVE	6
3. MATERIALI	7
4. MODELLO DI CALCOLO	8
5. ANALISI DEI CARICHI	12
5.1 Carichi permanenti.....	12
5.1.1 <i>Pesi propri (G1)</i>	12
5.1.2 <i>Carichi permanenti portati (G2)</i>	12
5.2 Sovraccarichi accidentali	13
5.2.1 <i>Azioni verticali da traffico</i>	13
5.2.2 <i>Azioni orizzontali</i>	14
5.2.2.1 Frenatura	14
5.2.2.2 Forza centrifuga.....	14
5.2.2.3 Urto sul sicurvia	15
5.2.2.4 Attrito degli apparecchi di appoggio	15
5.3 Azioni climatiche	15
5.3.1 <i>Azione della neve</i>	15
5.3.2 <i>Variazione termica</i>	15
5.3.3 <i>Azione del vento</i>	16
5.4 Azione sismica	17
6. COMBINAZIONI DI CALCOLO	20
7. ELEMENTI TRAVI PRINCIPALI	23
8. ANALISI MODALE	27

9. VERIFICHE SLU	29
9.1 Diagrammi delle sollecitazioni.....	29
9.2 Verifiche travi principali	34
9.2.1 sezione a.....	35
9.2.2 sezione b.....	40
9.2.3 sezione c.....	46
9.2.4 sezione d.....	52
9.2.5 sezione e.....	58
9.2.6 sezione f.....	64
9.2.7 sezione g.....	70
9.2.8 sezione h.....	76
9.3 Verifiche diaframmi	84
9.4 Verifiche diaframmi intermedi	88
9.5 Verifiche controventi	91
9.6 FATICA	93
10. VERIFICHE SLE	99
10.1.1 DEFORMABILITÀ.....	99
11. REAZIONI AGLI APPOGGI	100
11.1 Schema appoggi.....	100
11.2 Reazioni appoggi	101
12. EFFETTI LOCALI.....	103
12.1 Verifica della soletta.....	103
12.1.1 Analisi dei carichi	103
12.1.1.1 Carichi permanenti portati.....	103
12.1.1.2 Traffico.....	104
13. VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO.....	119
14. TABULATO APPOGGI	120

1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle opere della tratta ferroviaria Nuova Enna -Dittaino, previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento dell'impalcato del *Cavalcaferrovia al km 13+400* di lunghezza pari a 128,00m.

L'impalcato in oggetto è realizzato in sistema misto acciaio-calcestruzzo ed è caratterizzato da una larghezza complessiva variabile tra 12.70m e 16.10m.

L'impalcato in misto acciaio calcestruzzo è costituito da 4 travi metalliche longitudinali. Lo schema è di trave continua su campate di 25, 28, 48 e 28 metri. Nella campata da 48m le travi principali hanno altezza di 2400mm, nelle altre di 1800mm. Le travi sono connesse in direzione trasversale mediante traversi realizzati con schema reticolare a K; in corrispondenza di pile e spalle da diaframmi a sezione piena . La soletta presenta un'altezza di 30 cm circa. Il controvento superiore è realizzato mediante controventi a diagonale tesa e compressa.

Lo schema di vincolo dell'impalcato prevede apparecchi d'appoggio fissi (i due centrali) e multidirezionali (i due esterni) in corrispondenza della spalla A mentre per la spalla B e le pile sono previsti un apparecchio unidirezionale longitudinale (uno dei due centrali) e tre multidirezionali.

1.1 ESECUZIONE DEL MANUFATTO

Ciascuna trave è costituita da due tipologie di conci saldati a piena penetrazione (o in alternativa bullonati).

Si prevede di realizzare il varo dell'impalcato con sollevamento delle travi dal basso, attraverso autogrù. Le travi saranno varate a coppia (o in alternativa singolarmente) e poi solidarizzate tramite montaggio in quota dei controventi orizzontali e dei trasversi. Tali elementi verranno collegati tramite bulloni a taglio ad alta resistenza, durante le ore di interruzione notturna del traffico sottostante.

La soletta in cemento armato sarà gettata in opera. Si prevede l'utilizzo di predalles prefabbricate autoportanti in c.a.. Le coppelle saranno provviste di aree libere, in corrispondenza delle piattabande delle travi sottostanti, per il posizionamento dei connettori saldati.

Una volta disposte le coppelle sulla travata metallica si effettuerà prima la posa dell'armatura trasversale integrativa e dell'armatura longitudinale di ripartizione e quindi il getto a spessore definitivo.

2. NORMATIVE

- [N1] **Legge 05/01/1971 n°1086:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- [N2] **Legge 02/02/1974 n°64:** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- [N3] **D.M. del 17 Gennaio 2018:** Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- [N4] **C.M. 21/01/2019 n.7:** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- [N5] **RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21/12/2018:** Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- [N6] **RFI DTC SI PS SP IFS 001 C del 21/12/2018:** Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- [N7] Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle **specifiche tecniche di interoperabilità** per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

3. MATERIALI

CALCESTRUZZO PER SOLETTA			
C32/40			
$R_{ck} =$	40	N/mm^2	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	33.2	N/mm^2	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	41.2	N/mm^3	resistenza caratteristica cilindrica media
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18.8	N/mm^2	resistenza di progetto
$E_{cm} =$	33642.8	N/mm^2	modulo elastico BT
$E_{cm}^* =$	11846.0	N/mm^2	modulo elastico LT
$E_{cm} \text{ ritiro} =$	13609.5	N/mm^2	modulo elastico viscoso
XC3+XD3+XF2		Classe di esposizione	
$c =$	30	mm	copriferro minimo
ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE			
B 450 C controllato in stabilimento			
$f_{yk} =$	450	N/mm^2	tensione caratteristica di snervamento
$\gamma_M =$	1.15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU elastico
$f_{yd} =$	391.3	N/mm^2	resistenza di progetto
$E_s =$	210000	N/mm^2	modulo elastico
ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA			
S355 J2 - lamiere e profili per elementi saldati			
S355 J0 - lamiere e profili per elementi non saldati			
$f_{yk} =$	355	MPa	Resistenza di calcolo ($t \leq 40$ mm)
$f_{yk} =$	335	MPa	Resistenza di calcolo ($t > 40$ mm)
$\gamma_M =$	1.05	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU elastico
$f_{yd} =$	338.1	N/mm^2	resistenza di progetto ($t \leq 40$ mm)
$f_{yd} =$	319.0	N/mm^3	resistenza di progetto ($t > 40$ mm)
$E_s =$	209000	MPa	modulo elastico
ACCIAIO PIOLI NELSON			
St 37-3K DIN 17100			
$f_{yk} =$	355	N/mm^2	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000	N/mm^2	modulo elastico
ACCIAIO bulloni e dadi			
viti	8.8; 10.9	Conformi per le caratteristiche dimensionali alle	
dadi	8; 10	UNI-EN ISO 898-1:2013 e UNI 20898 -2	
SALDATURE			
Procedimenti di saldatura omologati e qualificati (tipo automatico ad arco sommerso o altri che verranno concordati e accettati dall'ente appaltante) conformi a D.M. 17.01.2018.			

4. MODELLO DI CALCOLO

Per valutare a livello globale le sollecitazioni e le deformazioni delle varie parti che costituiscono il viadotto (travi, soletta, trasversi, ecc.) sotto le varie azioni di progetto, sono state effettuate modellazioni con il programma agli elementi finiti SAP2000.

Nello studio globale longitudinale dell'impalcato si sono utilizzati tre modelli le cui rigidzze si differenziano nei tre casi di sezione costituita da solo acciaio, sezione composta omogeneizzata per azioni istantanee e sezione composta omogeneizzata per azioni di lunga durata.

Il modello di calcolo per ogni fase è stato ipotizzato come graticcio composto da 4 travi e da trasversi di collegamento in carpenteria metallica.

La soletta è modellata con elementi trave che ne schematizzano il comportamento trasversale. Per ottenerne il corretto funzionamento si sono introdotti bracci fittizi, di rigidzza infinita, che connettono i baricentri delle membrature.

Per valutare correttamente gli effetti massimi dei carichi viaggianti previsti dalla normativa, essi sono stati definiti all'interno del modello agli elementi finiti come "moving load cases".

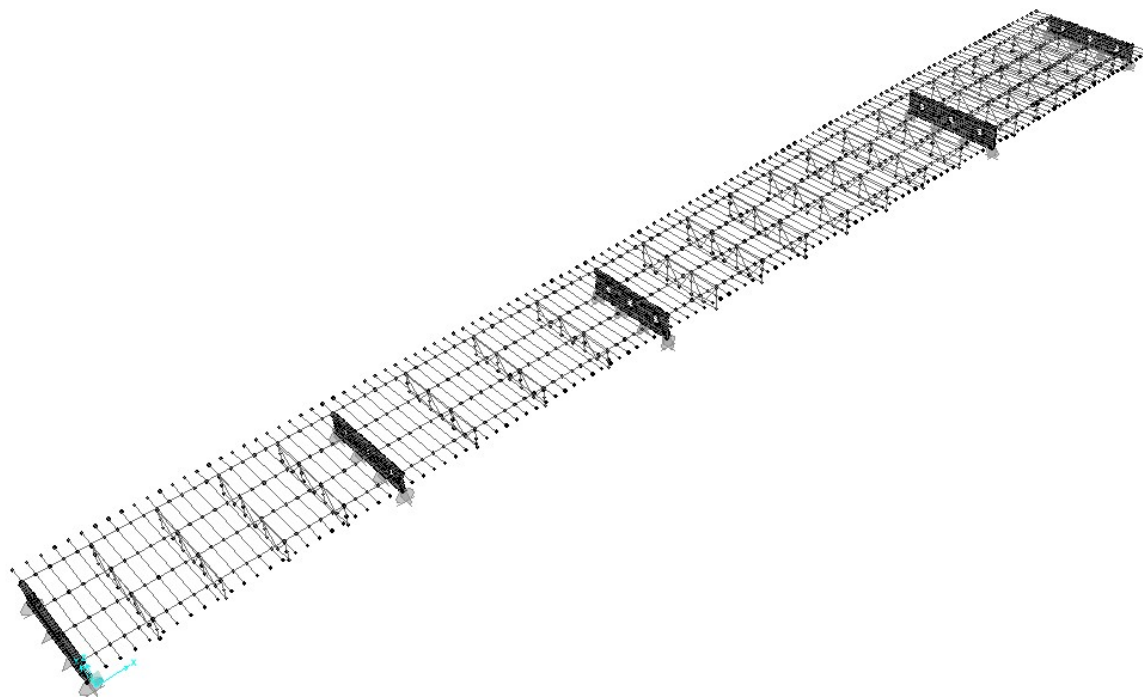


Figura 1. Modello di calcolo impalcato-Sap2000

Per la valutazione della larghezza collaborante della soletta sono state prese a riferimento le prescrizioni della Normativa Nazionale D.M.'18.

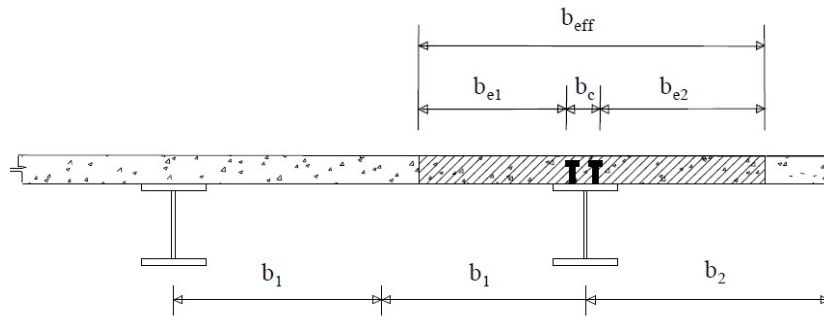


Figura 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei} .

Larghezza collaborante:

Type:

- 1 $L_c = 0,85 L_1$ for $b_{eff,1}$
- 2 $L_c = 0,25(L_1 + L_2)$ for $b_{eff,2}$
- 3 $L_c = 0,70 L_2$ for $b_{eff,1}$
- 4 $L_c = 2 L_3$ for $b_{eff,2}$

Elenco luci (m) es. 36,50,60,... -->

X (m)	b1* (mm)	b2* (mm)	b0 (mm)	Tipo	b _{eff} (mm)	L _e (m)	b _{e1} (mm)	b _{e2} (mm)	beta1	beta2
0	1500	1500	500	0	2893	21.25	1'300	1'300	0.959	0.959
6.25	1500	1500	500	1	3'000	21.25	1'250	1'250	1.000	1.000
18.75	1500	1500	500	1	3'000	21.25	1'250	1'250	1.000	1.000
25	1500	1500	500	2	3'000	13.25	1'250	1'250	1.000	1.000
32	1500	1500	500	3	3'000	19.60	1'250	1'250	1.000	1.000
46	1500	1500	500	3	3'000	19.60	1'250	1'250	1.000	1.000
53	1500	1500	500	2	3'000	19.00	1'250	1'250	1.000	1.000
65	1500	1500	500	3	3'000	33.60	1'250	1'250	1.000	1.000
89	1500	1500	500	3	3'000	33.60	1'250	1'250	1.000	1.000
101	1500	1500	500	2	3'000	19.00	1'250	1'250	1.000	1.000
108	1500	1500	500	1	3'000	23.80	1'250	1'250	1.000	1.000
122	1500	1500	500	1	3'000	23.80	1'250	1'250	1.000	1.000
129	1500	1500	500	0	3'000	23.80	1'250	1'250	1.000	1.000

Calcola Esci

Nelle zone a momento negativo il contributo della soletta viene trascurato.

Per la valutazione dell'effetto del ritiro del cls, sulla sezione mista dell'impalcato si è fatto riferimento al §11.2.10.6 del D.M.'18

ClS a t=0

R_{ck}	=	40	N/mm ²	Resistenza a compressione cubica caratteristica
f_{ck}	=	33.2	N/mm ²	Resistenza a compressione cilindrica caratteristica
f_{cm}	=	41.2	N/mm ²	Resistenza a compressione cilindrica media
α	=	1.0E-05		
E_{cm}	=	33643	N/mm ²	Modulo elastico secante medio

Tempo e ambiente

t_s	=	2	gg	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
t_0	=	28	gg	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
t	=	25500000	gg	età del calcestruzzo in giorni
$h_0=2A_c/u$	=	600	mm	dimensione fitticia dell'elemento di cls
A_c	=	4800000	mm ²	sezione dell'elemento
u	=	16000	mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
RH	=	75	%	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ e modulo elastico EC_t a tempo "t"

$\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) =$		1.982	
$\phi_0 = \phi RH \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) =$		93.22	coeff nominale di viscosità
$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \sqrt{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 =$		1.256	coeff che tiene conto dell'umidità
$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$		0.892	coeff per la resistenza del cls
$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$		0.968	coeff per la resistenza del cls
$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} =$		2.617	coeff che tiene conto della resistenza del cls
$\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} =$		0.475	coeff. per l'evoluzione della viscosità nel tempo
$t_o = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 =$		32.46	coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo
$\alpha =$		1	coeff per il tipo di cemento (-1 per classe S, 0 per classe N, 1 per classe R)
$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} =$		1.000	coeff per la variabilità della viscosità nel tempo
$\beta_H = 1.5[1 + (0.012 RH)^{18}] h_0 + 250\alpha_3 \leq 1500\alpha_3 =$		1382.5	coeff che tiene conto dell'umidità relativa
$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$		0.922	coeff per la resistenza del calcestruzzo

Il modulo elastico a tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11281951 \text{ kN/m}^2$$

Deformazioni di ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000349 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{cd,0} = 0.000291 \text{ deformazione al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.999977$$

$$K_h = 0.7 \text{ parametro che dipende da } h_0 \text{ secondo il prospetto seguente}$$

Valori di k_h

h_0	k_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥500	0,70

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(200 + 100 \alpha_{ds1}) \exp\left(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000416$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0}\right)^3 \right] = 0.896094$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ Mpa}$$

$$RH0 = 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 6$$

$$\alpha_{ds2} = 0.11$$

coeff per il tipo di cemento (3 per classe S, 4 per classe N, 6 per classe R)

coeff per il tipo di cemento (0.13 per classe S, 0.12 per classe N, 0.11 per classe R)

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,00} = 0.000058 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{ca00} = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0.000058$$

Lo sforzo su ogni trave risulta pertanto

$$F = \varepsilon * E * b * s = 3548 \text{ kN}$$

Le eccentricità geometriche sono prese in conto direttamente nel modello.

5. ANALISI DEI CARICHI

Si riportano nel presente capitolo le azioni considerate nel modello di calcolo per la determinazione delle sollecitazioni agenti.

5.1 CARICHI PERMANENTI

5.1.1 PESI PROPRI (G1)

Agli elementi strutturali è stato attribuito un peso specifico del cemento armato pari a 25 kN/m^3 come previsto dalle vigenti normative. Tale carico viene computato in automatico dal programma di calcolo agli elementi finiti.

Agli elementi strutturali è stato attribuito un peso specifico dell'acciaio pari a 78.5 kN/m^3 come previsto dalle vigenti normative; si precisa tuttavia che al fine di computare masse e pesi dei piatti di irrigidimento dei fazzoletti e delle bullonature si è considerato un moltiplicatore del peso specifico pari a 1.10.

Tale carico viene computato in automatico dal programma di calcolo agli elementi finiti in funzione della lunghezza delle aste e della sezione assegnata.

Peso proprio delle 4 travi in acciaio (inclusi trasversi, irrigidimenti, ecc.) = 42 kN/m

Peso proprio della soletta di spessore complessivo variabile = 120 kN/m

Totale Peso proprio = **162 kN/m**

5.1.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI (G2)

Pavimentazione stradale = = 36.4 kN/m

Guard rail = = 2 kN/m

Barriere antirumore, parapetti, velette = = 11 kN/m

Totale permanenti portati = **49.4 kN/m**

TOTALE AZIONI PERMANENTI AL METRO (G1+G2) = $\approx 212 \text{ kN/m}$.

(TOTALE AZIONI PERMANENTI $\approx 212 * 128 = \mathbf{27150 \text{ kN}}$)

5.2 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

5.2.1 AZIONI VERTICALI DA TRAFFICO

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2018 §5.1.3.3), si prendono in considerazione i seguenti carichi mobili per ponti di 1° categoria:

SCHEMA DI CARICO 1

- prima colonna di carico costituita da due carichi assiali $Q_{1k} = 300$ kN e un carico uniformemente distribuito $q_{1k} = 9$ kN/m² su una larghezza convenzionale pari a 3.00m;
- seconda colonna di carico analoga alla precedente, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{2k} = 200$ kN e $q_{2k} = 2.5$ kN/m²;
- area rimanente costituita da un carico uniformemente distribuito pari a $q_{rk} = 2.5$ kN/m².

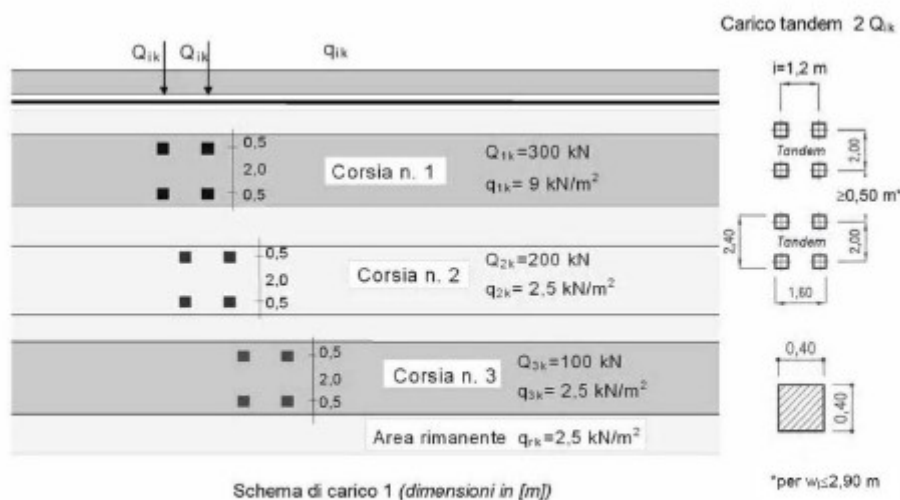


Figura 7: rappresentazione delle stese di carico.

In relazione alle dimensioni dell'impalcato sono state considerate 3 "corsie convenzionali" più una fascia di larghezza pari rispettivamente a 1.50 di "parte rimanente". I sovraccarichi mobili sono considerati nelle diverse disposizioni longitudinali e trasversali atte a generare le massime sollecitazioni nelle sezioni di verifica. Il modello di calcolo utilizzato è implementato nel programma di analisi strutturale agli elementi finiti SAP2000; tale codice di calcolo, tramite l'utility Moving Load Case, permette di costruire le linee di influenza relative alle distinte sollecitazioni per ciascun punto della struttura (inteso come ciascuna delle stazioni di output definite nell'ambito della descrizione del modello di calcolo), procedendo automaticamente nell'individuazione delle disposizioni longitudinali del carico mobile.

SCHEMA DI CARICO 5 (FOLLA)

Valore del carico da folla = 5 kN/m^2 , comprensivi degli effetti dinamici.

5.2.2 AZIONI ORIZZONTALI

5.2.2.1 FRENATURA

Per i ponti di 1° categoria la forza di frenamento/accelerazione è determinata secondo la seguente relazione:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

La forza così calcolata si assume uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata ed include gli effetti di interazione, per cui si ottiene il seguente valore del carico da applicare lungo l'asse della corsia:

Frenatura		
L	128	m
q ₃	705.6	kN
q ₃ (filtrata)	705.6	kN

f = 705.6 KN azione di frenamento/accelerazione

f_{rip} = f/L = 5.5 KN/m azione di frenamento/accelerazione

5.2.2.2 FORZA CENTRIFUGA

La forza centrifuga, coerentemente con quanto indicato dalle vigenti normative, viene considerata con valore pari ad:

Centrifuga		
Raggio planimetrico	300	m
n° corsie	3	
Q _v	1200	kN
q ₄	160	kN

5.2.2.3 URTO SUL SICURVIA

Sulla base delle prescrizioni normative (§5.1.3.10 N.T.C.2018), l'urto di un veicolo stradale sulle barriere sicurvia è stato modellato come una forza orizzontale applicata in corrispondenza delle barriere ad un'altezza pari a 1.0 m dal piano stradale. In particolare, ai fini del calcolo degli effetti locali sulla soletta d'impalcato, si è tenuto conto delle seguenti azioni:

- una forza pari a 100 kN considerata distribuita su 0.50 m diretta in direzione trasversale all'asse impalcato;
- un carico verticale isolato costituito dal *Secondo Schema di Carico*, posizionato in adiacenza al sicurvia stesso e disposto nella posizione più gravosa.

5.2.2.4 ATTRITO DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO

L'effetto dell'attrito è stato assunto pari al 3% dei carichi verticali applicati ad apparecchi di appoggio scorrevoli.

5.3 AZIONI CLIMATICHE

5.3.1 AZIONE DELLA NEVE

Per l'opera oggetto della presente relazione il carico risulta non dimensionante.

5.3.2 VARIAZIONE TERMICA

Nelle verifiche dei singoli elementi è stata considerata una variazione termica uniforme pari a $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ed una variazione termica non uniforme (gradiente) pari a $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	16 di 133

5.3.3 AZIONE DEL VENTO

Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005

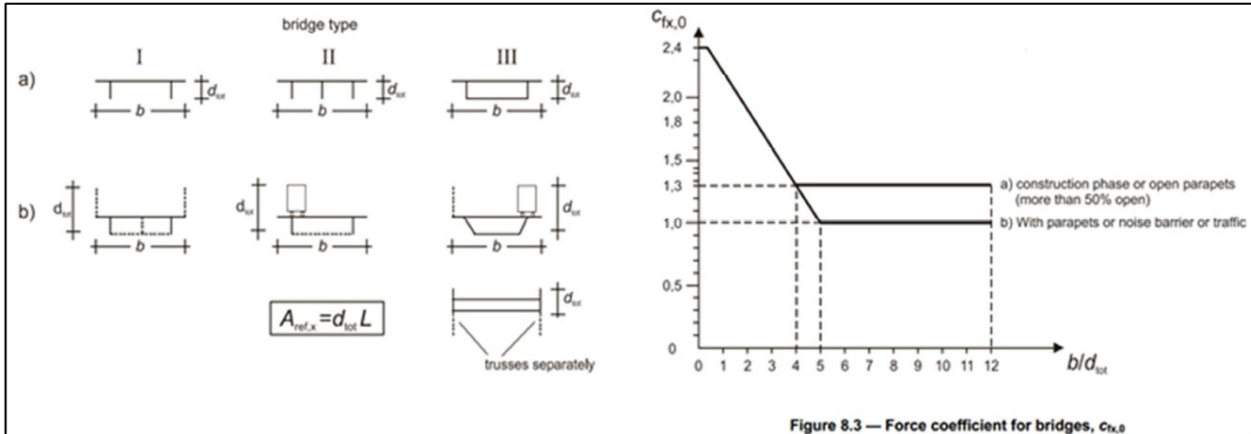
Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico	
Altitudine sul livello del mare	as	250	250	m
Zona	Z	4	4	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	ao	500	500	m
Parametri	ks	0.36	0.36	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	vb=vb0 * (1+ ks(as/ao-1)	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	112.5	112.5	anni
	αR	1.05	1.05	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.28	29.28	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	qb=0.5*ρ*vb²	0.54	0.54	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		D	D	
Distanza dalla costa		>10	>10	km
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m
Categoria di esposizione del sito	Cat	II	II	

Vento su impalcato

Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	14	14	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.57	2.57	
Larghezza impalcato	b	16	16	m
Altezza impalcato	h1	2.7	2.7	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	2	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	4.7	5.7	m
Rapporto di forma	b/dtot	3.40	2.81	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.48	1.66	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.54	0.54	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.57	2.57	
Coefficiente di forza	cfx	1.48	1.66	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	4.7	5.7	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	9.6	13.0	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.04	2.28	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	9.6	13.0	kN/m



Come illustrato nel seguito l'eccentricità del punto di applicazione della risultante dell'azione pseudostatica del vento dall'asse neutro della sezione a breve termine determina un momento parassita calcolato come segue:

$$M_p = F \cdot e = 13.0 \text{ kNm/m}$$

$$e = 1.0 \text{ m}$$

5.4 AZIONE SISMICA

Lo spettro di progetto è stato ottenuto utilizzando il foglio di calcolo elettronico messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

km 7.5

7.5 km

7.5 km

7.5 km

47834 47835 47856 47857

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- ...□... Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

$S_B = 1.490$

$C_C = 1.288$ info

Categoria topografica info

$h/H = 1.000$

$S_T = 1.000$ info

(h =quota sito, H =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

$\eta_1 = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0

Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto

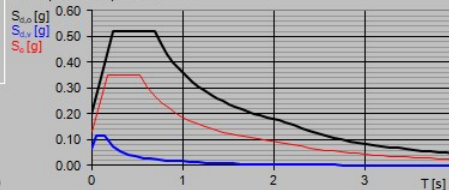
Fattore q

$\eta_1 = 0.667$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

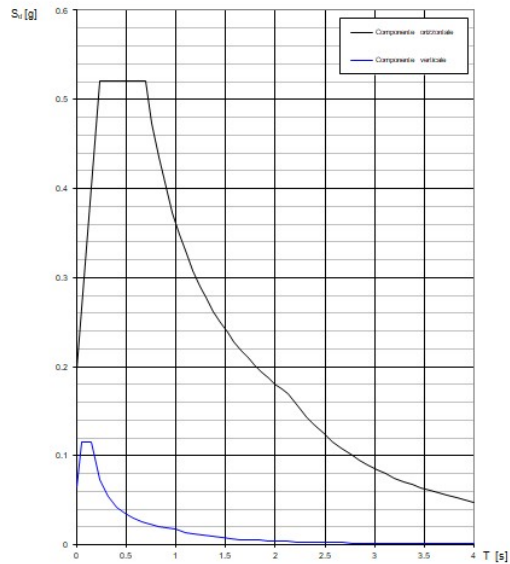
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.133 g
F_n	2.620
T_c^*	0.539 s
S_s	1.490
C_c	1.288
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.490
η	1.000
T_B	0.231 s
T_C	0.694 s
T_D	2.133 s



6. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di carico s.l.u. statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura. I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la struttura.

Verifiche allo stato limite ultimo:

La verifica di sicurezza agli stati limite ultimi è stata condotta controllando che risultasse, per ciascuna sollecitazione considerata:

$$R_d \geq E_d$$

in cui R_d rappresentano le resistenze di calcolo e E_d le sollecitazioni di calcolo nei vari elementi strutturali valutate per le azioni di calcolo F_d ottenute combinando le azioni caratteristiche nella forma

$$F_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki} \quad : \text{combinazione statica}$$

$$F_d = E + G_k + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad : \text{combinazione sismica}$$

in cui si sono indicati:

G_{kj} : valore caratteristico della j-esima azione permanente

Q_{k1} : valore caratteristico della azione variabile base per ogni combinazione

Q_{ki} : valore caratteristico della i-esima azione variabile

E : valore caratteristico dell'azione sismica

I valori γ e Ψ sono riportati nelle seguenti tabelle.

Tabella 1: coefficienti parziali relativi alle azioni per la verifica agli SLU combinazione A1

Azione	Simbolo	Coefficiente parziale
Permanente sfavorevole	γ_G	1.35
Permanente favorevole		1.0
Variabile sfavorevole	γ_Q	1.5
Variabile favorevole		0.0

Tabella 2: coefficienti parziali relativi alle azioni per la verifica agli SLU combinazione A2

Azione	Simbolo	Coefficiente parziale
Permanente sfavorevole	Y _G	1.0
Permanente favorevole		1.0
Variabile veicolare sfavorevole veicolare	Y _Q	1.35
Variabile veicolare favorevole		0.0

Tabella 3: coefficienti di combinazione

Le azioni di cui ai paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto relative agli elementi strutturali di volta in volta considerati in base a quanto prescritto dalle N.T.C nei § 2.5.3 e §5.1.3.12.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili	
	Carichi verticali		Carichi orizzontali		Carichi verticali	
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q ₃	Forza centrifuga q ₄	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ²
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti di 3^a categoria
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

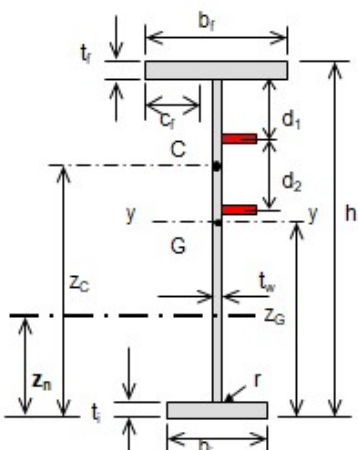
⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	---	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	---	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

7. ELEMENTI TRAVI PRINCIPALI

Trave 1800mm C1:

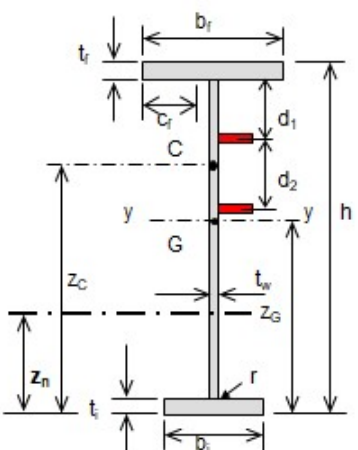
CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE (I o T):			
	Altezza totale in campata	$h = \text{cm}$	180
	Larghezza piattabanda superiore	$b_1 = \text{cm}$	80
	Larghezza piattabanda inferiore	$b_2 = \text{cm}$	80
	Spessore anima	$t_w = \text{cm}$	2
	Spessore piattabanda superiore	$t_1 = \text{cm}$	3
	Spessore piattabanda inferiore	$t_2 = \text{cm}$	3.5
	Raccordo anima-piattabanda	$r = \text{cm}$	0
	Altezza netta dell'anima	$d = \text{cm}$	173.5
	Sporgenza dell'ala superiore	$c_1 = \text{cm}$	39.00
	Sporgenza dell'ala inferiore	$c_2 = \text{cm}$	39.00
	Area della sezione irrigidita	$A = \text{cm}^2$	911.50
	Posizione asse baricentrico	$z_G = \text{cm}$	87.49
	Posizione asse neutro plastico	$z_n = \text{cm}$	89.62
	Posizione a.n.p. per flessione pura	$d_z = \text{cm}$	89.62
	Posizione centro di taglio	$z_C = \text{cm}$	83.90
	Momento di inerzia max.	$J_y = \text{cm}^4$	5009166
	Momento di inerzia min.	$J_z = \text{cm}^4$	281763
	Momento di inerzia torsionale	$J_t = \text{cm}^4$	2385
	Modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	54149
	Modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	57253
	Modulo di res. interno piattab. sup.	$W_{y_{as}} = \text{cm}^3$	55963
	Modulo di res. interno piattab. inf.	$W_{y_{ai}} = \text{cm}^3$	59638
	Modulo di res. min. = MIN (W_{ys}, W_{yi})	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	54149
	Modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	62710
Anima irrigidita ?	y	N° irrigid.	1 ≤ 4 $d1 = \text{cm}$ 57.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

		$d ; d_1$	d_2	d_3	d_4		
Larghezza/spessore:	Anima	$d/t_w =$	28.50	58.25			$\alpha_y =$ 0.504
	Piattabande	$c/t =$	13.00				$\psi_y =$ -1.000
		$\alpha_d =$	1.000	0.261			
asse neutro el. = cm 90.000		$\varphi_d =$	0.345	-2.883			
		$c_{\varphi} =$	-0.345	2.883			
Limite larghezza/spessore anima:	classe 1		26.85	112.33			
	classe 2		30.92	129.50			
	classe 3		43.60	129.50			
	$k_c =$						
						classe dell'anima	2
Limite larghezza/spessore piattab.	classe 1		7.32			in cond. di incendio	3
	classe 2		8.14				
	classe 3		11.39			classe piattabanda	4

CLASSE SEZIONE **4**

Trave 1800mm C2:

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE (I o T):		Altezza tot. della sez. sull'appoggio	h = cm	180		
 <p>SEZIONE A DOPPIA SIMMETRIA (*) riferita alla piattabanda superiore</p>		Larghezza piattabanda inferiore	b _i = cm	80		
		Larghezza piattabanda superiore	b _f = cm	80		
		Spessore anima	t _w = cm	2		
		Spessore piattabanda inferiore	t _i = cm	3		
		Spessore piattabanda superiore	t _f = cm	3		
		Raccordo anima-piattabanda	r = cm	0		
		Altezza netta dell'anima	d = cm	174		
		Sporgenza dell'ala inferiore	c _i = cm	39.00		
		Sporgenza dell'ala superiore	c _f = cm	39.00		
		Area della sezione irrigidita	A = cm ²	872.00		
		Posizione asse baricentrico (*)	z _G = cm	91.35		
		Posizione asse neutro plastico (*)	z _n = cm	99.50		
		Posizione a.n.p. per fless. pura (*)	d _z = cm	99.50		
		Posizione centro di taglio (*)	z _C = cm	90.52		
		Momento di inerzia max.	J _y = cm ⁴	4718612		
Momento di inerzia min.	J _z = cm ⁴	260423				
Momento di inerzia torsionale	J _t = cm ⁴	1963				
Modulo di res. esterno piattab. inf.	W _{y_i} = cm ³	53228				
Modulo di res. esterno piattab. sup.	W _{y_s} = cm ³	51654				
Modulo di res. interno piattab. inf.	W _{y_a} = cm ³	55092				
Modulo di res. interno piattab. sup.	W _{y_s} = cm ³	53408				
Modulo di res. min. = MIN (W _{y_s} , W _{y_i})	W _{d,min} = cm ³	51654				
Modulo di resistenza plastico	W _p = cm ³	59142				
Anima irrigidita ?	γ	N° irrigid.	1	≤ 4	d1 = cm	56.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

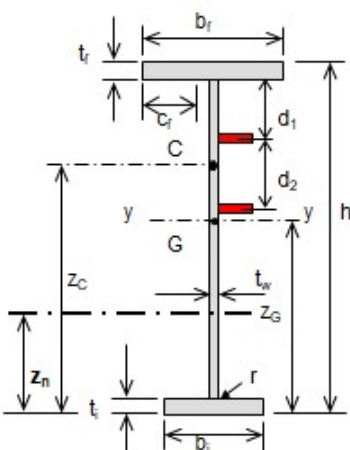
		d ; d ₁	d ₂	d ₃	d ₄			
Larghezza/spessore:	Anima	d/t _w =	28.00	59.00			α _y =	0.445
	Piattabande	c/t =	13.00				ψ _y =	-1.004
		α _d =	1.000	0.182				
asse neutro el. = cm 90.171		φ _d =	0.355	-2.828				
		c _v =	-0.354	2.817				
Limite larghezza/spessore anima:	classe 1		26.85	160.76				
	classe 2		30.92	185.32				
	classe 3		43.41	185.32				
	k _c =							
							classe dell'anima	2
Limite larghezza/spessore piattab.	classe 1		7.32				in cond. di incendio	3
	classe 2		8.14					
	classe 3		11.39				classe piattabanda	4

CLASSE SEZIONE 4

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	25 di 133

Trave 2400mm C3:

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE (I o T):			
 <p>SEZIONE A DOPPIA SIMMETRIA</p>	Altezza totale in campata	$h = \text{cm}$	240
	Larghezza piattabanda superiore	$b_f = \text{cm}$	80
	Larghezza piattabanda inferiore	$b_i = \text{cm}$	80
	Spessore anima	$t_w = \text{cm}$	2
	Spessore piattabanda superiore	$t_f = \text{cm}$	3
	Spessore piattabanda inferiore	$t_i = \text{cm}$	3
	Raccordo anima-piattabanda	$r = \text{cm}$	0
	Altezza netta dell'anima	$d = \text{cm}$	234
	Sporgenza dell'ala superiore	$c_f = \text{cm}$	39.00
	Sporgenza dell'ala inferiore	$c_i = \text{cm}$	39.00
	Area della sezione irrigidita	$A = \text{cm}^2$	992.00
	Posizione asse baricentrico	$z_G = \text{cm}$	121.53
	Posizione asse neutro plastico	$z_n = \text{cm}$	129.50
	Posizione a.n.p. per flessione pura	$d_x = \text{cm}$	129.50
	Posizione centro di taglio	$z_C = \text{cm}$	120.68
	Momento di inerzia max.	$J_y = \text{cm}^4$	9017426
	Momento di inerzia min.	$J_z = \text{cm}^4$	260441
	Momento di inerzia torsionale	$J_t = \text{cm}^4$	2123
Modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	76117	
Modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	74198	
Modulo di res. interno piattab. sup.	$W_{yas} = \text{cm}^3$	78095	
Modulo di res. interno piattab. inf.	$W_{yai} = \text{cm}^3$	76076	
Modulo di res. min. = MIN (W_{ys}, W_{yi})	$W_{d,min} = \text{cm}^3$	74198	
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	86304	
Anima irrigidita ?	γ	N° irrigid.	1 <= 4 $d_1 = \text{cm}$

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

		$d ; d_1$	d_2	d_3	d_4			
Larghezza/spessore:	Anima	$d/t_w =$	38.50	78.50			$\alpha_y =$	0.459
	Piattabande	$c/t =$	13.00				$\psi_y =$	-1.006
		$\alpha_d =$	1.000	0.194				
		$\varphi_d =$	0.340	-2.963				
		$c_{\psi} =$	-0.337	2.944				
Limite larghezza/spessore anima:	classe 1		26.85	150.79				
	classe 2		30.92	173.83				
	classe 3		43.69	173.83				
	$k_c =$							
						classe dell'anima		3
Limite larghezza/spessore piattab.	classe 1		7.32			in cond. di incendio		4
	classe 2		8.14					
	classe 3		11.39			classe piattabanda		4

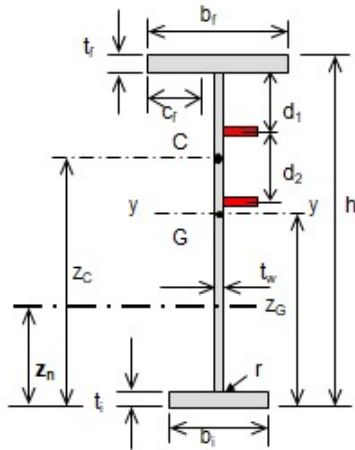
CLASSE SEZIONE 4

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	26 di 133

Trave 2400mm C4:

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE (I o T):



SEZIONE A DOPPIA SIMMETRIA
(*) riferita alla piattabanda superiore

Altezza tot. della sez. sull'appoggio	h = cm	240
Larghezza piattabanda inferiore	b _i = cm	80
Larghezza piattabanda superiore	b _f = cm	80
Spessore anima	t _w = cm	2
Spessore piattabanda inferiore	t _i = cm	3.5
Spessore piattabanda superiore	t _f = cm	3.5
Raccordo anima-piattabanda	r = cm	0
Altezza netta dell'anima	d = cm	233
Sporgenza dell'ala inferiore	c _i = cm	39.00
Sporgenza dell'ala superiore	c _f = cm	39.00
Area della sezione irrigidita	A = cm ²	1071.00
Posizione asse baricentrico (*)	z _G = cm	121.40
Posizione asse neutro plastico (*)	z _n = cm	129.50
Posizione a.n.p. per fless. pura (*)	d _z = cm	129.50
Posizione centro di taglio (*)	z _C = cm	120.58
Momento di inerzia max.	J _y = cm ⁴	10092364
Momento di inerzia min.	J _z = cm ⁴	303118
Momento di inerzia torsionale	J _t = cm ⁴	2968
Modulo di res. esterno piattab. inf.	W _{yi} = cm ³	85097
Modulo di res. esterno piattab. sup.	W _{ys} = cm ³	83132
Modulo di res. interno piattab. inf.	W _{yai} = cm ³	87685
Modulo di res. interno piattab. sup.	W _{yas} = cm ³	85600
Modulo di res. min. = MIN (W _{ys} , W _{yi})	W _{el,min} = cm ³	83132
Modulo di resistenza plastico	W _{pl} = cm ³	95507
Anima irrigidita ?	γ	N° irrigid. 1 <= 4 d1 = cm 77.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

		d ; d ₁	d ₂	d ₃	d ₄		
Larghezza/spessore :	Anima	d/t _w =	38.50	78.00			α _y = 0.459
	Piattabande	c/t =	11.14				ψ _y = -1.007
		α _d =	1.000	0.192			
asse neutro el. = cm 120.424		φ _d =	0.337	-2.992			
		c _v =	-0.334	2.971			
Limite larghezza/spessore anima :	classe 1		26.85	152.33			
	classe 2		30.92	175.60			
	classe 3		43.75	175.60			
		k _c =					
						classe dell'anima	3
Limite larghezza/spessore piattab.	classe 1		7.32			in cond. di incendio	4
	classe 2		8.14				
	classe 3		11.39			classe piattabanda	3

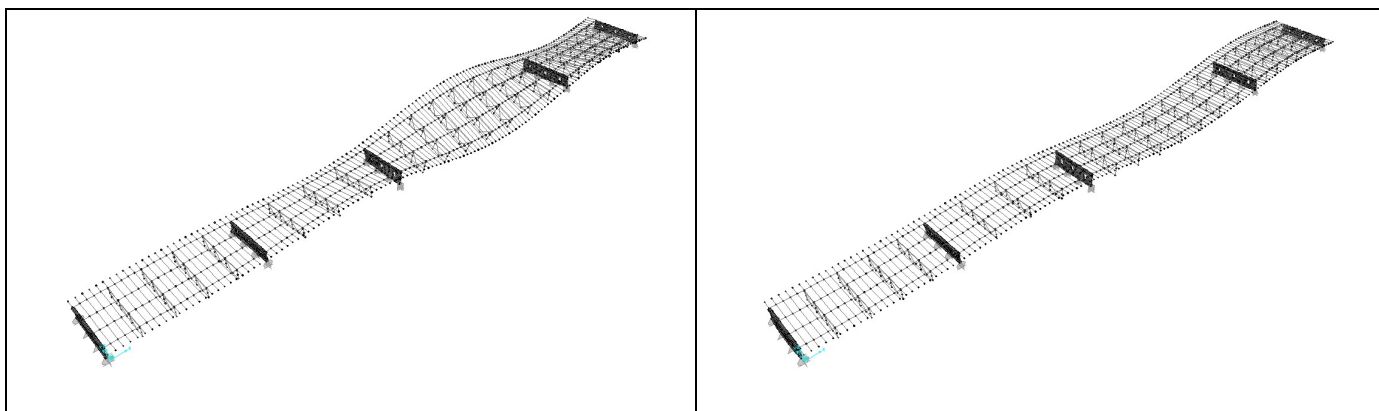
CLASSE SEZIONE 3

8. ANALISI MODALE

Si riportano in termini numerici, come output del modello di calcolo, i risultati dell'analisi modale dell'impalcato. Si riportano i primi 20 modi di vibrare che garantiscono l'eccitazione dell'85% della massa in tutte le componenti di spostamento.

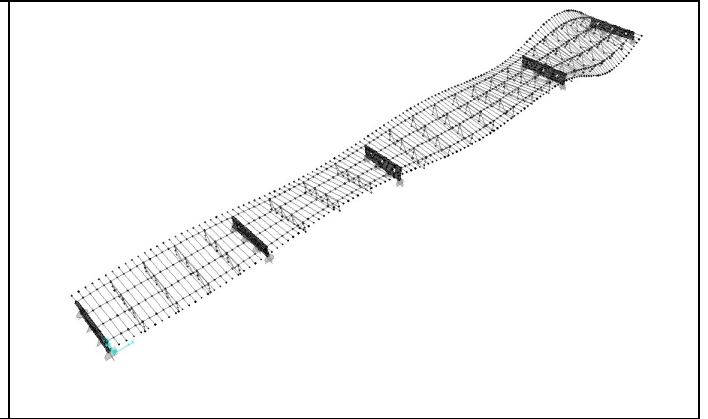
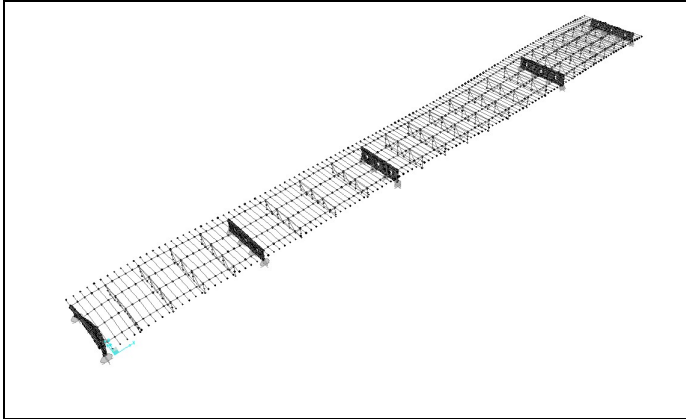
TABLE: Modal Participating Mass Ratios											
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODALE	Mode	1.00	0.42	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.02%	0.02%
MODALE	Mode	2.00	0.38	3.72%	0.00%	10.81%	3.72%	0.03%	10.81%	0.03%	0.05%
MODALE	Mode	3.00	0.36	92.99%	0.00%	0.07%	96.70%	0.03%	10.88%	0.62%	0.67%
MODALE	Mode	4.00	0.23	0.00%	7.36%	0.00%	96.70%	7.39%	10.88%	8.14%	8.81%
MODALE	Mode	5.00	0.23	0.00%	36.78%	0.00%	96.70%	44.17%	10.88%	36.75%	45.55%
MODALE	Mode	6.00	0.20	0.29%	0.00%	15.90%	97.00%	44.17%	26.78%	0.00%	45.56%
MODALE	Mode	7.00	0.18	0.00%	0.49%	0.00%	97.00%	44.66%	26.78%	0.30%	45.86%
MODALE	Mode	8.00	0.17	1.36%	0.00%	7.42%	98.36%	44.66%	34.20%	0.01%	45.86%
MODALE	Mode	9.00	0.15	0.00%	4.50%	0.00%	98.36%	49.16%	34.20%	31.52%	77.38%
MODALE	Mode	10.00	0.14	0.00%	43.82%	0.02%	98.36%	92.99%	34.22%	17.48%	94.87%
MODALE	Mode	11.00	0.13	0.50%	0.02%	30.20%	98.85%	93.01%	64.42%	0.02%	94.89%
MODALE	Mode	12.00	0.11	0.00%	2.42%	0.00%	98.85%	95.43%	64.42%	0.33%	95.22%
MODALE	Mode	13.00	0.11	0.02%	0.00%	5.15%	98.88%	95.43%	69.58%	0.00%	95.22%
MODALE	Mode	14.00	0.09	0.00%	0.70%	0.00%	98.88%	96.13%	69.58%	0.02%	95.24%
MODALE	Mode	15.00	0.08	0.49%	0.00%	2.55%	99.37%	96.13%	72.13%	0.01%	95.25%
MODALE	Mode	16.00	0.08	0.30%	0.00%	3.57%	99.66%	96.13%	75.70%	0.00%	95.25%
MODALE	Mode	17.00	0.06	0.00%	2.22%	0.00%	99.66%	98.34%	75.70%	4.28%	99.53%
MODALE	Mode	18.00	0.05	0.25%	0.00%	2.58%	99.91%	98.34%	78.28%	0.00%	99.53%
MODALE	Mode	19.00	0.05	0.00%	1.20%	0.01%	99.91%	99.55%	78.29%	0.00%	99.54%
MODALE	Mode	20.00	0.04	0.03%	0.00%	10.28%	99.94%	99.55%	88.57%	0.00%	99.54%

Si evidenziano i primi 4 periodi propri di vibrare.



RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	28 di 133

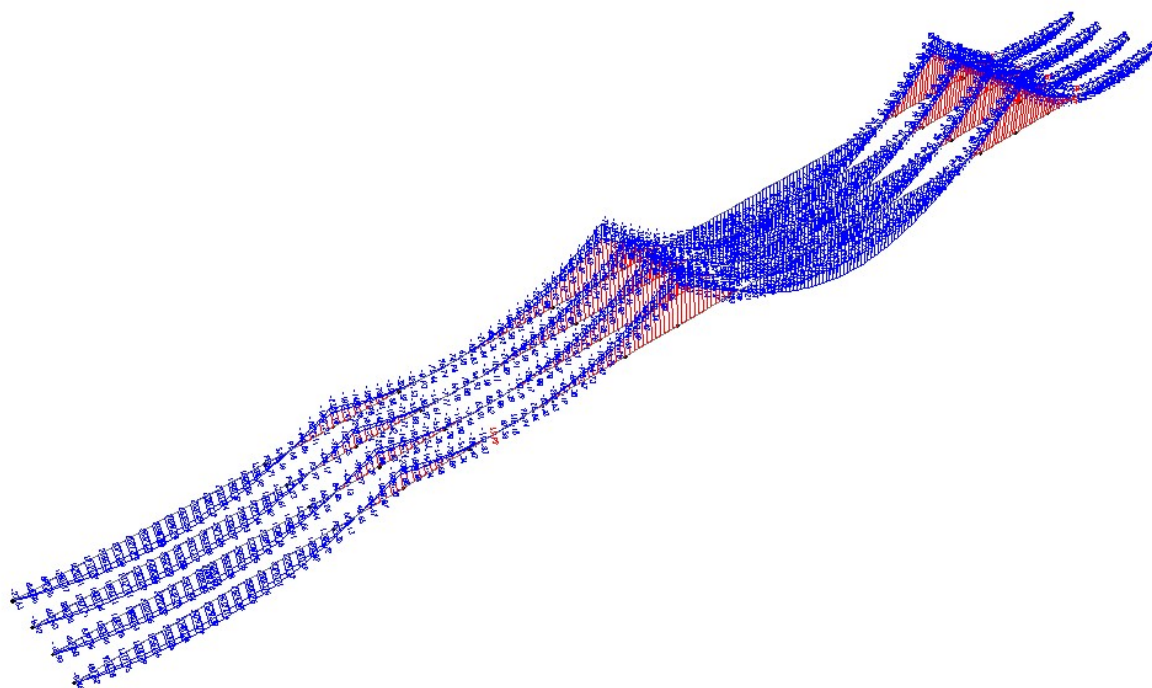


9. VERIFICHE SLU

Si effettuano le verifiche di resistenza degli elementi costituenti la carpenteria metallica combinando le azioni agenti allo S.L.U..

9.1 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni relativi alle 3 fasi:



RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	30 di 133

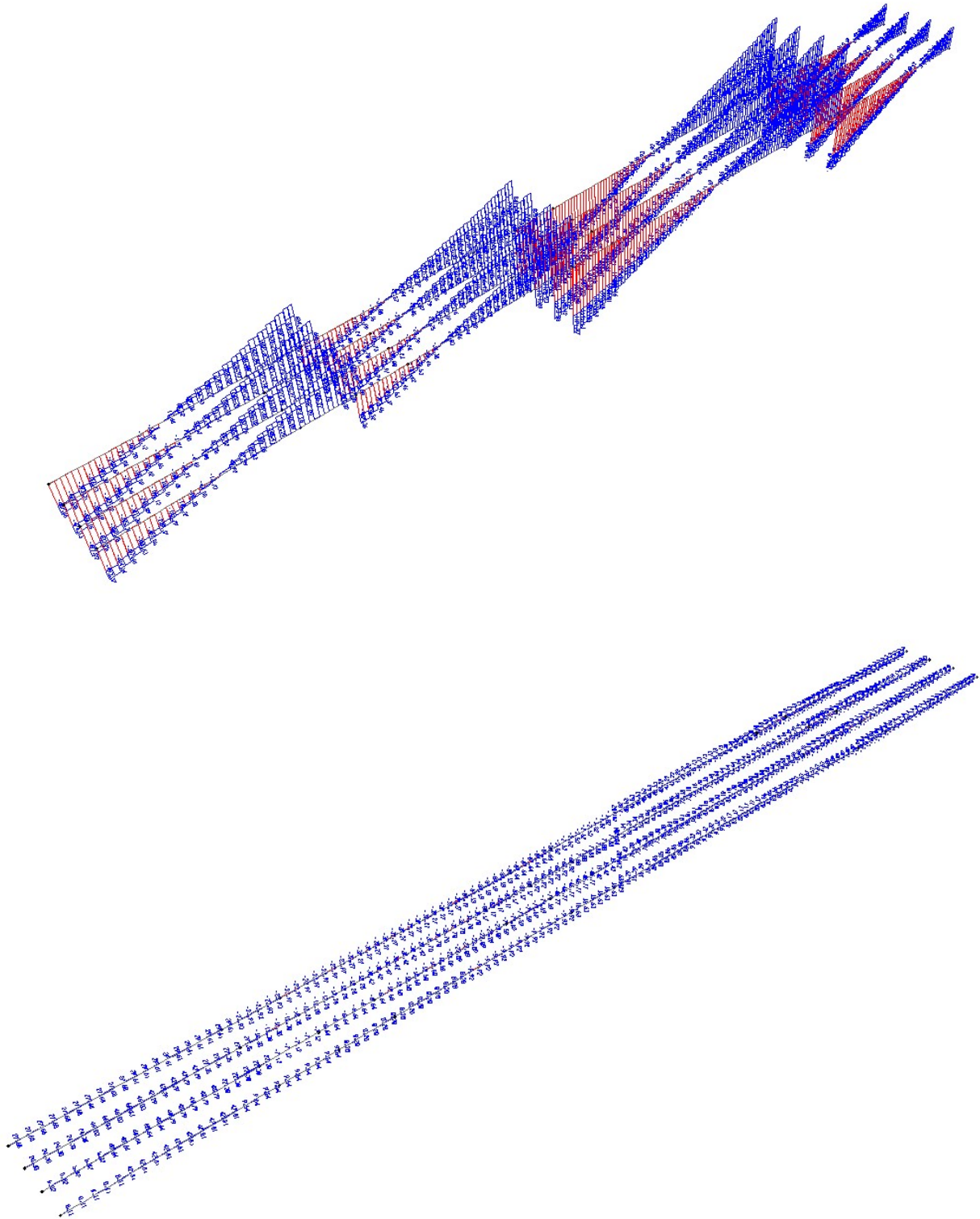
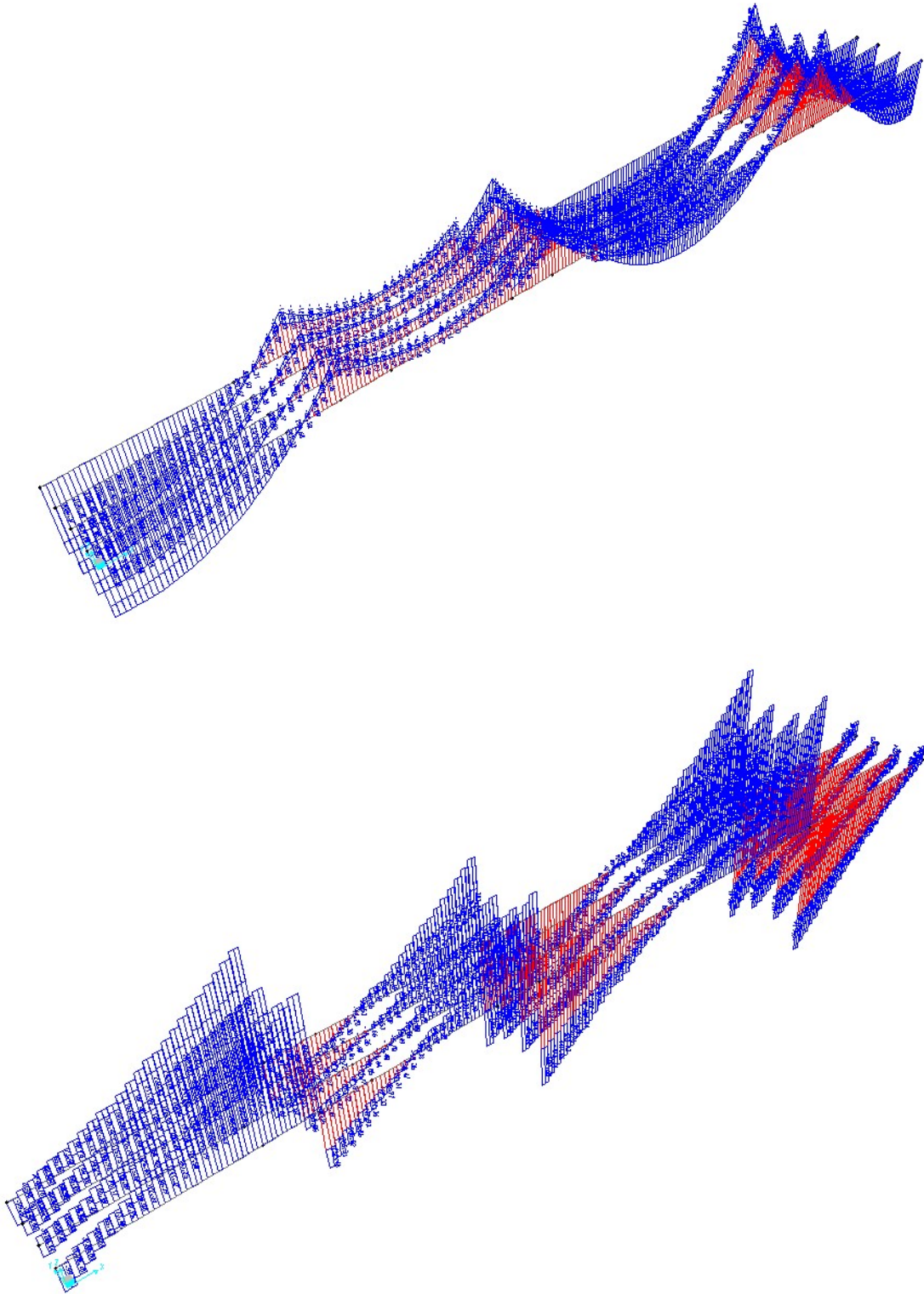


Figura 2. Fase 1 M-V-N (kN-m)

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	31 di 133



RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	32 di 133

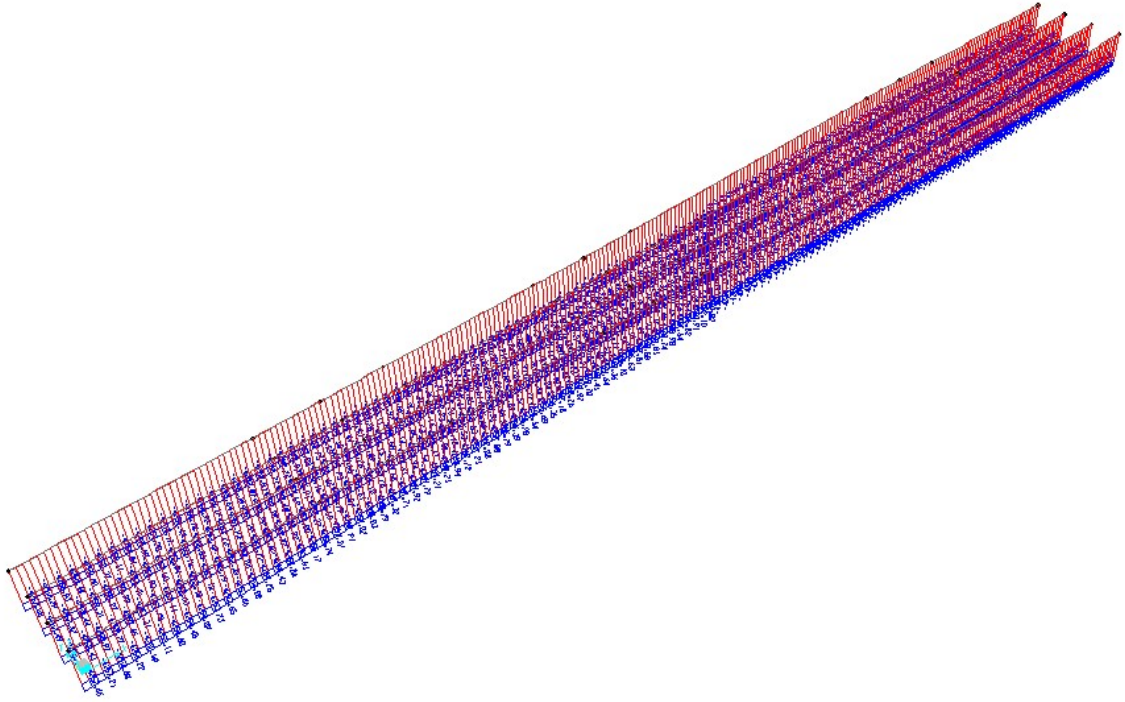
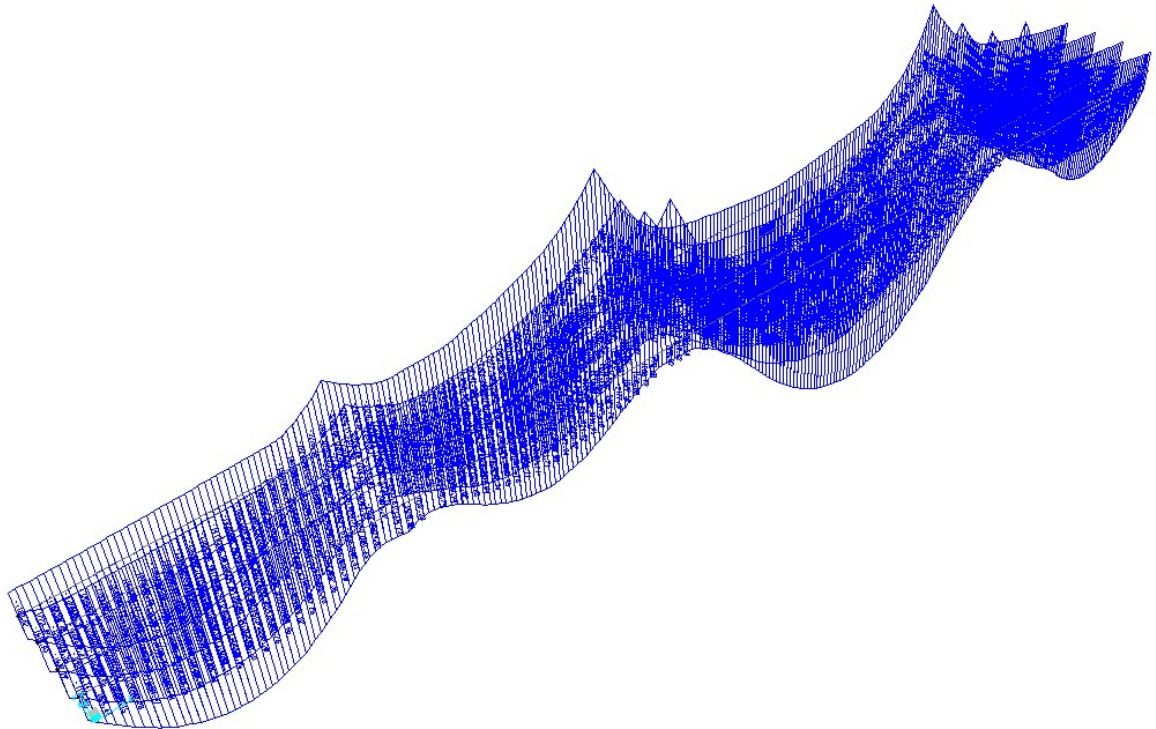


Figura 3. Fase 2 M-V-N (kN-m)



RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	33 di 133

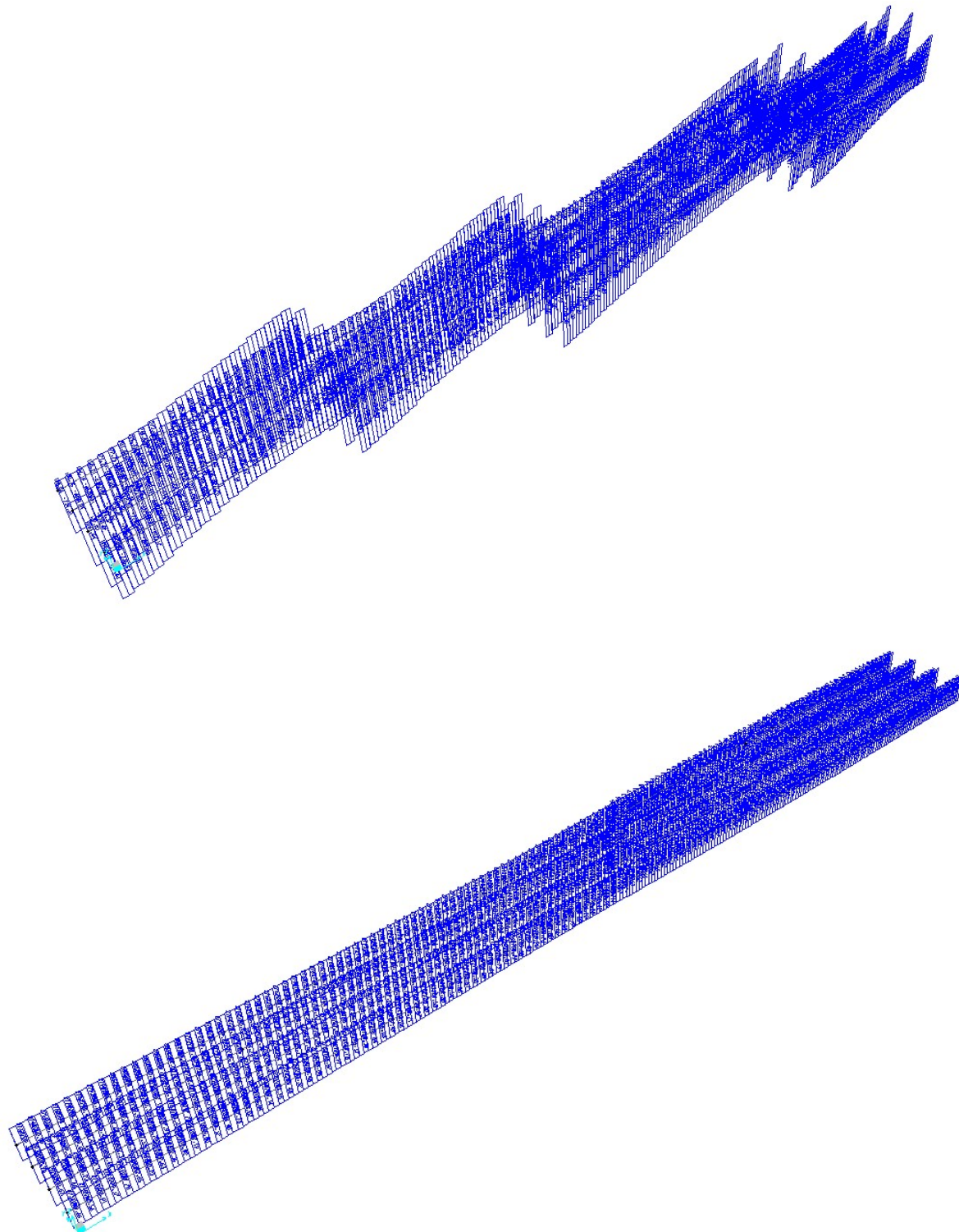
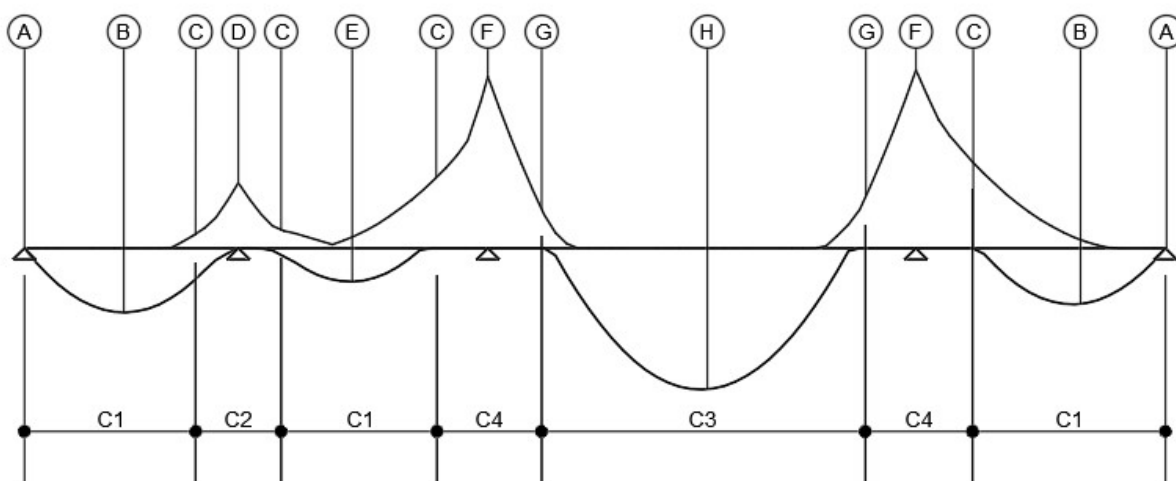


Figura 4. Fase 3 M-V-N (kN-m)

9.2 VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI

Nell'esposizione dei risultati delle analisi e delle verifiche si fa riferimento ad una numerazione delle sezioni, che è dettagliata nella figura successiva.



Riepilogo sollecitazioni SLU:

	FASE 1			FASE 2			FASE 3			TOT		
	<i>kN</i>	<i>kN*m</i>	<i>kN</i>	<i>kN</i>	<i>kN*m</i>	<i>kN</i>	<i>kN</i>	<i>kN*m</i>	<i>kN</i>	<i>kN</i>	<i>kN*m</i>	<i>kN</i>
	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T
A	0	0	494	-4252	3011	100	-2775	1187	778	-7027	4198	1372
B	0	2624	100	-4252	3159	200	-2775	4931	385	-7027	10714	685
C	0	-3436	734	-4252	-2019	496	-2775	-4423	856	-7027	-9878	2086
D	0	-2357	679	-4252	-1766	466	-2775	-3406	914	-7027	-7529	2059
E	0	120	20	-4252	-386	65	-2775	3600	409	-7027	3334	494
F	0	-9055	1300	-4252	-4741	666	-2817	-7584	1176	-7069	-21380	3142
G	0	-2121	963	-4252	-1493	446	-2817	-3336	987	-7069	-6950	2396
H	0	6780	120	-4252	2739	21	-2817	8496	372	-7069	18015	513

Si riportano di seguito le verifiche delle travi d'impalcato, per ciascuna fase di carico:

9.2.1 SEZIONE A

Fase 1

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

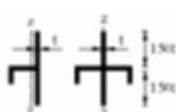
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st}}$$

$$\begin{aligned} I_{s11} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{s1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{b,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 163.06 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.090 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.093 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.63672 \quad \eta_4 = \quad < 1$$

Fase 2

sezione efficace omogenea		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	1390
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	124.92
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	8635798
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	156786
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	69131
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	101502
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	156786
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	69131
posizione asse neutro plastico	$X_{pl} = \text{cm}$	55.94
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	80464

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	36 di 133

Area resistente a taglio :

$$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$$

$$A_v = 347.00 \text{ cm}^2$$

Limite di resistenza plastica a taglio :

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$$

$$V_{pl,Rd} = 6466 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$$

$$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$$

$$\rho = 0.000$$

$$A_w = 347 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_{MO} = 1.1$$

$$f_d = f_y / \gamma_{MO} = 32.27 \text{ kN/cm}^2$$

Verifica di resistenza per sezione di classe **2**

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.095$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d = 2596808$	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r = \text{fattore di riduzione}$	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} = 2231040$	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 11213$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5599$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (\text{cl} \leq 2) = 4252$	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	0.211 -0.021
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d$		0.211	< 1
con taglio : cl. ≥ 3 $R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$			
con taglio : cl. ≤ 2 $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - \sqrt{4 \cdot t_w} \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho)] / f_d \leq M_{N,Rd}$		$M_{NV,Rd} =$	kNcm
$v = \text{fattore di simmetria} = 2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.54106$ per sez. di classe ≤ 2			
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$		$R_{M,N,v} =$	0.000 < 1

Area efficace ridotta per taglio :

$$A_{fl,min} = 240.00 \quad A_{fl,om} = 723.33 \text{ cm}^2$$

$$A_{fi,inf} = 240.00 \quad A_{fi,om} = 280.00 \text{ cm}^2$$

$$A_w \cdot (1-\rho) = 304.59 \quad A_{r,om} = 304.59 \text{ cm}^2$$

$$A_{eff,v} = 784.59 \quad A_{eff,v,om} = 1307.92 \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y,fl} = 38704 \text{ cm}^3$$

$$W_{eff,y,pl} = 62710 \text{ cm}^3$$

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$$A_r = 906.44 \quad A_{r,om} = 1389.78 \text{ cm}^2$$

$$z_G = 87.55 \quad z_{G,om} = 124.92 \text{ cm}$$

$$J_{yr} = 4960032 \quad J_{yr,om} = 8635798 \text{ cm}^4$$

$$W_{eff,s} = 53652 \quad W_{e,s,om} = 156786 \text{ cm}^3$$

$$W_{eff,i} = 56653 \quad W_{e,i,om} = 69131 \text{ cm}^3$$

$$W_{eff,min} = 53652 \quad W_{e,m,om} = 69131 \text{ cm}^3$$

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

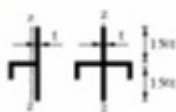
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 153.59 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.018 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.019 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.617186$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 3

sezione efficace omogenea		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	2356
posizione asse neutro sez. reagente	$z_n = \text{cm}$	153.67
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	11508290
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	437050
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	74890
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	204295
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	437050
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	74890
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	55.94
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	120039

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	38 di 133

Area resistente a taglio :

$$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$$

$A_v =$	347.00	cm ²
---------	--------	-----------------

Limite di resistenza plastica a taglio :

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$$

$V_{pl,Rd} =$	6466	kN
---------------	------	----

$$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$$

$$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$$

$\rho =$	0.000
----------	-------

$A_w =$	347	cm ²
---------	-----	-----------------

$\gamma_{MO} =$	1.1
-----------------	-----

$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²
-----------------------------	-------	--------------------

Verifica di resistenza per sezione di classe **2**

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.036$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d = 3873989$	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} = 2416921$	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 19012$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5599$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) = 2775$	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	0.067 0.006
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d = 0.067$		< 1
con taglio : cl. >= 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$		
con taglio : cl. <= 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot v / (4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$	$M_{NV,Rd} =$	kNcm
$v =$ fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.54106$	per sez. di classe <= 2	
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,v} = 0.000$	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$$A_{fl,min} = 240.00 \quad A_{fl,om} = 1690.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{fl,inf} = 240.00 \quad A_{fi,om} = 280.00 \text{ cm}^2$$

$$A_w \cdot (1-\rho) = 304.59 \quad A_{r,om} = 304.59 \text{ cm}^2$$

$$A_{eff,v} = 784.59 \quad A_{eff,v,om} = 2274.59 \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y,fl} = 38704 \text{ cm}^3$$

$$W_{eff,y,pl} = 62710 \text{ cm}^3$$

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$$A_r = 906.44 \quad A_{r,om} = 2356.44 \text{ cm}^2$$

$$z_G = 87.55 \quad z_{G,om} = 153.67 \text{ cm}$$

$$J_{yr} = 4960032 \quad J_{yr,om} = 11508290 \text{ cm}^4$$

$$W_{eff,s} = 53652 \quad W_{e,s,om} = 437050 \text{ cm}^3$$

$$W_{eff,i} = 56653 \quad W_{e,i,om} = 74890 \text{ cm}^3$$

$$W_{eff,min} = 53652 \quad W_{e,m,om} = 74890 \text{ cm}^3$$

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

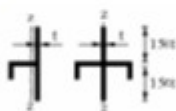
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 161.59 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.142 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.147 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.617186$$

$$\eta_4 < 1$$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0	0.035	0.01	✓ 0.05	<1
Piat. Sup.	0	0.152	0.044	✓ 0.20	<1
σ_{cls}	-	3.35	2.93	✓ 6.28	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	-	-	✓ 0.00	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.09	0.018	0.142	✓ 0.25	<1

9.2.2 SEZIONE B

Fase 1

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA TRAVE NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	347.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	6466	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	347	cm ²
		$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²
	Verifica di resistenza per sezione di classe		4	
$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0.000	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	0.473	
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	1.000	$r =$	fattore di riduzione	
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	7354	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	5599	
$N_{v,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		
			NO carico assiale	
			0.161	-0.145
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$		0.161	< 1
con taglio : cl. >= 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$			
con taglio : cl. <= 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - v \cdot (4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2 / (1-\rho) / f_y^2)] \cdot f_d$	$M_{NV,Rd} =$		kNcm
$v =$	fattore di simmetria = $2 \cdot [(1 - (z_G - t_i) / h_w)^2 + ((z_G - t_i) / h_w)^2] =$	1.00005		per sez. di classe <= 2
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,v} =$		< 1
Area efficace ridotta :		caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio		
flangia superiore :	$A_{fl,min} =$	218.97	cm ²	$A_r'' =$
flangia inferiore :	$A_{fl,inf} =$	218.97	cm ²	$z_G'' =$
anima :	$A_w \cdot (1-\rho) =$	304.59	cm ²	$J_{yr}'' =$
	$A_{eff,v} =$	742.54	cm ²	$W_{eff,s} =$
	$W_{pl,y,fl} =$	38704	cm ³	$W_{eff,i} =$
	$W_{eff,y,pl} =$	60786	cm ³	$W_{eff,min} =$
				50543

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :


$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{sl1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{sl} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{ci} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \right)^2 \right) = 155.86 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.018 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.019 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$
 $\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}$ $\tilde{\eta}_1 = 0.63672$ $\eta_4 = < 1$

Fase 2

sezione efficace omogenea in campata		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	1406
posizione asse neutro sez. reagente	$z_n = \text{cm}$	125.75
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	8717932
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	160700
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	69327
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	103477
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	160700
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	69327
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	54.07
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	81914

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA IN CAMPATA

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	347.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	6466	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	347	cm ²
		$\gamma_{M0} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	32.27	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe 2				

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.094$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	2643592	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	2237385	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 11347$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5599$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	4252	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	0.213	-0.026
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$				
			0.213	< 1
con taglio : $cl. \geq 3$ $R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$				
con taglio : $cl. \leq 2$ $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot \sqrt{(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2)}] / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$ $M_{NV,Rd} =$				
				kNcm
$v =$ fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.57315$ per sez. di classe ≤ 2				
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$ $R_{M,N,v} =$				
			0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} =$	240.00	$A_{fl,om} =$	740.00	cm ²
$A_{fl,inf} =$	240.00	$A_{fi,om} =$	280.00	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	304.59	$A_{r,om} =$	304.59	cm ²
$A_{eff,v} =$	784.59	$A_{eff,v,om} =$	1324.59	cm ²
		$W_{pl,y,fl} =$	38704	cm ³
		$W_{eff,y,pl} =$	62710	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r =$	906.44	$A_r^{om} =$	1406.44	cm ²
$z_G =$	87.55	$z_G^{om} =$	125.75	cm
$J_{yr} =$	4960032	$J_{yr}^{om} =$	8717932	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	53652	$W_{e,s,om} =$	160700	cm ³
$W_{eff,i} =$	56653	$W_{e,i,om} =$	69327	cm ³
$W_{eff,min} =$	53652	$W_{e,m,om} =$	69327	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

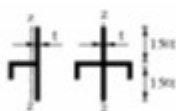
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 152.63 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.037 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.038 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.617186$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 3

sezione efficace omogenea in campata		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	2406
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	154.53
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	11595681
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	455215
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	75040
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	209033
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	455215
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	75040
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	54.07
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	120989

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA IN CAMPATA

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	<input type="text" value="347.00"/>	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	<input type="text" value="6466"/>	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	<input type="text" value="0.000"/>	
		$A_w =$	<input type="text" value="347"/>	cm ²
		$\gamma_{M0} =$	<input type="text" value="1.1"/>	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	<input type="text" value="32.27"/>	kN/cm ²

Verifica di resistenza per sezione di classe

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.036$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	<input type="text" value="3904636"/>	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	<input type="text" value="2421740"/>	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 19416$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5599$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	<input type="text" value="2775"/>	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	<input type="text" value="0.162"/>	-0.091
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$		<input type="text" value="0.162"/>	<input type="text" value="0.162"/>	< 1
con taglio : $cl. \geq 3$ $R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$				
con taglio : $cl. \leq 2$ $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot v / (4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$		$M_{NV,Rd} =$	<input type="text" value="-----"/>	kNcm
$v =$ fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.57315$		per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$		$R_{M,N,v} =$	<input type="text" value="0.000"/>	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} = 240.00$	$A_{fl,om} = 1740.00$	cm ²
$A_{fl,inf} = 240.00$	$A_{fi,om} = 280.00$	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) = 304.59$	$A_{r,om} = 304.59$	cm ²
$A_{eff,v} = 784.59$	$A_{eff,v,om} =$	<input type="text" value="2324.59"/>
	$W_{pl,y,fl} =$	<input type="text" value="38704"/>
	$W_{eff,y,pl} =$	<input type="text" value="62710"/>

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r'' = 906.44$	$A_r''_{om} = 2406.44$	cm ²
$z_G'' = 87.55$	$z_G''_{om} = 154.53$	cm
$J_{yr}'' = 4960032$	$J_{yr}''_{om} = 11595681$	cm ⁴
$W_{eff,s} = 53652$	$W_{e,s,om} = 455215$	cm ³
$W_{eff,i} = 56653$	$W_{e,i,om} = 75040$	cm ³
$W_{eff,min} = 53652$	$W_{e,m,om} =$	<input type="text" value="75040"/>

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

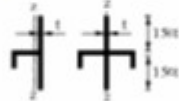
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 137.65 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.071 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.073 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.617186$$

$$\eta_4 = \dots < 1$$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0.145	0.043	0.165	✓ 0.35	<1
Piat. Sup.	0.161	0.153	0.069	✓ 0.38	<1
σ_{ls}	-	3.38	5.85	✓ 9.23	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	-	-	✓ 0.00	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.018	0.037	0.071	✓ 0.13	<1

9.2.3 SEZIONE C

Fase 1

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA TRAVE NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	347.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	6466	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	347	cm ²
		$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe 3				
$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0.000	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	0.386	
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	1.000	$r =$	fattore di riduzione	
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	7354	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	5599	
$N_{v,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		NO carico assiale
			-0.203	0.181
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.203 < 1
con taglio : cl. >= 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$			
con taglio : cl. <= 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - v/(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2 / (1-\rho))] / (1-\rho) <= M_{N,Rd}$	$M_{NV,Rd} =$		kNcm
$v =$	fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] =$	1.05119	per sez. di classe <= 2
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,v} =$		< 1
Area efficace ridotta :				
flangia inferiore :	$A_{fl,min} =$	218.97	cm ²	
flangia superiore :	$A_{fl,inf} =$	218.97	cm ²	
anima :	$A_w \cdot (1-\rho) =$	302.86	cm ²	
	$A_{eff,v} =$	740.81	cm ²	
	$W_{pl,y,fl} =$	38704	cm ³	
	$W_{eff,y,pl} =$	61979	cm ³	
caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio				
	$A_r =$	905.70	cm ²	
	$z_G =$	84.97	cm	
	$J_{yr} =$	4943510	cm ⁴	
	$W_{eff,i} =$	58178	cm ³	
	$W_{eff,s} =$	52022	cm ³	
	$W_{eff,min} =$	52022	cm ³	

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :


$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{s11} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{s1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau\text{-st}} &= 2.90 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.23 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{b_w,Rd} + V_{b_f,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{b_f,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{f,Rd}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 211.81 \text{ kN}$$

$$V_{b_w,Rd} = \frac{X_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.133 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.138 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$

$$\tilde{\eta}_1 > M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.62447 \quad \eta_4 = < 1$$

Fase 2

sezione efficace reagente sugli appoggi

area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	1018
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	96.52
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	6044211
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	72399
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	62624
modulo di res. armatura metallica	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	64753
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	72399
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	62624
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	112.75
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	77198

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	48 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	<input type="text" value="347.00"/>	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	<input type="text" value="6466"/>	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	<input type="text" value="0.000"/>	
Verifica di resistenza per sezione di classe	<input type="text" value="2"/>	$\gamma_{MO} =$	<input type="text" value="1.1"/>	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	<input type="text" value="32.27"/>	kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	<input type="text" value="0.129"/>	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	<input type="text" value="0.450"/>	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	<input type="text" value="2491377"/>	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	<input type="text" value="1.000"/>	$r =$	fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	<input type="text" value="2021061"/>	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	<input type="text" value="8211"/>	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	<input type="text" value="5599"/>	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	<input type="text" value="4252"/>	kN
$N_{V,Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		NO carico assiale		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	<input type="text" value="0.210"/>	< 1	
in presenza di taglio :	$k = 4$					
$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N,Rd}$		$M_{NV,Rd} =$	<input type="text" value="-----"/>	kNcm		
$v =$ fattore di simmetria	$= 2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2]$	$=$	<input type="text" value="1.00748"/>	per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,V} =$	<input type="text" value="0.000"/>	< 1		

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} =$	<input type="text" value="240.00"/>	cm ²
$A_{fl,inf} =$	<input type="text" value="240.00"/>	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	<input type="text" value="302.86"/>	cm ²
$A_{eff,V} =$	<input type="text" value="782.86"/>	cm ²
$W_{pl,y,fl} =$	<input type="text" value="42420"/>	cm ³
$W_{eff,y,pl} =$	<input type="text" value="62710"/>	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r =$	<input type="text" value="905.70"/>	cm ²
$z_G =$	<input type="text" value="96.52"/>	cm
$J_{yr} =$	<input type="text" value="6040005"/>	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	<input type="text" value="72349"/>	cm ³
$W_{eff,i} =$	<input type="text" value="62581"/>	cm ³
$W_{eff,min} =$	<input type="text" value="62581"/>	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

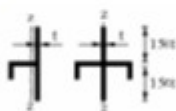
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.23 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 224.16 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.090 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.093 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1369009 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.676447$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 3

sezione efficace reagente sugli appoggi		
area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	1018
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	96.52
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	6044211
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	72399
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	62624
modulo di res. armatura metallica	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	64753
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	72399
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	62624
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	112.75
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	77198

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	50 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	<input type="text" value="347.00"/>	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	<input type="text" value="6466"/>	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	<input type="text" value="0.000"/>	
Verifica di resistenza per sezione di classe	<input type="text" value="2"/>	$\gamma_{MO} =$	<input type="text" value="1.1"/>	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	<input type="text" value="32.27"/>	kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.084$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.450$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	<input type="text" value="2491377"/>	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	<input type="text" value="2021061"/>	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 8211$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5599$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	<input type="text" value="2775"/>	kN
$N_{V,Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	<input type="text" value="0.262"/> < 1
in presenza di taglio :	$k = 4$			
$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N,Rd}$	$M_{NV,Rd} =$	<input type="text" value="-----"/>	kNcm	
$v =$ fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.00748$	per sez. di classe <= 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,V} =$	<input type="text" value="0.000"/>	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min.} =$	<input type="text" value="240.00"/>	cm ²
$A_{fl,inf.} =$	<input type="text" value="240.00"/>	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	<input type="text" value="302.86"/>	cm ²
$A_{eff,V} =$	<input type="text" value="782.86"/>	cm ²
$W_{pl,y,fl} =$	<input type="text" value="42420"/>	cm ³
$W_{eff,y,pl} =$	<input type="text" value="62710"/>	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r'' =$	<input type="text" value="905.70"/>	cm ²
$z_G'' =$	<input type="text" value="96.52"/>	cm
$J_{yr}'' =$	<input type="text" value="6040005"/>	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	<input type="text" value="72349"/>	cm ³
$W_{eff,i} =$	<input type="text" value="62581"/>	cm ³
$W_{eff,min} =$	<input type="text" value="62581"/>	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

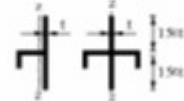
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{ \left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3 } \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{ \frac{I_{st}}{h_w} }$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{ \frac{I_{st}}{t^3 h_w} }$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.23 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 205.23 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.155 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.161 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1369009 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.676447$$

$$\eta_4 = \dots < 1$$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0.181	0.229	0.303	✓ 0.71	<1
Piat. Sup.	0.203	0.043	0.105	✓ 0.35	<1
σ_{cls}	-	-	-	✓ 0.00	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	3.93	4.9	✓ 8.83	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.133	0.09	0.155	✓ 0.38	<1

9.2.4 SEZIONE D

Fase 1

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA TRAVE NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	348.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	6484	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	348	cm ²
		$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe 4				
$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0.000	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	0.450	
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	1.000	$r =$	fattore di riduzione	
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	7035	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	5615	
$N_{v,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		NO carico assiale
			-0.144	0.147
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.147 < 1
con taglio : cl. >= 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$			
con taglio : cl. <= 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - v/(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho) <= M_{N,Rd}]$	$M_{NV,Rd} =$		kNcm
$v =$	fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] =$	1.01192	per sez. di classe <= 2
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,v} =$		< 1
Area efficace ridotta :				
flangia inferiore :	$A_{fl,min} =$	218.97	cm ²	
flangia superiore :	$A_{fl,inf} =$	218.97	cm ²	
anima :	$A_w \cdot (1-\rho) =$	303.00	cm ²	
	$A_{eff,v} =$	740.95	cm ²	
	$W_{pl,y,fl} =$	38759	cm ³	
	$W_{eff,y,pl} =$	57426	cm ³	
caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio				
	$A_r =$	844.97	cm ²	
	$z_G =$	90.81	cm	
	$J_{yr} =$	4508774	cm ⁴	
	$W_{eff,i} =$	49652	cm ³	
	$W_{eff,s} =$	50551	cm ³	
	$W_{eff,min} =$	49652	cm ³	

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

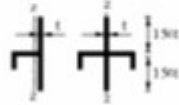
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.873563$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{sl1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{sl} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.23 \end{aligned}$$

$h_w / t = 87.00 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7781.00 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \right)^2 \right) = 156.63 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5310.14 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.124 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.128 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 1250843 \text{ kNcm}$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.674933 \quad \eta_4 = < 1$$

Fase 2

sezione efficace reagente sugli appoggi

area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	955
posizione asse neutro sez. reagente	$z_n = \text{cm}$	102.22
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	5468839
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	70314
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	53499
modulo di res. armatura metallica	$W_{yca} = \text{cm}^3$	62368
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{ycl} = \text{cm}^3$	70314
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	53499
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	103.12
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	74216

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	54 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	348.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl.Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl.Rd} =$	6484	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl.Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl.Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
Verifica di resistenza per sezione di classe	2	$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl.Rd} = 0.138$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.497$	$M_{pl.Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	2395161	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N.Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	1726560	kNcm
$N_{1.Rd} = 0.25 \cdot N_{pl.Rd} = 7705$	$N_{2.Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5615$	$N_{Ed} \leq N_{V.Rd} (cl \leq 2) =$	4252	kN
$N_{V.Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1.Rd}; N_{2.Rd})$	NO carico assiale		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N.Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.074 < 1
in presenza di taglio :	$k = 4$			
$M_{NV.Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N.Rd}$		$M_{NV.Rd} =$	-----	kNcm
$v =$ fattore di simmetria	$= 2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.03767$	per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl.Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1- ρ)	$R_{M,N,V} =$	0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min.} =$	240.00	cm ²
$A_{fl,inf.} =$	240.00	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	303.00	cm ²
$A_{eff,V} =$	783.00	cm ²
$W_{pl,y,fl} =$	42480	cm ³
$W_{eff,y,pl} =$	62710	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r'' =$	844.97	cm ²
$z_G'' =$	102.22	cm
$J_{yr}'' =$	5464649	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	70261	cm ³
$W_{eff,i} =$	53458	cm ³
$W_{eff,min} =$	53458	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

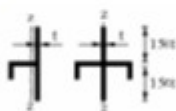
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.873563$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{sl1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{sl} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.23 \end{aligned}$$

$h_w / t = 87.00 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7781.00 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 159.70 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5310.14 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.085 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.088 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1370945 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.677404$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 3

sezione efficace reagente sugli appoggi

area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	955
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	102.22
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	5468839
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	70314
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	53499
modulo di res. armatura metallica	$W_{yca} = \text{cm}^3$	62368
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{ycl} = \text{cm}^3$	70314
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	53499
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	103.12
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	74216

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	56 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	348.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	6484	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
Verifica di resistenza per sezione di classe	2	$\gamma_{M0} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	32.27	kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.090$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.497$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	2395161	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	1726560	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 7705$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5615$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	2775	kN
$N_{V,Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.142 < 1
in presenza di taglio :	$k = 4$			
$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N,Rd}$	$M_{NV,Rd} =$	----- kNcm		
$v =$ fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.03767$	per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1- ρ)	$R_{M,N,V} =$	0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min.} =$	240.00	cm ²
$A_{fl,inf.} =$	240.00	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	303.00	cm ²
$A_{eff,V} =$	783.00	cm ²
$W_{pl,y,fl} =$	42480	cm ³
$W_{eff,y,pl} =$	62710	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r'' =$	844.97	cm ²
$z_G'' =$	102.22	cm
$J_{yr}'' =$	5464649	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	70261	cm ³
$W_{eff,i} =$	53458	cm ³
$W_{eff,min} =$	53458	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

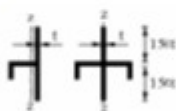
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.873563$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.23 \end{aligned}$$

$h_w / t = 87.00 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7781.00 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 152.37 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5310.14 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.167 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.172 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1370945 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.677404$$

$$\eta_4 = < 1$$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0.147	0.242	0.289	✓ 0.68	<1
Piat. Sup.	0.144	0.059	0.061	✓ 0.26	<1
σ_{cls}	-	-	-	✓ 0.00	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	1.22	2.36	✓ 3.58	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.124	0.085	0.167	✓ 0.38	<1

9.2.5 SEZIONE E

Fase 1

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA TRAVE NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	347.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	6466	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	347	cm ²
		$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²
	Verifica di resistenza per sezione di classe		4	
$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0.000	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	0.473	
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	1.000	$r =$	fattore di riduzione	
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	7354	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	5599	
$N_{v,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		NO carico assiale
			0.007	-0.007
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.007 < 1
con taglio : cl. >= 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$			
con taglio : cl. <= 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - v \cdot (4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2 / (1-\rho) / f_y^2)] \cdot f_d$		$M_{NV,Rd} =$	
$v =$	fattore di simmetria = $2 \cdot [(1 - (z_G - t_i) / h_w)^2 + ((z_G - t_i) / h_w)^2] =$	1.00005		per sez. di classe <= 2
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,v} =$		< 1
Area efficace ridotta :		caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio		
flangia superiore :	$A_{fl,min} =$	218.97	cm ²	$A_r'' =$
flangia inferiore :	$A_{fl,inf} =$	218.97	cm ²	$z_G'' =$
anima :	$A_w \cdot (1-\rho) =$	304.59	cm ²	$J_{y_r}'' =$
	$A_{eff,v} =$	742.54	cm ²	$W_{eff,s} =$
	$W_{pl,y,fl} =$	38704	cm ³	$W_{eff,i} =$
	$W_{eff,y,pl} =$	60786	cm ³	$W_{eff,min} =$
				50543

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :


$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{sl1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{sl} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \right)^2 \right) = 163.05 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.004 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.004 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.63672 \quad \eta_4 = < 1$$

Fase 2

sezione efficace omogenea in campata		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	1390
posizione asse neutro sez. reagente	$z_n = \text{cm}$	124.92
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	8635798
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	156786
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	69131
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	101502
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	156786
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	69131
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	55.94
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	80464

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA IN CAMPATA

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	<input type="text" value="347.00"/>	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	<input type="text" value="6466"/>	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	<input type="text" value="0.000"/>	
		$A_w =$	<input type="text" value="347"/>	cm ²
		$\gamma_{M0} =$	<input type="text" value="1.1"/>	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	<input type="text" value="32.27"/>	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe <input type="text" value="2"/>				

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.095$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	<input type="text" value="2596808"/>	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_{y,r} \cdot f_{d,rid} =$	<input type="text" value="2231040"/>	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 11213$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5599$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	<input type="text" value="4252"/>	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	<input type="text" value="0.110"/>	0.080
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$		<input type="text" value="0.110"/>	<input type="text" value="0.110"/>	< 1
con taglio : $cl. \geq 3$ $R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$				
con taglio : $cl. \leq 2$ $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot v / (4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$		$M_{NV,Rd} =$	<input type="text" value=""/>	kNcm
$v =$ fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.54106$		per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$		$R_{M,N,v} =$	<input type="text" value="0.000"/>	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} = 240.00$	$A_{fl,om} = 723.33$	cm ²
$A_{fl,inf} = 240.00$	$A_{fi,om} = 280.00$	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) = 304.59$	$A_{r,om} = 304.59$	cm ²
$A_{eff,v} = 784.59$	$A_{eff,v,om} =$	<input type="text" value="1307.92"/>
	$W_{pl,y,fl} =$	<input type="text" value="38704"/>
	$W_{eff,y,pl} =$	<input type="text" value="62710"/>

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r = 906.44$	$A_r^{om} = 1389.78$	cm ²
$z_G = 87.55$	$z_G^{om} = 124.92$	cm
$J_{yr} = 4960032$	$J_{yr}^{om} = 8635798$	cm ⁴
$W_{eff,s} = 53652$	$W_{e,s,om} = 156786$	cm ³
$W_{eff,i} = 56653$	$W_{e,i,om} = 69131$	cm ³
$W_{eff,min} = 53652$	$W_{e,m,om} =$	<input type="text" value="69131"/>

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

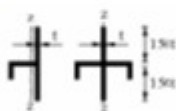
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 162.91 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.012 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.012 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.617186$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 3

sezione efficace omogenea in campata		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	2356
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	153.67
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	11508290
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	437050
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	74890
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	204295
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	437050
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	74890
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	55.94
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	120039

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	62 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA IN CAMPATA

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	347.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	6466	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	347	cm ²
		$\gamma_{M0} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	32.27	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe 2				

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.036$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	3873989	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_{y,r} \cdot f_{d,rid} =$	2416921	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 19012$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 5599$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	2775	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	0.129	-0.056
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$				
			0.129	< 1
con taglio : $cl. \geq 3$ $R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$				
con taglio : $cl. \leq 2$ $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot v / (4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$ $M_{NV,Rd} =$				
				kNcm
$v =$ fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.54106$ per sez. di classe ≤ 2				
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$ $R_{M,N,v} =$				
			0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} =$	240.00	$A_{fl,om} =$	1690.00	cm ²
$A_{fl,inf} =$	240.00	$A_{fi,om} =$	280.00	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	304.59	$A_{r,om} =$	304.59	cm ²
$A_{eff,v} =$	784.59	$A_{eff,v,om} =$	2274.59	cm ²
		$W_{pl,y,fl} =$	38704	cm ³
		$W_{eff,y,pl} =$	62710	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r =$	906.44	$A_r^{om} =$	2356.44	cm ²
$z_G =$	87.55	$z_G^{om} =$	153.67	cm
$J_{yr} =$	4960032	$J_{yr}^{om} =$	11508290	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	53652	$W_{e,s,om} =$	437050	cm ³
$W_{eff,i} =$	56653	$W_{e,i,om} =$	74890	cm ³
$W_{eff,min} =$	53652	$W_{e,m,om} =$	74890	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

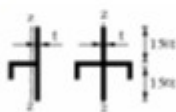
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.881844$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{sl1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{sl} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 2.90 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 7.96 \\ k_{\tau i} &= 4.21 \end{aligned}$$

$h_w / t = 86.75 > 59.29$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 7758.64 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 149.52 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5309.60 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.075 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.077 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1249076 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.617186$$

$$\eta_4 = < 1$$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0.007	0.082	0.11	✓ 0.20	<1
Piat. Sup.	0.007	0.1	0.062	✓ 0.17	<1
σ_{cls}	-	1.91	4.9	✓ 6.81	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	-	-	✓ 0.00	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.004	0.012	0.075	✓ 0.09	<1

9.2.6 SEZIONE F

Fase 1

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA TRAVE NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	466.00	cm ²		
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	8683	kN		
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000			
		$A_w =$	466	cm ²		
		$\gamma_{MO} =$	1.1			
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²		
Verifica di resistenza per sezione di classe 3						
$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0.000	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	0.477			
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	1.000	$r =$	fattore di riduzione			
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	8641	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	7520			
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		NO carico assiale		
			-0.338	0.330		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.338 < 1		
con taglio : cl. >= 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$					
con taglio : cl. <= 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - v/(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho)] / f_d$	$M_{NV,Rd} =$		kNcm		
$v =$	fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] =$	1.00665	per sez. di classe <= 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,v} =$		< 1		
Area efficace ridotta :	caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio					
flangia inferiore :	$A_{fl,min} =$	280.00	cm ²	$A_r'' =$	1000.28	cm ²
flangia superiore :	$A_{fl,inf} =$	280.00	cm ²	$z_G'' =$	119.32	cm
anima :	$A_w \cdot (1-\rho) =$	320.81	cm ²	$J_{yr}'' =$	9966093	cm ⁴
	$A_{eff,v} =$	880.81	cm ²	$W_{eff,i} =$	167993	cm ³
	$W_{pl,y,fl} =$	66220	cm ³	$W_{eff,s} =$	82586	cm ³
	$W_{eff,y,pl} =$	95507	cm ³	$W_{eff,min} =$	82586	cm ³

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :


$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.145923$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 3.24 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 8.30 \\ k_{\tau i} &= 3.80 \end{aligned}$$

$h_w / t = 116.50 > 60.56$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10419.39 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \right)^2 \right) = 196.26 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5863.18 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.215 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.222 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 2137100 \text{ kNcm}$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.693355 \quad \eta_4 = < 1$$

Fase 2

sezione efficace reagente sugli appoggi

area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	1116
posizione asse neutro sez. reagente	$z_n = \text{cm}$	132.88
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	11738767
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	109584
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	88342
modulo di res. armatura metallica	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	100434
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	109584
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	88342
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	132.37
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	115219

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	66 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v = 466.00$ cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl.Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl.Rd} = 8683$ kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl.Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl.Rd} - 1)^2$	$\rho = 0.000$

Verifica di resistenza per sezione di classe **3**

$\gamma_{MO} = 1.1$
$f_d = f_y / \gamma_{MO} = 32.27$ kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl.Rd} = 0.118$ $a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.498$ $M_{pl.Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d = 3718447$ kNcm

$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$ $r = \text{fattore di riduzione}$ $M_{N.Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} = 2851036$ kNcm

$N_{1.Rd} = 0.25 \cdot N_{pl.Rd} = 9006$ $N_{2.Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 7520$ $N_{Ed} \leq N_{V.Rd} (cl \leq 2) = 4252$ kN

$N_{V.Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$ $N_{Ed} < \min(N_{1.Rd}; N_{2.Rd})$ NO carico assiale

in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N.Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d = 0.284 < 1$

in presenza di taglio : $k = 6$

$M_{NV.Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N.Rd}$ $M_{NV.Rd} = \dots$ kNcm

$v = \text{fattore di simmetria} = 2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.02289$ per sez. di classe ≤ 2

se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl.Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ) $R_{M,N,V} = 0.000 < 1$

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} = 280.00$ cm ²
$A_{fl,inf} = 280.00$ cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) = 320.81$ cm ²
$A_{eff,V} = 880.81$ cm ²
$W_{pl,y,fl} = 66220$ cm ³
$W_{eff,y,pl} = 62710$ cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r = 1000.28$ cm ²
$z_G = 132.88$ cm
$J_{yr} = 11734529$ cm ⁴
$W_{eff,s} = 109544$ cm ³
$W_{eff,i} = 88310$ cm ³
$W_{eff,min} = 88310$ cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

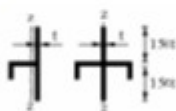
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.145923$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 3.24 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 8.30 \\ k_{\tau i} &= 3.80 \end{aligned}$$

$h_w / t = 116.50 > 60.56$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10419.39 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 227.43 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5863.18 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.109 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.114 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 2137100 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 1.055971$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 3

sezione efficace reagente sugli appoggi		
area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	1116
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	132.88
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	11738767
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	109584
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	88342
modulo di res. armatura metallica	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	100434
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCI} = \text{cm}^3$	109584
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	88342
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	132.37
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	115219

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	68 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	466.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	8683	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
Verifica di resistenza per sezione di classe	3	$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.078$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.498$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	3718447	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	2851036	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 9006$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 7520$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	2817	kN
$N_{V,Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.344 < 1
in presenza di taglio :	$k = 6$			
$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N,Rd}$		$M_{NV,Rd} =$	-----	kNcm
$v =$ fattore di simmetria	$= 2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.02289$	per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1- ρ)	$R_{M,N,V} =$	0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min.} =$	280.00	cm ²
$A_{fl,inf.} =$	280.00	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	320.81	cm ²
$A_{eff,V} =$	880.81	cm ²
$W_{pl,y,fl} =$	66220	cm ³
$W_{eff,y,pl} =$	62710	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r'' =$	1000.28	cm ²
$z_G'' =$	132.88	cm
$J_{yr}'' =$	11734529	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	109544	cm ³
$W_{eff,i} =$	88310	cm ³
$W_{eff,min} =$	88310	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

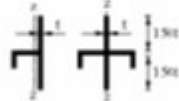
$\gamma_{M1} = 1.1$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.145923$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$I_{st1} = 3664 \text{ cm}^4$
 $I_{st} = 3664 \text{ cm}^4$
 $k_{\tau st} = 3.24$
 $d_{eff,1} = 50.82 \text{ cm}$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$k_{\tau} = 8.30$
 $k_{\tau i} = 3.80$

$h_w / t = 116.50 > 60.56$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10419.39 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 209.08 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5863.18 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.194 < 1$$

$\tilde{\eta}_3 = 0.201 < 0,5$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$M_{f,Rd} = 2137100 \text{ kNcm}$

$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 1.055971$

$\eta_4 = < 1$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0.33	0.284	0.344	✓ 0.96	<1
Piat. Sup.	0.338	0.016	0.136	✓ 0.49	<1
σ_{cls}	-	-	-	✓ 0.00	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	4.83	5.85	✓ 10.68	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.215	0.109	0.194	✓ 0.52	<1

9.2.7 SEZIONE G

Fase 1

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA TRAVE NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	468.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	8720	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	468	cm ²
		$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe 4				
$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0.000	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	0.500	
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	1.000	$r =$	fattore di riduzione	
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	8004	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	7552	
$N_{v,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		NO carico assiale
			-0.090	0.093
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.093 < 1
con taglio : cl. >= 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$			
con taglio : cl. <= 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - v/(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2 / (1-\rho))] / f_d$	$M_{NV,Rd} =$		kNcm
$v =$	fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] =$	1.00660	per sez. di classe <= 2
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1-ρ)	$R_{M,N,v} =$		< 1
Area efficace ridotta :				
flangia inferiore :	$A_{fl,min} =$	218.97	cm ²	
flangia superiore :	$A_{fl,inf} =$	218.97	cm ²	
anima :	$A_w \cdot (1-\rho) =$	320.57	cm ²	
	$A_{eff,v} =$	758.52	cm ²	
	$W_{pl,y,fl} =$	51897	cm ³	
	$W_{eff,y,pl} =$	83957	cm ³	
caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio				
	$A_r =$	956.74	cm ²	
	$z_G =$	121.49	cm	
	$J_{yr} =$	8612719	cm ⁴	
	$W_{eff,i} =$	70892	cm ³	
	$W_{eff,s} =$	72675	cm ³	
	$W_{eff,min} =$	70892	cm ³	

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :


$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.136752$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$$\begin{aligned} I_{sl1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{sl} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 3.26 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 8.31 \\ k_{\tau i} &= 3.80 \end{aligned}$$

$h_w / t = 117.00 > 60.59$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10464.11 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \right)^2 \right) = 165.03 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5873.74 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.159 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.164 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 1674857 \text{ kNcm}$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.618138 \quad \eta_4 = < 1$$

Fase 2

sezione efficace reagente sugli appoggi		
area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	1073
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	135.36
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	10319095
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	98616
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	76234
modulo di res. armatura metallica	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	90203
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCI} = \text{cm}^3$	98616
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	76234
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	132.37
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	106185

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	72 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	468.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	8720	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
Verifica di resistenza per sezione di classe	3	$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.123$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	3426879	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	2460281	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 8655$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 7552$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	4252	kN
$N_{V,Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.184 < 1
in presenza di taglio :	$k = 6$			
$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N,Rd}$		$M_{NV,Rd} =$	-----	kNcm
$v =$ fattore di simmetria	$= 2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.02270$	per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1- ρ)	$R_{M,N,V} =$	0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min.} =$	240.00	cm ²
$A_{fl,inf.} =$	240.00	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	320.57	cm ²
$A_{eff,V} =$	800.57	cm ²
$W_{pl,y,fl} =$	56880	cm ³
$W_{eff,y,pl} =$	86304	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r =$	956.74	cm ²
$z_G =$	135.36	cm
$J_{yr} =$	10314857	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	98575	cm ³
$W_{eff,i} =$	76203	cm ³
$W_{eff,min} =$	76203	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

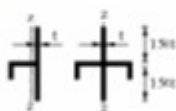
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.136752$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 3.26 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 8.31 \\ k_{\tau i} &= 3.80 \end{aligned}$$

$h_w / t = 117.00 > 60.59$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10464.11 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 166.61 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5873.74 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.074 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.076 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1835673 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl,f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.659066$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 3

sezione efficace reagente sugli appoggi

area sezione efficace reagente	$A_{om} = \text{cm}^2$	1073
posizione asse neutro sez. reagente	$Z_n = \text{cm}$	135.36
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	10319095
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	98616
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	76234
modulo di res. armatura metallica	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	90203
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCI} = \text{cm}^3$	98616
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	76234
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	132.37
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	106185

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	74 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA SULL'APPOGGIO

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	468.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	8720	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
Verifica di resistenza per sezione di classe	3	$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.081$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	3426879	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	2460281	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 8655$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 7552$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	2817	kN
$N_{V,Rd} = A_v \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale		
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.217 < 1
in presenza di taglio :	$k = 6$			
$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y,fl} + v \cdot (1-\rho) \cdot A_v^2 / (k \cdot t_w) - v \cdot N_{Ed}^2 / ((1-\rho) \cdot f_y^2 \cdot 4 \cdot t_w)] \cdot f_t \leq M_{N,Rd}$	$M_{NV,Rd} =$	----- kNcm		
$v =$ fattore di simmetria =	$2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.02270$	per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1- ρ)	$R_{M,N,V} =$	0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min.} =$	240.00	cm ²
$A_{fl,inf.} =$	240.00	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) =$	320.57	cm ²
$A_{eff,V} =$	800.57	cm ²
$W_{pl,y,fl} =$	56880	cm ³
$W_{eff,y,pl} =$	86304	cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r =$	956.74	cm ²
$z_G =$	135.36	cm
$J_{yr} =$	10314857	cm ⁴
$W_{eff,s} =$	98575	cm ³
$W_{eff,i} =$	76203	cm ³
$W_{eff,min} =$	76203	cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

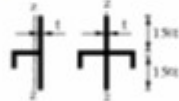
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.136752$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 3.26 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 8.31 \\ k_{\tau i} &= 3.80 \end{aligned}$$

$h_w / t = 117.00 > 60.59$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10464.11 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 162.18 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5873.74 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.164 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.168 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1835673 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.659066$$

$$\eta_4 = < 1$$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0.093	0.187	0.22	✓ 0.50	<1
Piat. Sup.	0.09	0.073	0.025	✓ 0.19	<1
σ_{cls}	-	-	-	✓ 0.00	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	3	3.54	✓ 6.54	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.159	0.074	0.164	✓ 0.40	<1

9.2.8 SEZIONE H

Fase 1

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA TRAVE NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	468.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{MO}$	$V_{pl,Rd} =$	8720	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	468	cm ²
		$\gamma_{MO} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{MO} =$	32.27	kN/cm ²
	Verifica di resistenza per sezione di classe		4	
$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0.000	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A =$	0.500	
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) =$	1.000	$r =$	fattore di riduzione	
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} =$	8004	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 =$	7552	
$N_{v,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$		$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$		NO carico assiale
			0.296	-0.289
in assenza di taglio :	$R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$	o	$[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$	0.296 < 1
con taglio : cl. ≥ 3	$R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$			
con taglio : cl. ≤ 2	$M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} - v/(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2/(1-\rho) \cdot f_y^2)] \cdot f_d$	$M_{NV,Rd} =$		kNcm
$v =$	fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] =$	1.00660		per sez. di classe ≤ 2
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore (1- ρ)	$R_{M,N,v} =$		< 1
Area efficace ridotta :		caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio		
flangia superiore :	$A_{fl,min} =$	218.97	cm ²	$A_r'' =$
flangia inferiore :	$A_{fl,inf} =$	218.97	cm ²	$z_G'' =$
anima :	$A_w \cdot (1-\rho) =$	320.57	cm ²	$J_{y_r}'' =$
	$A_{eff,v} =$	758.52	cm ²	$W_{eff,s} =$
	$W_{pl,y,fl} =$	51897	cm ³	$W_{eff,i} =$
	$W_{eff,y,pl} =$	83957	cm ³	$W_{eff,min} =$
				70892

VERIFICA DI STABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

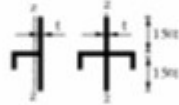
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\text{tot}} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.136752$$

$$k_{\text{tot}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 3.26 \\ d_{\text{eff},1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 8.31 \\ k_{\tau i} &= 3.80 \end{aligned}$$

$h_w / t = 117.00 > 60.59$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10464.11 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \right)^2 \right) = 140.59 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5873.74 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.020 < 1 \quad \tilde{\eta}_3 = 0.020 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$ $M_{f,Rd} = 1674857 \text{ kNcm}$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.618138 \quad \eta_4 = \quad < 1$$

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	78 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA IN CAMPATA

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	468.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	8720	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	468	cm ²
		$\gamma_{M0} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	32.27	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe 3				

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.089$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	3576647	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	2885756	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 11924$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 7552$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	4252	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	0.131	-0.006
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$				
con taglio : $cl. \geq 3$ $R_{M,N,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d =$				
con taglio : $cl. \leq 2$ $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot \sqrt{(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2)}] / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$ $M_{NV,Rd} =$				
$v =$ fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.60693$ per sez. di classe ≤ 2				
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$ $R_{M,N,v} =$				
0.000 < 1				

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} = 218.97$	$A_{fl,om} = 740.00$	cm ²
$A_{fl,inf} = 218.97$	$A_{fi,om} = 218.97$	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) = 320.57$	$A_{r,om} = 320.57$	cm ²
$A_{eff,v} = 758.52$	$A_{eff,v,om} =$	1279.55 cm ²
	$W_{pl,y,fl} =$	51897 cm ³
	$W_{eff,y,pl} =$	86304 cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r = 977.91$	$A_r^{om} = 1477.91$	cm ²
$z_G = 121.09$	$z_G^{om} = 166.40$	cm
$J_{yr} = 8908988$	$J_{yr}^{om} = 14878788$	cm ⁴
$W_{eff,s} = 74924$	$W_{e,s,om} = 202147$	cm ³
$W_{eff,i} = 73571$	$W_{e,i,om} = 89418$	cm ³
$W_{eff,min} = 73571$	$W_{e,m,om} =$	89418 cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

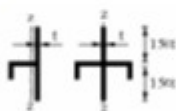
$$\gamma_{M1} = 1.1$$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.136752$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$$\begin{aligned} I_{st1} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ I_{st} &= 3664 \text{ cm}^4 \\ k_{\tau st} &= 3.26 \\ d_{eff,1} &= 50.82 \text{ cm} \end{aligned}$$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$$\begin{aligned} k_{\tau} &= 8.31 \\ k_{\tau i} &= 3.80 \end{aligned}$$

$h_w / t = 117.00 > 60.59$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10464.11 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 163.65 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5873.74 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.003 < 1$$

$$\tilde{\eta}_3 = 0.004 < 0,5$$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$$M_{f,Rd} = 1674857 \text{ kNcm}$$

$$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.601328$$

$$\eta_4 = < 1$$

Fase 2

sezione efficace omogenea in campata		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	1478
posizione asse neutro sez. reagente	$z_n = \text{cm}$	166.40
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	14878788
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	202147
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{yi} = \text{cm}^3$	89418
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{yCS} = \text{cm}^3$	143612
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{yCi} = \text{cm}^3$	202147
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	89418
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	58.85
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	110826

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA IN CAMPATA

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	468.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	8720	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	468	cm ²
		$\gamma_{M0} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	32.27	kN/cm ²

Verifica di resistenza per sezione di classe 3

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.089$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	3576647	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	2885756	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 11924$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 7552$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	4252	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	0.131	-0.006
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$			0.131	< 1
con taglio : $cl. \geq 3$ $R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$				
con taglio : $cl. \leq 2$ $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot \sqrt{(4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2)}] / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$		$M_{NV,Rd} =$		kNcm
$v =$ fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.60693$		per sez. di classe ≤ 2		
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$		$R_{M,N,v} =$	0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} = 218.97$	$A_{fl,om} = 740.00$	cm ²
$A_{fl,inf} = 218.97$	$A_{fi,om} = 218.97$	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) = 320.57$	$A_{r,om} = 320.57$	cm ²
$A_{eff,v} = 758.52$	$A_{eff,v,om} =$	1279.55 cm ²
	$W_{pl,y,fl} =$	51897 cm ³
	$W_{eff,y,pl} =$	86304 cm ³

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r = 977.91$	$A_r^{om} = 1477.91$	cm ²
$z_G = 121.09$	$z_G^{om} = 166.40$	cm
$J_{yr} = 8908988$	$J_{yr}^{om} = 14878788$	cm ⁴
$W_{eff,s} = 74924$	$W_{e,s,om} = 202147$	cm ³
$W_{eff,i} = 73571$	$W_{e,i,om} = 89418$	cm ³
$W_{eff,min} = 73571$	$W_{e,m,om} =$	89418 cm ³

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

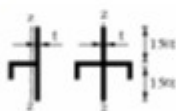
$\gamma_{M1} = 1.1$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.136752$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{I_{st} h_w}$$

$I_{st1} = 3664 \text{ cm}^4$
 $I_{st} = 3664 \text{ cm}^4$
 $k_{\tau st} = 3.26$
 $d_{eff,1} = 50.82 \text{ cm}$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$k_{\tau} = 8.31$
 $k_{\tau i} = 3.80$

$h_w / t = 117.00 > 60.59$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10464.11 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 163.65 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5873.74 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.003 < 1$$

$\tilde{\eta}_3 = 0.004 < 0,5$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$M_{f,Rd} = 1674857 \text{ kNcm}$

$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.601328$

$\eta_4 = < 1$

Fase 3

sezione efficace omogenea in campata		
area sezione efficace omogenea	$A_{om} = \text{cm}^2$	2478
posizione asse neutro sez. reagente	$z_n = \text{cm}$	202.15
momento di inerzia efficace	$J_{om} = \text{cm}^4$	19636168
modulo di res. esterno piattab. sup.	$W_{ys} = \text{cm}^3$	518840
modulo di res. esterno piattab. inf.	$W_{vi} = \text{cm}^3$	97135
modulo di res. esterno soletta C.A.	$W_{ycs} = \text{cm}^3$	289421
modulo di res. interno soletta C.A.	$W_{ycl} = \text{cm}^3$	518840
modulo di res. min. trave acciaio	$W_{el,min} = \text{cm}^3$	97135
posizione asse neutro plastico	$x_{pl} = \text{cm}$	58.85
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = \text{cm}^3$	154676

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	82 di 133

ANALISI DELLA TRAVE COMPOSTA OMOGENEA IN CAMPATA

Area resistente a taglio :	$A_v = \eta \cdot h_w \cdot t_w$	$A_v =$	468.00	cm ²
Limite di resistenza plastica a taglio :	$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{pl,Rd} =$	8720	kN
$V_{Ed,max} < 50\% V_{pl,Rd}$	$\rho = (2 \cdot V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2$	$\rho =$	0.000	
		$A_w =$	468	cm ²
		$\gamma_{M0} =$	1.1	
		$f_d = f_y / \gamma_{M0} =$	32.27	kN/cm ²
Verifica di resistenza per sezione di classe 3				

$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.035$	$a = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A = 0.500$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_d =$	4991814	kNcm
$r = (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 1.000$	$r =$ fattore di riduzione	$M_{N,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid} =$	3134806	kNcm
$N_{1,Rd} = 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 19992$	$N_{2,Rd} = h_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 7552$	$N_{Ed} \leq N_{V,Rd} (cl \leq 2) =$	2817	kN
$N_{V,Rd} = A_w \cdot (1-\rho) \cdot f_y$	$N_{Ed} < \min(N_{1,Rd}; N_{2,Rd})$	NO carico assiale	0.086	-0.236
in assenza di taglio : $R_{M,N} = M_{Ed} / M_{N,Rd}$ o $[N_{Ed}/A + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_y] / f_d =$				
			0.236	< 1
con taglio : $cl. \geq 3$ $R_{MN,v} = [N_{Ed}/A_{rid,v} + (M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_N) / W_{y,rid,v}] / f_d$				
con taglio : $cl. \leq 2$ $M_{NV,Rd} = [W_{pl,y} \cdot v / (4 \cdot t_w) \cdot (\rho \cdot A_w^2 + N_{Ed}^2) / (1-\rho) \leq M_{N,Rd}$ $M_{NV,Rd} =$				
				kNcm
$v =$ fattore di simmetria = $2 \cdot [(1-(z_G-t_i)/h_w)^2 + ((z_G-t_i)/h_w)^2] = 1.60693$ per sez. di classe ≤ 2				
se $V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ resistenza dell'area di taglio ridotta del fattore $(1-\rho)$ $R_{M,N,v} =$				
			0.000	< 1

Area efficace ridotta per taglio :

$A_{fl,min} = 218.97$	$A_{fl,om} = 1740.00$	cm ²
$A_{fl,inf} = 218.97$	$A_{fi,om} = 218.97$	cm ²
$A_w \cdot (1-\rho) = 320.57$	$A_{r,om} = 320.57$	cm ²
$A_{eff,v} = 758.52$	$A_{eff,v,om} =$	2279.55
	$W_{pl,y,fl} =$	51897
	$W_{eff,y,pl} =$	86304

caratteristiche sezione efficace ridotta per taglio

$A_r = 977.91$	$A_r^{om} = 2477.91$	cm ²
$z_G = 121.09$	$z_G^{om} = 202.15$	cm
$J_{yr} = 8908988$	$J_{yr}^{om} = 19636168$	cm ⁴
$W_{eff,s} = 74924$	$W_{e,s,om} = 518840$	cm ³
$W_{eff,i} = 73571$	$W_{e,i,om} = 97135$	cm ³
$W_{eff,min} = 73571$	$W_{e,m,om} =$	97135

RESISTENZA ALLA INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA DELLA TRAVE COMPOSTA

Coefficiente di stabilità a taglio per piatti irrigiditi :

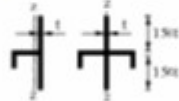
$\gamma_{M1} = 1.1$

$$\left. \begin{aligned} k_{\tau} &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &\geq 1 \\ k_{\tau} &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{tot} & a / h_w &< 1 \end{aligned} \right\} \alpha = a / h_w = 2.136752$$

$$k_{tot} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right)^3} \geq \frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{h_w}}$$

$I_{st1} = 3664 \text{ cm}^4$
 $I_{sl} = 3664 \text{ cm}^4$
 $k_{\tau st} = 3.26$
 $d_{eff,1} = 50.82 \text{ cm}$

per uno o due irrigidimenti longitudinali e con $\alpha > 3$

$$k_{\tau} = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{st}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{st}}{t^3 h_w}}$$


$k_{\tau} = 8.31$
 $k_{\tau i} = 3.80$

$h_w / t = 117.00 > 60.59$ necessaria verifica all'instabilità per taglio

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 10464.11 \quad V_{M,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 124.88 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 5873.74 \text{ kN} \quad \eta_3 = 0.062 < 1$$

$\tilde{\eta}_3 = 0.063 < 0,5$

per $\tilde{\eta}_3 > 0,5$ $\eta_4 = \tilde{\eta}_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd}) \cdot (2 \cdot \tilde{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$

$M_{f,Rd} = 1674857 \text{ kNcm}$

$\tilde{\eta}_1 \geq M_{f,Rd} / M_{pl.f,Rd} \quad \tilde{\eta}_1 = 0.601328$

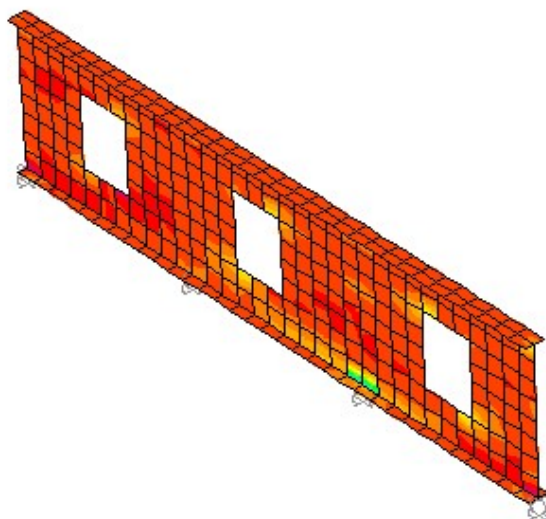
$\eta_4 < 1$

	Fase1	Fase2	Fase3	Ver.	
Piat. Inf.	0.289	0.007	0.228	✓ 0.52	<1
Piat. Sup.	0.296	0.125	0.085	✓ 0.51	<1
σ_{cls}	-	2.66	6.79	✓ 9.45	<18.1 Mpa
σ_{acc}	-	-	-	✓ 0.00	<19.3 kg/cmq
Taglio	0.02	0.003	0.062	✓ 0.09	<1

9.3 VERIFICHE DIAFRAMMI

I diaframmi in corrispondenza di spalle e pile sono costituiti da una membrana in acciaio irrigidita. Gli spessori dei piatti sono pari a 16mm, per la membrana centrale e le costolature, ed 18mm per i piatti esterni (piattabande).

Si riportano le tensioni principali risultanti:



COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	85 di 133

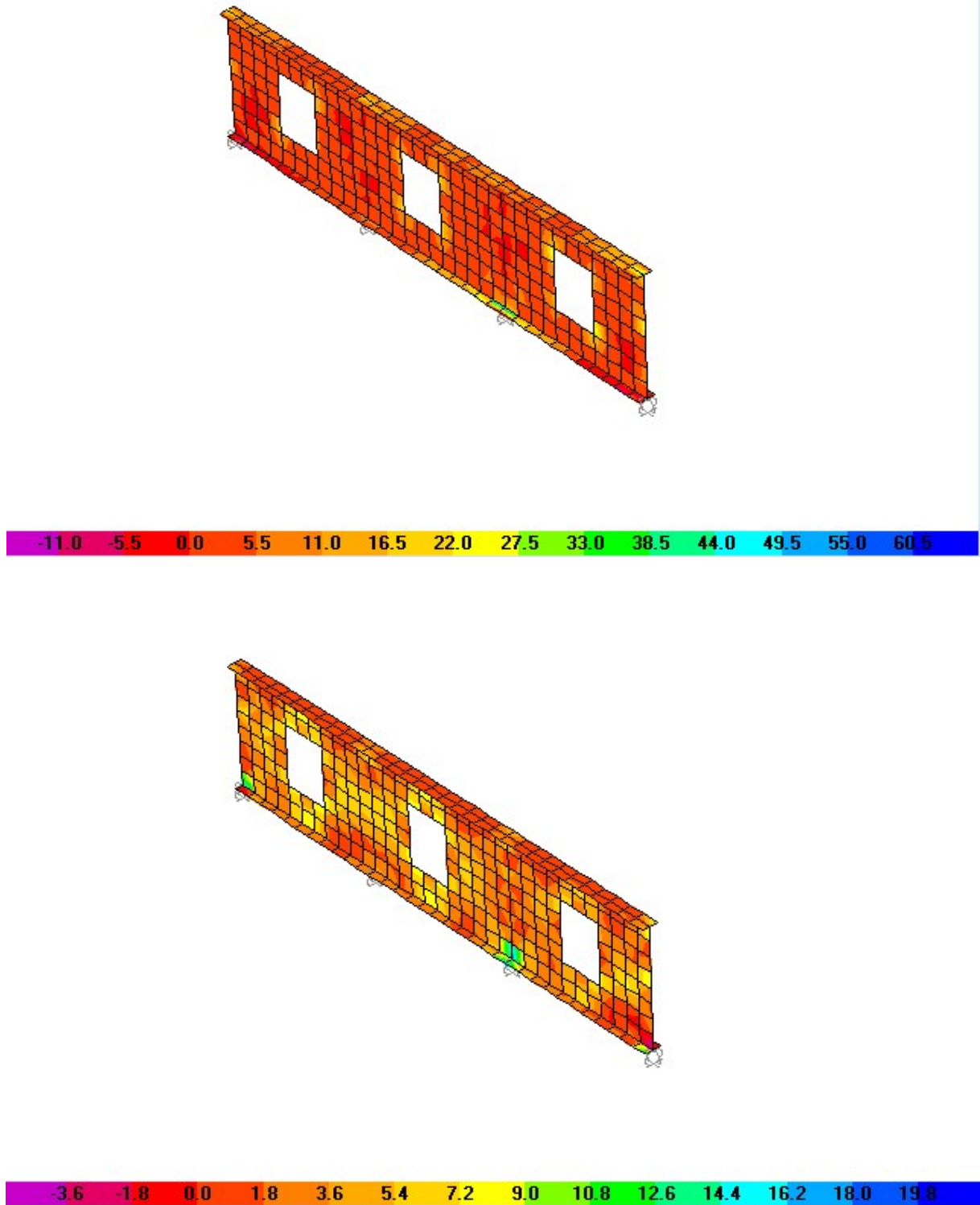
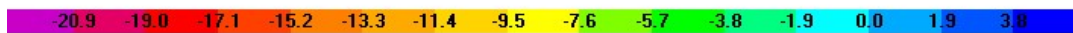
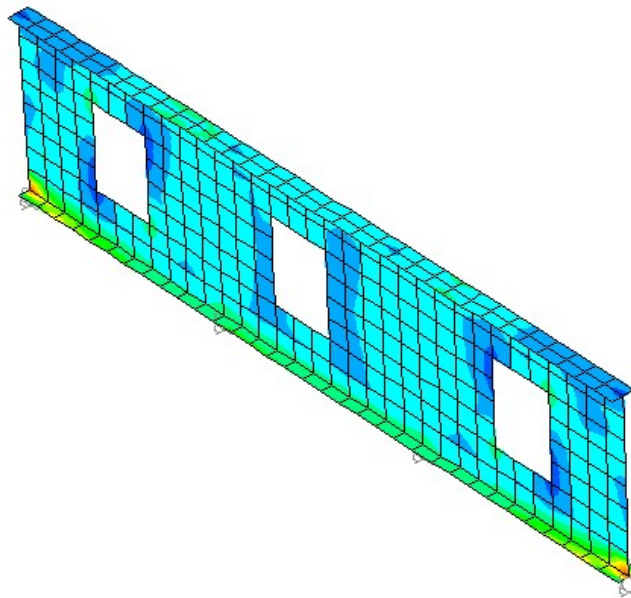
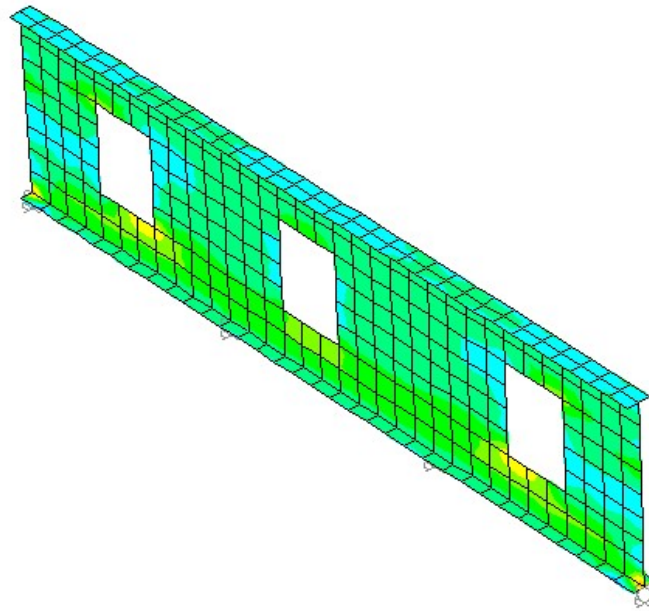


Figura 5. SLU $\sigma_{11} - \sigma_{22} - \sigma_{12}$ (MPa)

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	86 di 133



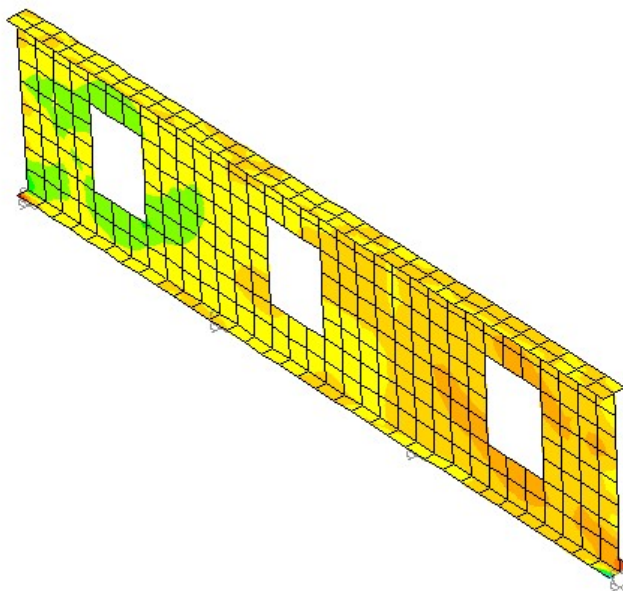


Figura 6. SLV $\sigma_{11} - \sigma_{22} - \sigma_{12}$ (MPa)

Tali tensioni vengono combinate tramite il criterio di Von-Mises:

$$\sigma_{id,VM} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

Le tensioni massime risultano:

$$\sigma_{id\ SLU\ max} = 82\ MPa < 338\ MPa$$

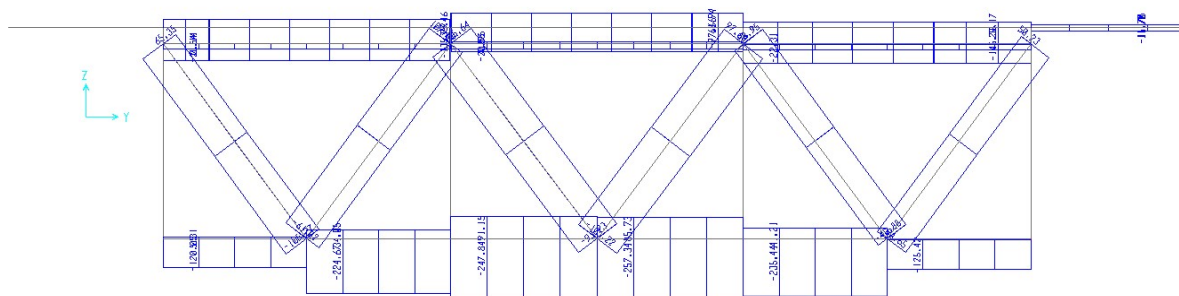
$$\sigma_{id\ SLV\ max} = 32\ MPa < 338\ MPa$$

Le sezioni risultano pertanto verificate

9.4 VERIFICHE DIAFRAMMI INTERMEDI

I diaframmi intermedi sono costituiti da briglie inferiori e superiori 2L 150x10 di lunghezza pari a $L=3.5\text{m}$ e diagonali anch'essi costituiti da profili 2L 150x10 di lunghezza pari a $L=2.60\text{m}$

SLU



Max N = 267 kN

Profili L

File Tipo Profilo ?

L Uguali Doppi Accosta lato corto L Disuguali

Ordina per iy ly g

Acciaio S355 (Fe510) fy (N/mm2) 355 fu 510

Lunghezze di libera inflessione [m]

l_{0y} 3.5 l_{0z} 3.5 l_{0v} 3.5

Aggiorna Tabella

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 120 x 120 x 11	19.9	120	120	11.00	13.00	6.50
L 100 x 100 x 14	20.6	100	100	14.00	12.00	6.00
L 140 x 140 x 10	21.4	140	140	10.00	15.00	7.50
L 120 x 120 x 12	21.6	120	120	12.00	13.00	6.50
L 150 x 150 x 10	23.0	150	150	10.00	16.00	8.00
L 100 x 100 x 16	23.2	100	100	16.00	12.00	6.00

Plotta

2 L 150 x 150 x 10 $N_{b,Fld}$ [kN] 955.5 $N_{b,Fld}$ [kN] 562.1

$N_{bz,Fld}$ [kN] 1.201 ?

Classe Sezione Compressione 4 ?

g (Kg/m): 46

h (mm): 150 A (cm2): 58.54

b (mm): 150 I_y (cm4): 1.248 W_z (cm3): 158.1 I_v (cm4): 257.5

t (mm): 10 W_y (cm3): 113.8 i_z (cm): 6.470 i_v (cm): 2.966

r1 (mm): 16 i_y (cm): 4.617 I_u (cm4): 990.6

r2 (mm): 8 i_z (cm4): 2.450 i_u (cm): 5.817

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	89 di 133

Resistenza all'instabilità - EC3 #6.3.1

2 L 150 x 150 x 10

Acciaio

S355 (Fe510)

f_y (N/mm²)

355

$\gamma_{M1} = 1.05$ $\beta_A = 0.79$

$\varepsilon = 0.81$

$\lambda_1 = 93.9$ $\varepsilon = 76.4$

Instabilità attorno all'asse

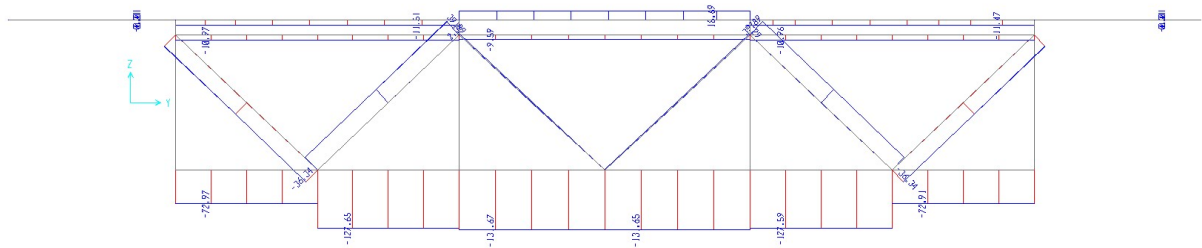
		y - y	z - z	v - v
Snellezza	λ	75.81	54.1	118.0
Snellezza adimensionale	$\bar{\lambda} = \lambda / \lambda_1$ $\beta_A^{0.5}$	0.8821	0.6295	1.3731
Curva di instabilità		c	c	c
Coefficiente di imperfezione	α	0.49	0.49	0.49
$\phi = 0.5 [1 + \alpha(\lambda - 0.2)^2 + \lambda]$		1.0562	0.8034	1.7301
$\chi = 1 / [\phi + (\phi^2 - \lambda^{-2})^{0.5}]$		0.6109	0.7678	0.3594
$N_{b,Rd} = \chi \beta_A A f_y / \gamma_{M1}$ (kN)		955.5	1200.918	562.1

$N_{b,Rd} = 562 \text{ kN} > 267 \text{ kN}$

SLV

Briglia superiore ed diagonali vengono verificate sommando le sollecitazioni delle 3 fasi:

Risulta:



$N_{ed} = 132 \text{ kN}$

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	90 di 133

Profili L

File Tipo Profilo ?

L Uguali L Disuguali

Doppi Accosta lato corto

Ordina per: iy ly g

Acciaio: S355 (Fe510) fy (N/mm2): 355 fu: 510

Lunghezze di libera inflessione [m]:
 l_{0y}: 3.5 l_{0z}: 3.5 l_{0v}: 3.5

Aggiorna Tabella

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 120 x 120 x 11	19.9	120	120	11.00	13.00	6.50
L 100 x 100 x 14	20.6	100	100	14.00	12.00	6.00
L 140 x 140 x 10	21.4	140	140	10.00	15.00	7.50
L 120 x 120 x 12	21.6	120	120	12.00	13.00	6.50
L 150 x 150 x 10	23.0	150	150	10.00	16.00	8.00
L 100 x 100 x 16	23.2	100	100	16.00	12.00	6.00

Plotta

2 L 150 x 150 x 10 N_{bg,Rd} [kN]: 955.5 N_{bv,Rd} [kN]: 562.1

N_{bz,Rd} [kN]: 1.201

Classe Sezione: Compressione 4

g (Kg/m): 46 h (mm): 150 A (cm2): 58.54

b (mm): 150 I_y (cm4): 1.248 W_z (cm3): 158.1 I_v (cm4): 257.5

t (mm): 10 W_y (cm3): 113.8 I_z (cm): 6.470 I_v (cm): 2.966

r1 (mm): 16 I_y (cm): 4.617 I_u (cm4): 990.6

r2 (mm): 8 I_z (cm4): 2.450 I_u (cm): 5.817

Resistenza all'instabilità - EC3 #6.3.1

2 L 150 x 150 x 10 Acciaio S355 (Fe510) fy (N/mm2) 355

$\gamma_{M1} = 1.05$ $\beta_A = 0.79$ $\epsilon = 0.81$ $\lambda_1 = 93.9$ $\epsilon = 76.4$

		Instabilità attorno all'asse		
		y - y	z - z	v - v
Snellezza	λ	75.81	54.1	118.0
Snellezza adimensionale	$\bar{\lambda} = \lambda / \lambda_1$ $\beta_A^{0.5}$	0.8821	0.6295	1.3731
Curva di instabilità	c	c	c	c
Coefficiente di imperfezione	α	0.49	0.49	0.49
$\phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2)^2 + \lambda]$		1.0562	0.8034	1.7301
$\chi = 1 / [\phi + (\phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{0.5}]$		0.6109	0.7678	0.3594
$N_{b,Rd} = \chi \beta_A A f_y / \gamma_{M1}$	(kN)	955.5	1200.918	562.1

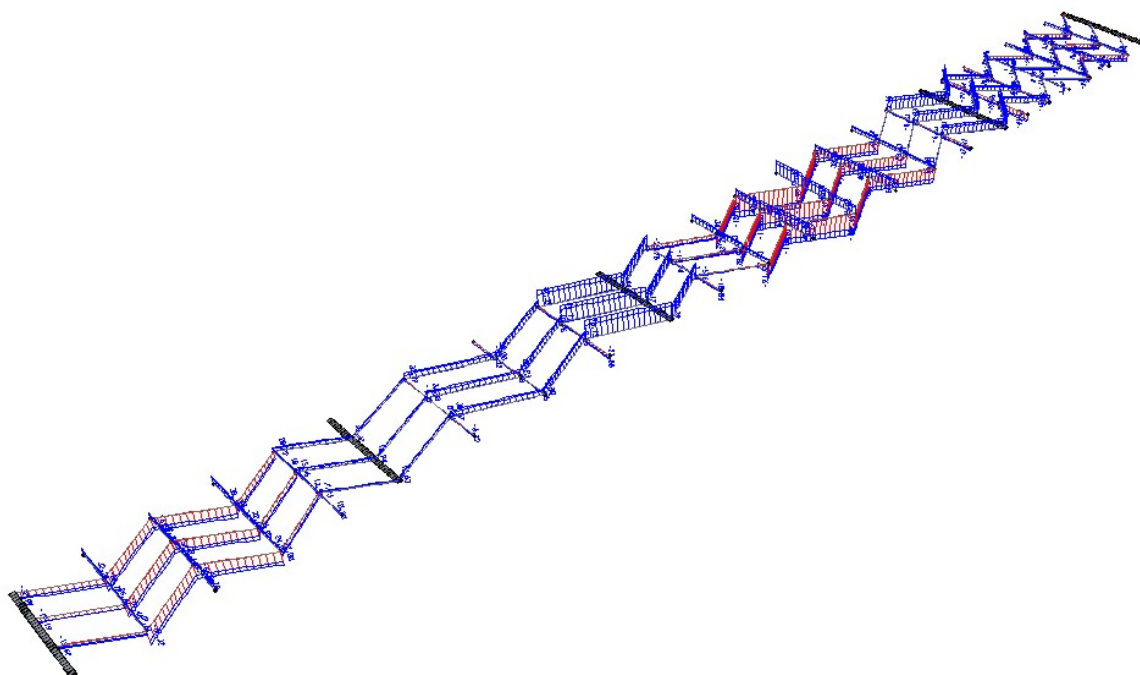
N_{b,Rd} = 562 kN > 132 kN

Le verifiche di ciascun elemento componente i diaframmi risultano soddisfatte.

9.5 VERIFICHE CONTROVENTI

I controventi sono costituiti da profili 2L 150x10 di lunghezza variabile tra $L=5.5\text{m}$ e $L=7.1\text{m}$. Tali elementi risultano necessari solo per la fase iniziale di getto, al fine di prevenire lo svergolamento delle travi principali.

Fase1



Max N = 130 kN

Si verifica a trazione/compressione la briglia superiore solo in questa fase, durante la quale la soletta non è collaborante fino a maturazione del getto di cls.

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	92 di 133

Profili L

File Tipo Profilo ?

L Uguali L Disuguali

Doppi Accosta lato corto

d (mm) ?

Ordina per iy ly g

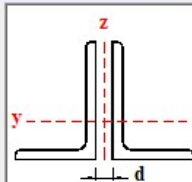
Acciaio fy (N/mm2) fu

Lunghezze di libera inflessione [m]

l_{0y} l_{0z} l_{0v}

Aggiorna Tabella

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 100 x 100 x 14	20.6	100	100	14.00	12.00	6.00
L 140 x 140 x 10	21.4	140	140	10.00	15.00	7.50
L 120 x 120 x 12	21.6	120	120	12.00	13.00	6.50
L 150 x 150 x 10	23.0	150	150	10.00	16.00	8.00
L 100 x 100 x 16	23.2	100	100	16.00	12.00	6.00
L 120 x 120 x 13	23.3	120	120	13.00	13.00	6.50
L 150 x 150 x 12	23.5	150	150	12.00	14.00	7.00



Plotta

2 L 150 x 150 x 10 $N_{b,Rd}$ [kN] $N_{b,Rd}$ [kN]

$N_{bz,Rd}$ [kN] ?

Classe Sezione Compressione ?

g (Kg/m): h (mm): b (mm): t (mm): r1 (mm): r2 (mm):

A (cm2): I_y (cm4): I_z (cm4): I_v (cm4):

W_y (cm3): W_z (cm3): W_v (cm3):

i_y (cm): i_z (cm): i_v (cm):

I_z (cm4): i_u (cm):

Resistenza all'instabilità - EC3 #6.3.1

2 L 150 x 150 x 10 Acciaio fy (N/mm2)

$\gamma_{M1} = 1.05$ $\beta_A = 0.79$ $\epsilon = 0.81$ $\lambda_1 = 93.9$ $\epsilon = 76.4$

Instabilità attorno all'asse			
	y - y	z - z	v - v
Snellezza λ	153.78	109.74	239.38
Snellezza adimensionale $\bar{\lambda} = \lambda / \lambda_1$ $\beta_A^{0.5}$	1.7894	1.277	2.7855
Curva di instabilità	c	c	c
Coefficiente di imperfezione α	0.49	0.49	0.49
$\phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2)^2 + \bar{\lambda}^2]$	2.4904	1.5792	5.0128
$\chi = 1 / [\phi + (\phi^2 - \bar{\lambda}^2)^{0.5}]$	0.2368	0.3987	0.1089
$N_{b,Rd} = \chi \beta_A A f_y / \gamma_{M1}$ (kN)	370.44	623.607	170.378

$N_{b,Rd} = 170 \text{ kN} > 130 \text{ kN}$

9.6 FATICA

Le verifiche a fatica sono eseguite in conformità al D.M. 17/01/2018 (carichi di progetto e coefficienti di sicurezza), ed alle indicazioni riportate della Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 Febbraio 2009, n. 617, relative alle metodologie ed i particolari costruttivi (par. C.4.2.4.1.4.).

I ponti a sezione composta sono soggetti ad azioni dinamiche variabili nel tempo, e possono manifestare, in tempi più o meno lunghi, problemi legati alla fatica, con conseguente limitazione della funzionalità in esercizio e, nelle situazioni più critiche, il collasso della struttura.

L'esecuzione delle verifiche di resistenza a fatica dei componenti degli impalcati metallici o a sezione composta prevede l'individuazione dei dettagli maggiormente sensibili e la loro classificazione in base alle curve S-N, nonché alla scelta del relativo coefficiente parziale di sicurezza γ_{Mf} . Il coefficiente γ_{Mf} dipende sia dalla accessibilità per l'ispezione, sia dall'entità delle conseguenze delle crisi per fatica dell'elemento o della struttura. Si possono utilizzare due diversi approcci progettuali:

- **critério del danneggiamento accettabile** per strutture poco sensibili alla rottura per fatica.
- **critério della vita utile a fatica** per strutture sensibili alla rottura per fatica.

Criteri di valutazione	Conseguenze moderate (γ_{Mf})	Conseguenze significative (γ_{Mf})
Danneggiamento accettabile	1,00	1,15
Vita utile a fatica	1,15	1,35

Tabella 9.1 - Coefficienti parziali γ_{Mf}

La verifica a fatica può essere condotta controllando che i valori massimi dei delta di tensione sulla struttura siano inferiori ai limiti di fatica per i diversi dettagli costruttivi (verifica per "Vita Illimitata") oppure controllando che, per un definito numero di cicli di tensione, la struttura possa subire delta di tensione in grado di creare danneggiamento ma con effetto complessivo non significativo nella vita di progetto dell'opera (verifica a "Danneggiamento").

I modelli di carico da utilizzarsi per la verifica a fatica degli impalcati stradali sono:

- il modello di carico LM1 costituito dallo schema di carico 1, ma con valori dei carichi concentrati ridotti del 30 % e carichi distribuiti ridotti del 70 % (utilizzabile per verifiche a vita illimitata);

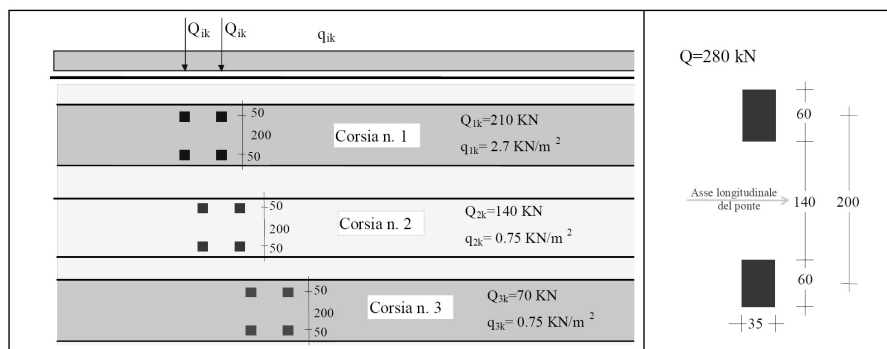


Figura 9.7 - Modello di carico a fatica LM1

- il modello di carico LM2 costituito da un set di veicoli con ingombro geometrico e peso definiti (utilizzabile per verifiche a vita illimitata);

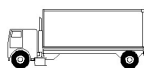

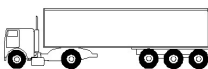
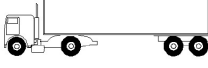
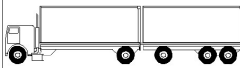
SAGOMA del VEICOLO	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120	A B C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

Figura 9.8 - Modello di carico a fatica LM2

- il modello di carico LM3, che si compone di un veicolo convenzionale dal peso complessivo di 480 kN (utilizzabile per verifiche a danneggiamento)

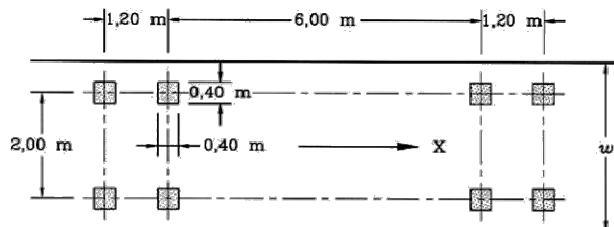


Figura 9.9 - Modello di carico a fatica LM3 (4 assi da 120 kN)

- il modello di carico LM4 costituito da un set di veicoli con ingombro geometrico e peso definiti (utilizzabile per verifiche a danneggiamento)

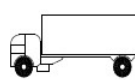
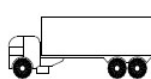
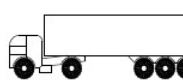
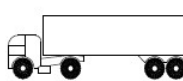
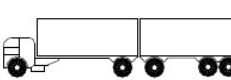
Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	Composizione del traffico		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0
	A B B B	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0
	A B C C C	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0

Figura 9.10 - Modello di carico a fatica LM4

Le verifiche a fatica per vita illimitata sono condotte, per dettagli caratterizzati da limite di fatica ad ampiezza costante, controllando che il massimo delta di tensione $\Delta\sigma_{\max} = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$ indotto nel dettaglio stesso dallo spettro di carico significativo risulti minore del limite di fatica del dettaglio stesso. Ai fini del calcolo del $\Delta\sigma_{\max}$ si possono impiegare, in alternativa, i modelli di carico di fatica 1 e 2, disposti sul ponte nelle due configurazioni che determinano la tensione massima e minima, rispettivamente, nel dettaglio considerato.

$$\gamma_F \cdot \Delta\sigma_{\max} \leq \frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_{Mf}}$$

Le verifiche a danneggiamento consistono nel verificare che nel dettaglio considerato lo spettro di carico produca un danneggiamento $D \leq 1$. Il danneggiamento D è valutato mediante la legge di Palmgren-Miner, considerando la curva S-N caratteristica del dettaglio e la vita nominale dell'opera.

$$D = \sum_{i=1}^p D_i = \sum_{i=1}^p \frac{n_i}{N_i} \leq 1$$

Tali verifiche sono condotte considerando lo spettro di tensione indotto nel dettaglio dal modello di fatica semplificato n. 3, o, in alternativa, dallo spettro di carico equivalente costituente il modello di fatica n. 4.

In alcuni casi è possibile ricondurre la verifica a danneggiamento alla determinazione del delta di tensione equivalente $\Delta\sigma_E$ mediante una serie di coefficienti λ , opportunamente calibrati, funzione della luce della campata, del volume di traffico atteso, della vita di progetto dell'opera e della simultaneità di più veicoli lenti nella carreggiata:

$$\Delta\sigma_E = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \cdot \varphi_{fat} \cdot [\sigma_{FLM, \max} - \sigma_{FLM, \min}] = \lambda \cdot \varphi_{fat} \cdot \Delta\sigma_{\max}$$

con $\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{\max}$.

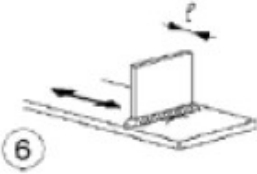
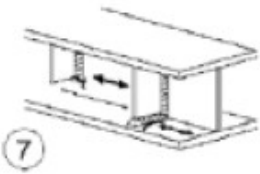
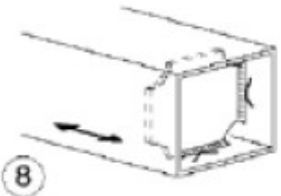
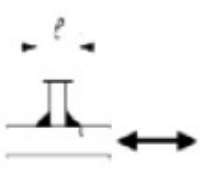
Il coefficiente dinamico equivalente φ_{fat} per ponti stradali è assunto diverso dall'unità solo nelle prossimità dei giunti di dilatazione. In definitiva, si conduce la verifica a danneggiamento controllando che risulti

$$\gamma_F \cdot \Delta\sigma_E(\lambda) \leq \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}}$$

Le "Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" definisce le diverse categorie di dettagli ed i valori caratteristici dei delta di tensione resistenti, determinati a $2 \cdot 10^6$ cicli. Le sezioni critiche maggiormente significative sono le giunzioni di testa saldate a completa penetrazione, gli impilaggi delle lamiere e le giunzioni saldate degli elementi secondari con le travi principali.

Nel caso in esame **le verifiche sono condotte a vita illimitata con riferimento al modello di carico LM1.**

In particolare si fa riferimento al seguente dettaglio:

80 (a)	 	<p>Attacchi trasversali</p> <p>6) saldati a piastra 7) nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda</p>	<p>6) e 7) le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti</p> <p>7) se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali</p>
71 (b)	 	<p>(a) $l \leq 50 \text{ mm}$ (b) $50 < l \leq 80 \text{ mm}$</p>	
		<p>Le classi sono valide anche per nervature anulari</p>	

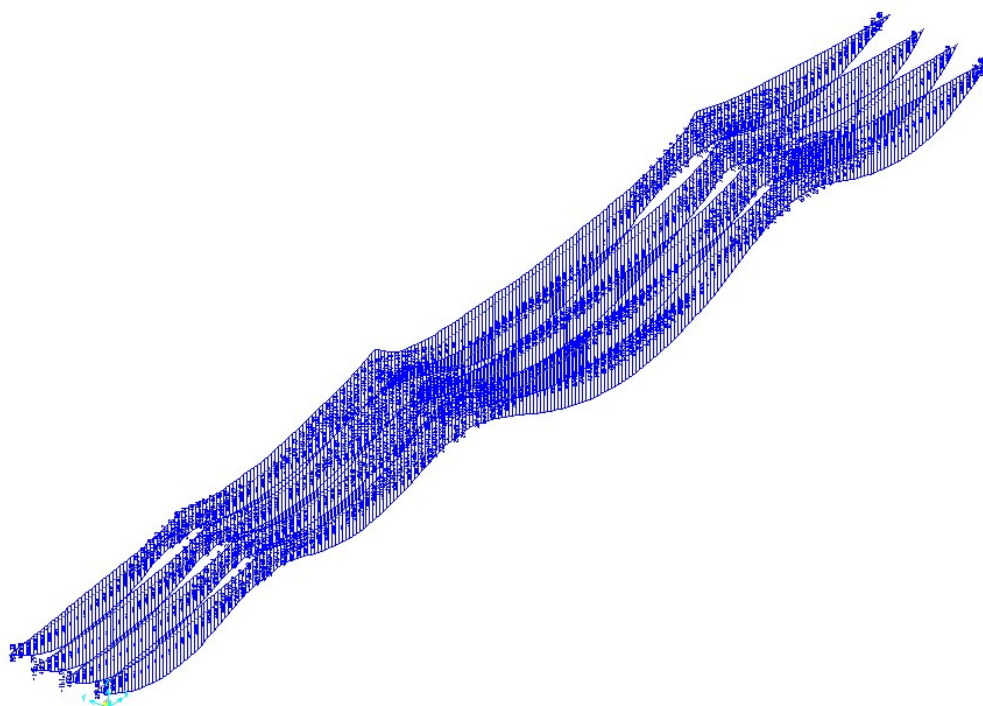


Figura 9.11 - Momento flettente (kN*m)

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	98 di 133

	<i>kN*m</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>
	ΔM	$\Delta\sigma$ piatt. sup	$\Delta\sigma$ piatt. Inf
A	0	0.0	0.0
B	2088	4.6	27.8
C	-1658	22.9	26.5
D	-1218	17.3	22.8
E	1599	3.7	21.4
F	-2620	23.91	29.66
G	-1259	12.77	16.51
H	3446	6.64	35.48

Si riporta la verifica per la sezione maggiormente sollecitata:

mom. Flett.

M ed	3446	kNm
-------------	------	-----

	σ TOT	σ limite	
piattab inf ($\Delta\sigma$)	36	40.2	verificato
	[Mpa]	[Mpa]	

0.90

FATICA		
dettaglio	80.0	59.0
γ_{mf}	1.35	43.7
ks	0.92	40.2
		[Mpa]

Le verifiche risultano dunque soddisfatte in quanto $\gamma_F \cdot \Delta\sigma_{\max} \leq \frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_{Mf}}$

10. VERIFICHE SLE

10.1.1 DEFORNABILITÀ

La verifica di deformabilità dell'impalcato è stata effettuata valutando la freccia indotta dal carico accidentale veicolare che risulta pari a 26.0mm, valore inferiore a 68.5 mm pari ad $L/700 = 48/700$ della luce dell'impalcato. Si riporta nel seguito una rappresentazione della deformata dell'impalcato con indicazione numerica dello spostamento massimo.



COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	100 di 133

11. REAZIONI AGLI APPOGGI

11.1 SCHEMA APPOGGI

Lo schema dei vincoli della travata metallica è il seguente:

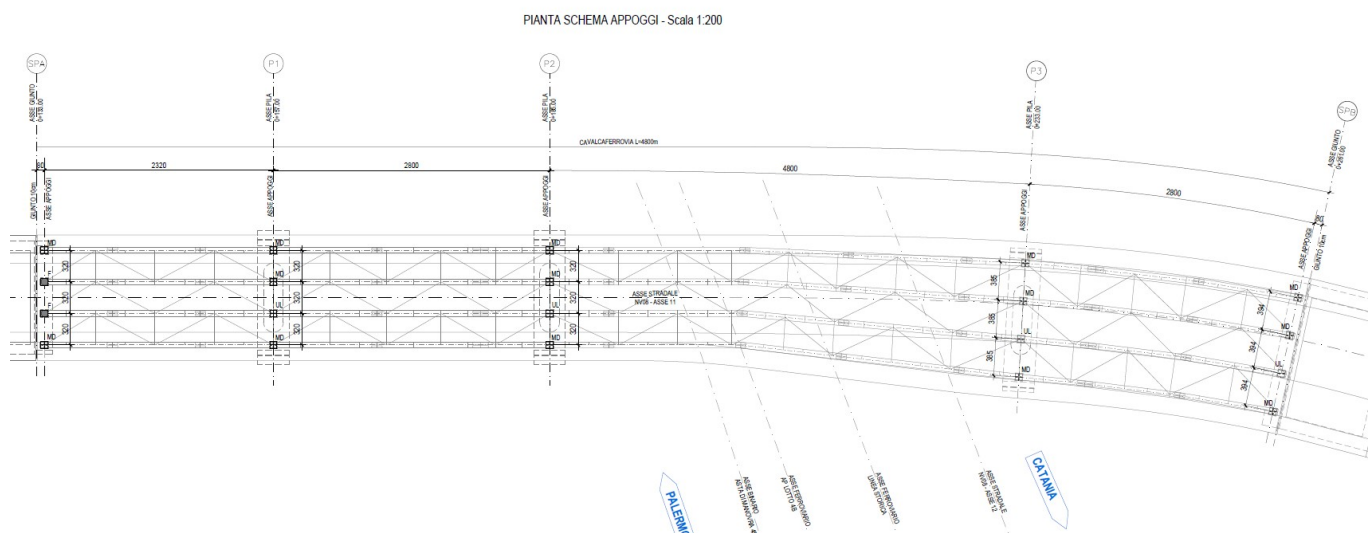


Figura 12. Schema appoggi

Si riportano di seguito le reazioni agli appoggi:

F = vincolo fisso;

U = vincolo unidirezionale disposto in direzione longitudinale;

M = vincolo multidirezionale;

11.2 REAZIONI APPOGGI

Si riportano di seguito le reazioni agli appoggi:

Spalla A:

joint	881	884	891	896	
	F3	F3	F3	F3	TOT
g1	433	390	390	433	1646
g2	168	119	168	119	574
folla	33	10	10	33	
traffico	504	711	716	458	

Pila:

joint	888	898	897	887	
	F3	F3	F3	F3	TOT
g1	2084	1862	1862	2082	7890
g2	757	570	570	756	2653
folla	169	59	59	169	
traffico	1010	1371	1367	804	

Spalla B:

joint	890	900	899	889	
	F3	F3	F3	F3	TOT
g1	449	349	349	450	1597
g2	172	101	101	172	546
folla	45	6	6	45	
traffico	464	808	810	329	

L'azione sismica viene valutata come:

- Peso sismico impalcato =225 kN/m
- Spalla =Peso*ag*S/n° appoggi fissi= (225*128m)*0.13*1.49/2=2800kN
- Pila =Peso*ag*S*F0/n° appoggi =(225*(48/2+28/2))*0.13*1.49*2.6/2=4400kN

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSSV	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	102 di 133

Le reazioni massime risultano dunque:

TIPOLOGIA APPOGGI	TIPOLOGIA IMPALCATO	NUMERO TRAVI	FISSO		UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE		MULTIDIREZIONALE	Dispositivo meccanico	Corsa appoggi	Escursione giunti a livello
			Nmax	Hmax	Nmax	HTmax				
			SLU	SIS	SLU	SIS		SIS	SIS	SIS
CS	AC	4	2000	3000				-----	±120	±110
CS	AC	4			5800	4500		-----	±120	±110
CS	AC	4					6800	-----	±120	±110

12. EFFETTI LOCALI

La soletta in cls viene realizzata con getto in opera su predalles tralicciate prefabbricate. Le predalles autoportanti vanno pertanto verificate in fase di getto del cls. Generalmente il getto avviene in due fasi: la prima fase prevede il getto della soletta tra le travi e la seconda fase prevede il completamento ovvero gli sbalzi.

12.1 VERIFICA DELLA SOLETTA

Si considera una striscia di soletta pari ad 1 m.

La soletta è completa e deve sopportare i carichi permanenti portati ed i carichi mobili previsti dalla normativa.

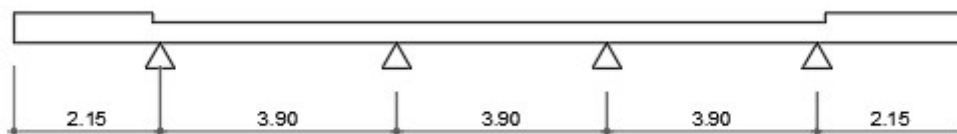


Figura 13. Schema statico

12.1.1 ANALISI DEI CARICHI

12.1.1.1 CARICHI PERMANENTI PORTATI

- Soletta	$25 * 0.30$	= 7.5 kN/m
- Cordolo	$25 * (0.5-0.30)$	= 5.0 kN/m
- Marciapiede		= 5.00 kN/m
- Pavimentazione		= 5.00 kN/m
- Barriere antirumore, parapetti, velette		= 5.5 kN
- Guard rail		= 1.00 kN

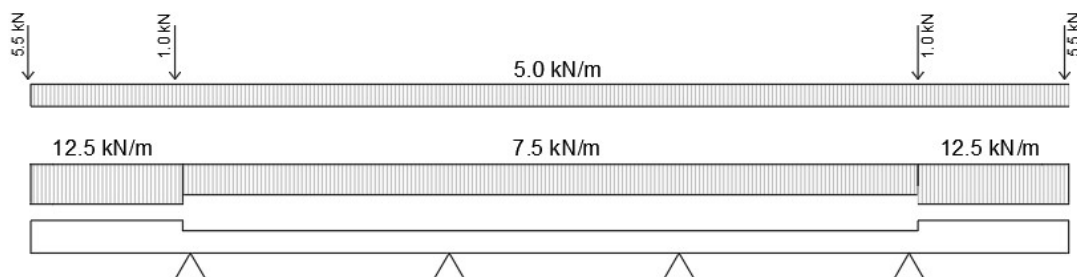


Figura 14: carichi permanenti sulla soletta

12.1.1.2 TRAFFICO

I carichi variabili da traffico sono definiti nel 5.1.3.3.3 della NTC 2018.

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dai seguenti schemi di carico:

Schema di Carico 1: è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.

Schema di Carico 2: è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

Schema di Carico 3: è costituito da un carico isolato da 150kN con impronta quadrata di lato 0,40m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvia.

Schema di Carico 4: è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali.

Schema di Carico 5: costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m². Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m². Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.

Vedi capitoli precedenti per la configurazione geometrica dei carichi mobili.

Diffusione dei carichi concentrati

I carichi concentrati da considerarsi ai fini delle verifiche locali ed associati agli Schemi di Carico 1, 2, 3 e 4 si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo un angolo di 45° , fino al piano medio della struttura della soletta sottostante.

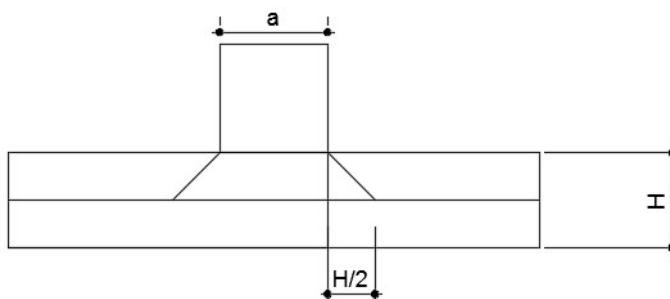


Figura 15: diffusione soletta

Per tener conto dell'effetto lastra, si diffonde il carico verso le travi principali con un angolo di 26.7° .

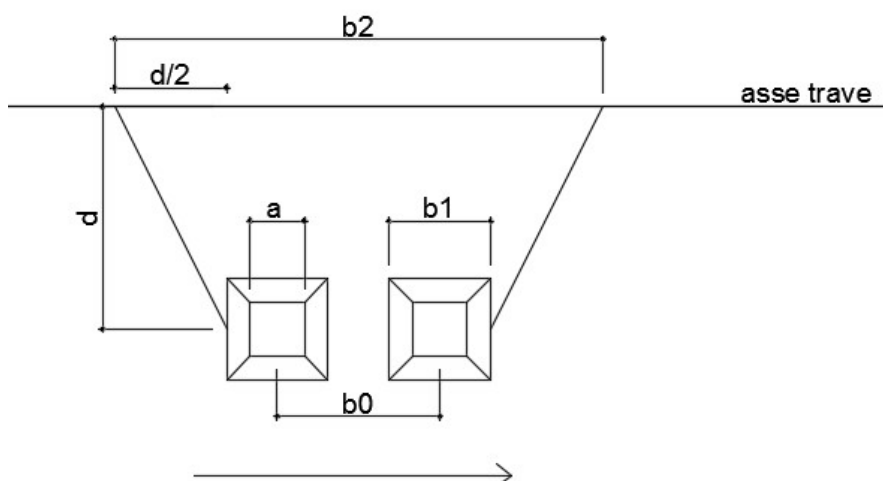


Figura 16: diffusione verso trave

In cui si è indicato con:

a = larghezza impronta di carico

H = altezza soletta

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	106 di 133

d =distanza carico/trave

b_0 =distanza carico tandem

di conseguenza si ricavano le altre grandezze:

$$b_1 = a + 2 \cdot H/2$$

$$b_2 = b_0 + b_1 + 2 \cdot d/2$$

il carico sulla striscia unitaria sarà pertanto:

$$F = Q_i/d$$

IMPRONTA DI CARICO 1

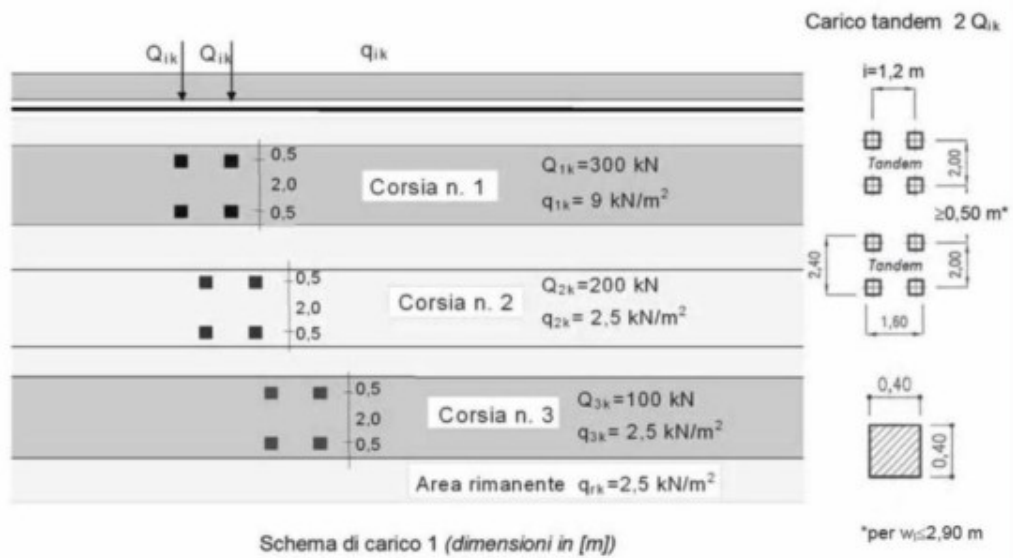


Figura 17: impronta di carico 1

IMPRONTA DI CARICO 2

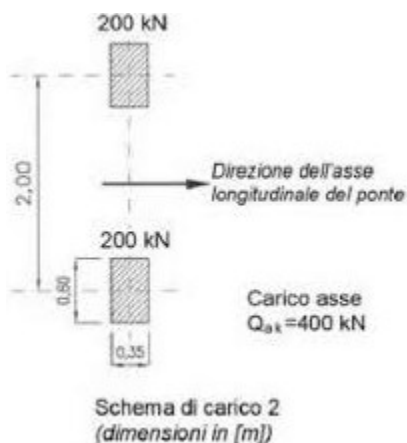


Figura 18: impronta di carico 2

DISPOSIZIONE DEI CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO

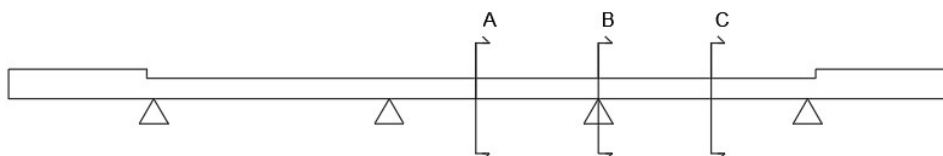


Figura 19: sezioni di interesse per la massimizzazione delle sollecitazioni

Il posizionamento dei carichi variabili da traffico viene eseguito in modo tale da massimizzare le azioni in corrispondenza delle sezioni A-A, B-B, C-C.

Le configurazioni di carico verranno illustrate nelle figure che seguono (con un tratteggio pieno si indica "l'area di carico rimanente"):

Condizione di carico 1

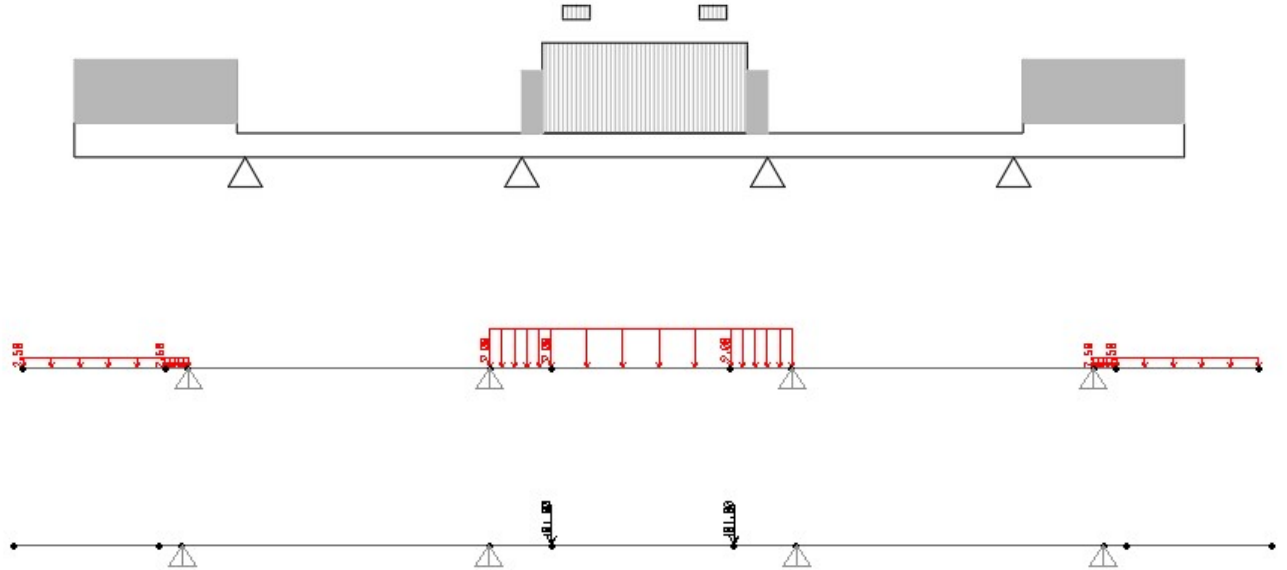


Figura 20: condizione di carico 1

Condizione di carico 2

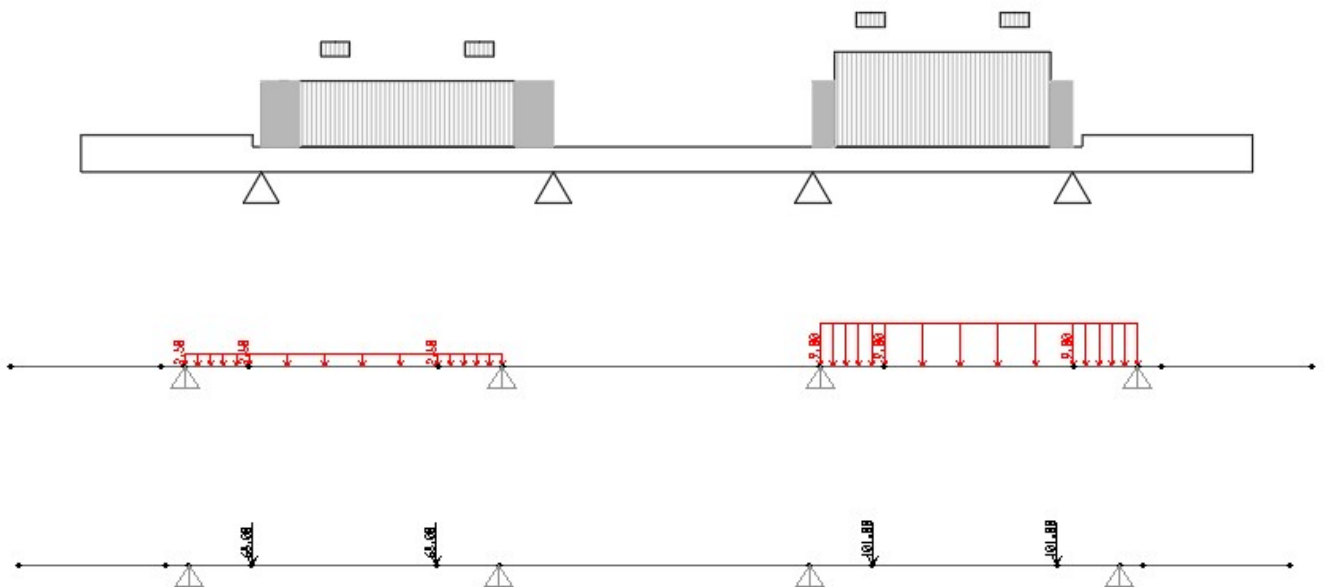
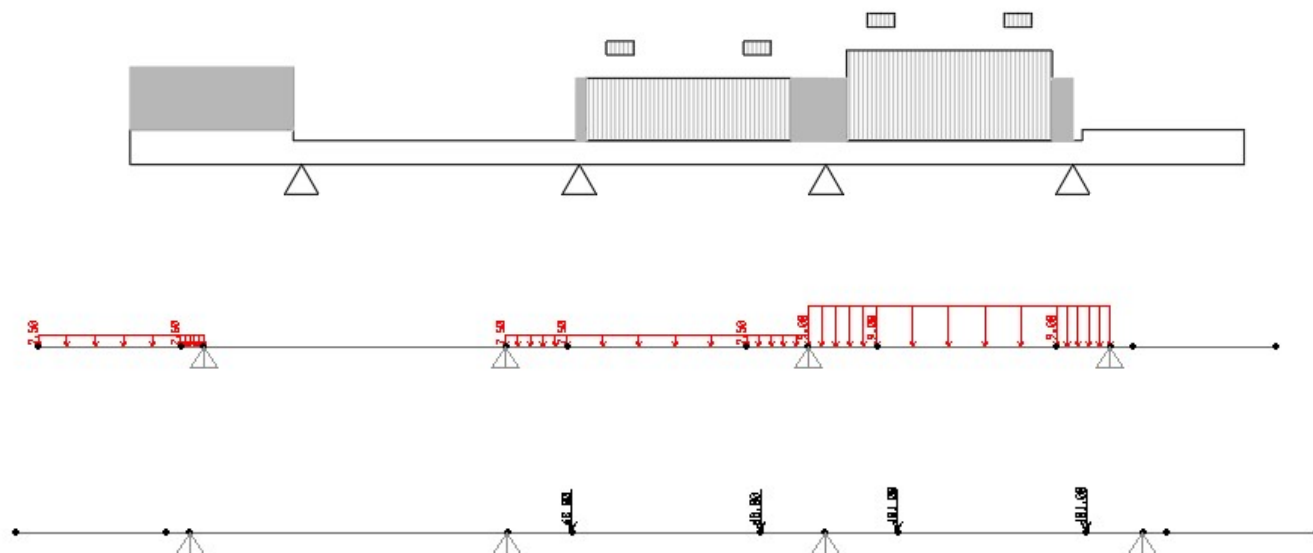


Figura 21: condizione di carico 2

Condizione di carico 3



Le corrispondenti forze valgono:

CASO 1		Q	Pav.	H sol	a	b0	d	b1	b2	F
Tandem 1	sx	300	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	101
	dx	300	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	101

CASO 2		Q	Pav.	H sol	a	b0	d	b1	b2	F
Tandem 1	sx	300	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	101
	dx	300	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	101

		Q	Pav.	H sol	a	b0	d	b1	b2	F
Tandem 2	sx	200	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	68
	dx	200	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	68

CASO 3		Q	Pav.	H sol	a	b0	d	b1	b2	F
Tandem 1	sx	300	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	101
	dx	300	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	101

		Q	Pav.	H sol	a	b0	d	b1	b2	F
Tandem 2	sx	200	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	68
	dx	200	0.13	0.3	0.40	1.20	0.8	0.96	2.96	68

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	110 di 133

Urto di veicolo in svio

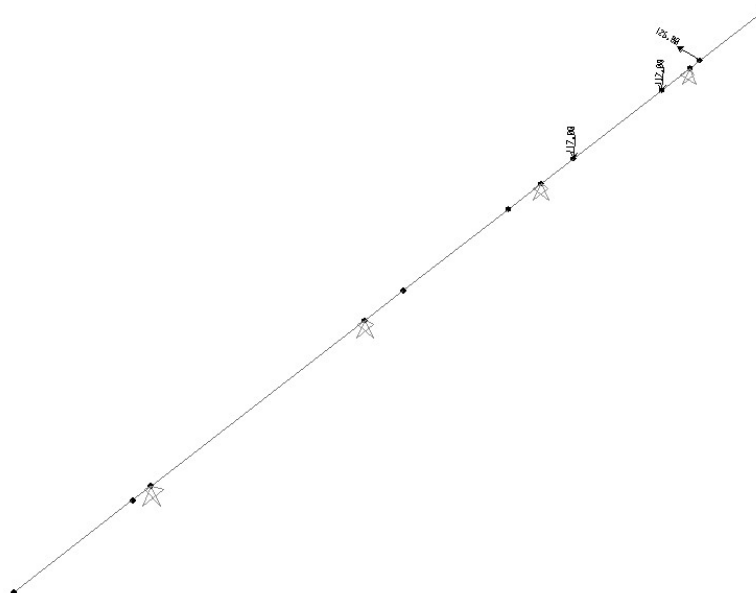
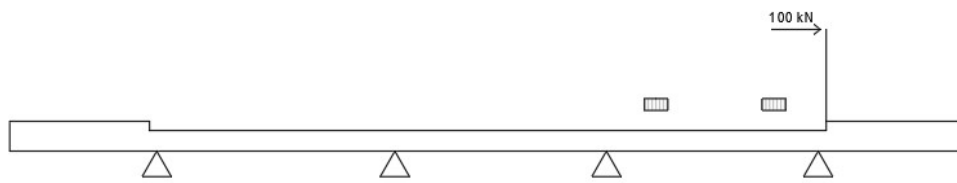
$F_k = 100\text{kN}$ (azione urto)

$h_{\text{bar}} = 1.1\text{m}$ (altezza barriera di sicurezza)

$h_{\text{svio}} = \min(1; 1.1 - 0.1) = 1.0\text{m}$ (altezza di applicazione della forza)

$M = F_k * (h_{\text{svio}} + H_{\text{cordolo}}/2) = 100 * (1 + 0.25) = 125\text{ kN*m}$

URTO		Q	Pav.	H sol	a	b0	d	b1	b2	F
Tandem	SX	200	0.13	0.3	0.35	0.00	0.8	0.91	1.71	117
	DX	200	0.13	0.3	0.35	0.00	0.8	0.91	1.71	117



Vengono di seguito riportati gli involuppi dei diagrammi di momento flettente e taglio. Le sollecitazioni sono ottenute con carichi già fattorizzati allo stato limite ultimo .

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

con

Combinazione SLU

$$\gamma_{G1} = 1.35 \quad (\text{carichi strutturali})$$

$$\gamma_{G2} = 1.50 \quad (\text{carichi non strutturali})$$

$$\gamma_{Q1} = 1.35 \quad (\text{carichi variabili da traffico})$$

Combinazione SLE-rara/frequente/QP

$$\gamma_{G1} = 1.00/1.00/1.00 \quad (\text{carichi strutturali})$$

$$\gamma_{G2} = 1.00/1.00/1.00 \quad (\text{carichi non strutturali})$$

$$\gamma_{Q1} = 1.00/0.75/0.00 \quad (\text{carichi variabili da traffico})$$

Combinazione Eccezionale

$$\gamma_{G1} = 1.00 \quad (\text{carichi strutturali})$$

$$\gamma_{G2} = 1.00 \quad (\text{carichi non strutturali})$$

$$\gamma_{Q1} = 1.00 \quad (\text{carichi variabili da traffico})$$

$$Ecc = 1.00 \quad (\text{urto veicolo in svio})$$

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	112 di 133

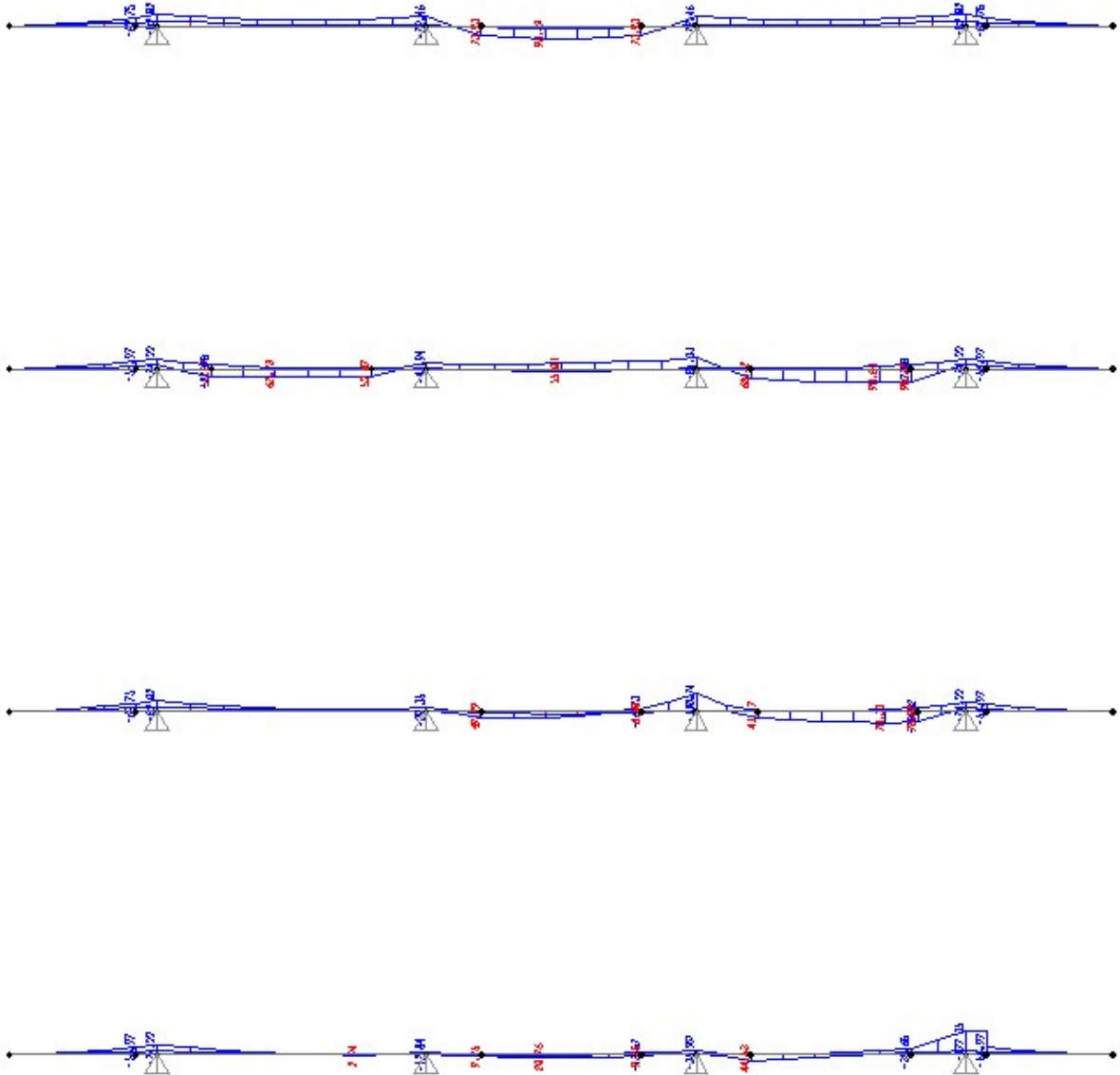


Figura 22: involuipo momento flettente SLU

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	113 di 133

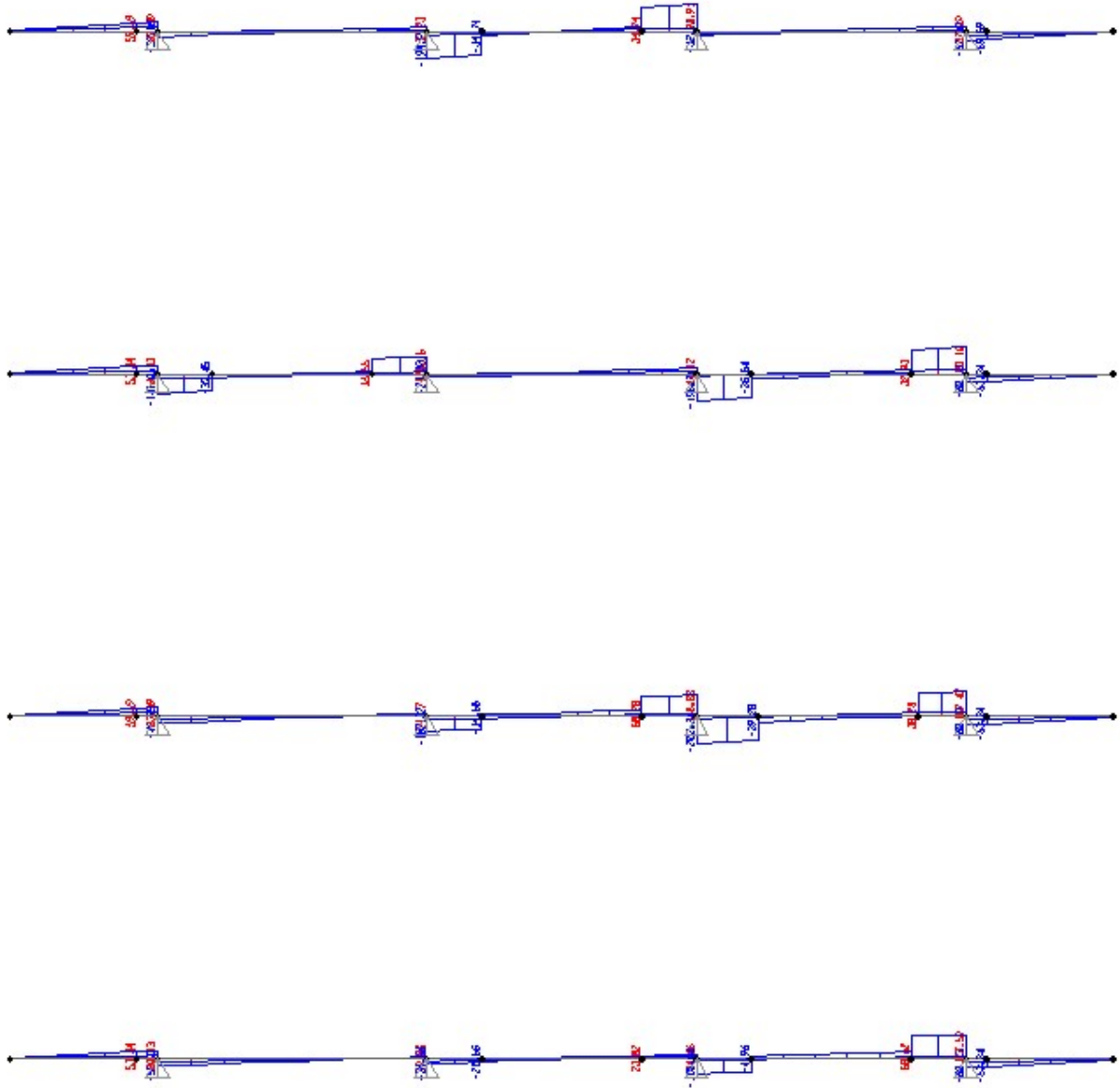


Figura 23: involuppo del taglio SLU

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	114 di 133

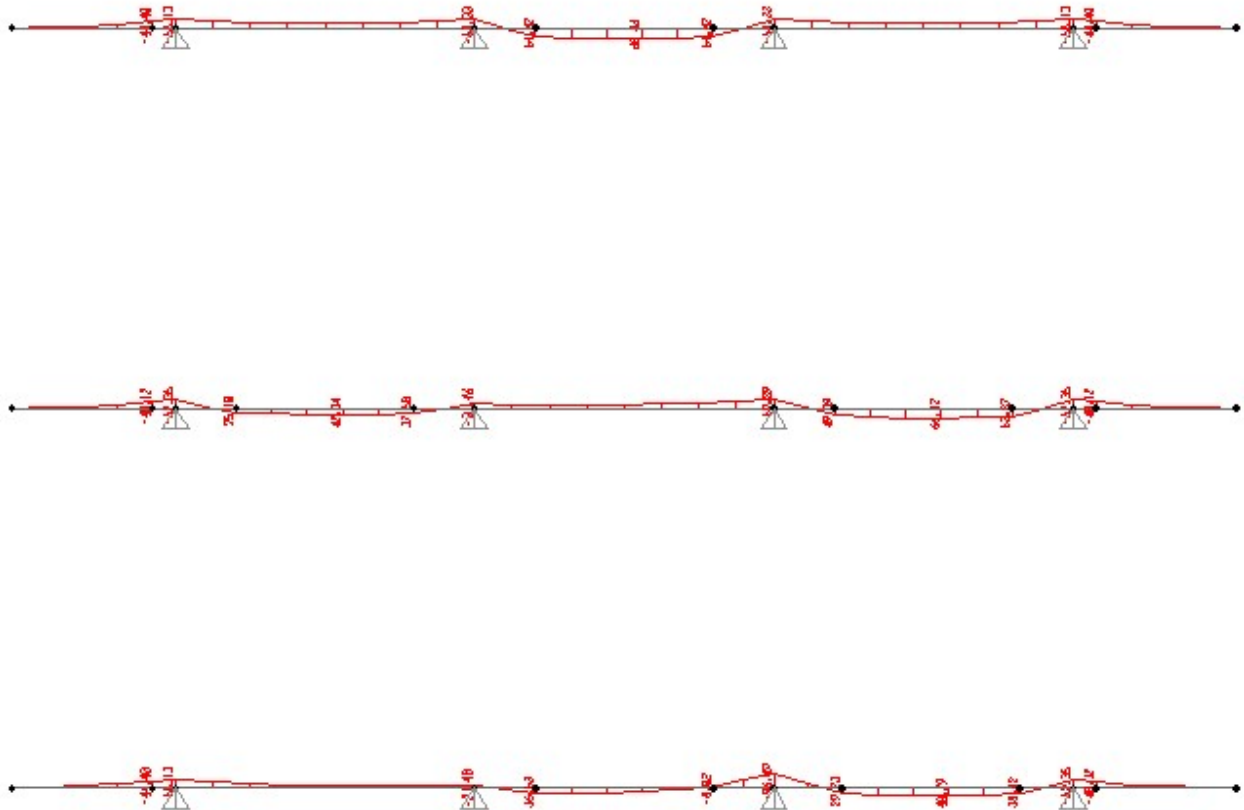


Figura 24: involuppo momento flettente SLE-rara

Verifica delle sezioni

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q. Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess. limite S.L.E. comb. Q. Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	115 di 133

Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	30.0
3	100.0	30.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.3	6.3	18
2	6.3	23.7	22
3	93.7	23.7	22
4	93.7	6.3	18

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	8	22
2	1	4	8	18

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-131.00	0.00	203.00	0.00
2	0.00	99.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-178.00	0.00	0.00	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	116 di 133

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-97.00	0.00
2	0.00	69.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-71.00 (-62.99)	0.00 (0.00)
2	0.00	51.00 (59.60)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-53.00 (-62.99)	0.00 (0.00)
2	0.00	15.00 (59.60)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	117 di 133

1	S	0.00	-131.00	0.00	0.00	-295.10	0.00	2.25	38.0(4.2)
2	S	0.00	99.00	0.00	0.00	208.62	0.00	2.11	25.4(4.2)
3	S	0.00	-178.00	0.00	0.00	-295.10	0.00	1.66	38.0(4.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.324	0.0	0.0	0.00063	6.3	6.3	-0.00731	93.7	23.7
2	0.00350	0.269	0.0	30.0	0.00004	6.3	23.7	-0.00953	6.3	6.3
3	0.00350	0.324	0.0	0.0	0.00063	6.3	6.3	-0.00731	93.7	23.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000455908	0.003500000	0.324	0.845
2	0.000000000	0.000549922	-0.012997660	0.269	0.776
3	0.000000000	-0.000455908	0.003500000	0.324	0.845

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	203.00	205.29	23.7	100.0	0.0160	0.00
2	S	0.00	179.58	23.7	100.0	0.0107	0.00
3	S	0.00	205.29	23.7	100.0	0.0160	0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	118 di 133

1	S	7.18	100.0	0.0	-130.8	6.3	23.7	650	38.0
2	S	5.60	0.0	30.0	-137.0	93.7	6.3	700	25.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00097	0	0.500	22.0	52	0.00044 (0.00039)	241	0.106 (0.20)	-62.99	0.00
2	S	-0.00098	0	0.500	18.0	54	0.00041 (0.00041)	268	0.110 (0.20)	59.60	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.26	100.0	0.0	-95.7	6.3	23.7	650	38.0
2	S	4.14	0.0	30.0	-101.3	93.7	6.3	700	25.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0	0.500	22.0	52	0.00029 (0.00029)	241	0.069 (0.20)	-62.99	0.00
2	S	-0.00072	0	0.500	18.0	54	0.00030 (0.00030)	268	0.081 (0.20)	59.60	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.92	100.0	0.0	-71.5	6.3	23.7	650	38.0
2	S	1.22	0.0	30.0	-29.8	93.7	6.3	700	25.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.500	22.0	52	0.00021 (0.00021)	241	0.052 (0.20)	-62.99	0.00
2	S	-0.00021	0	0.500	18.0	54	0.00009 (0.00009)	268	0.024 (0.20)	59.60	0.00

13. VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO

Si riportano i controlli effettuati confrontando modelli semplificati analitici di calcolo e risultati ottenuti dalle analisi FEM, in accordo a quanto prescritto al paragrafo 10.2 del "DM. 17/01/2018", di seguito riportato:

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.*

Spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli che ne comprovino l'attendibilità.

[...]

Nella relazione devono essere elencati e sinteticamente illustrati i controlli svolti, quali verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.

Si controllano le reazioni globali del modello:

Come descritto nei paragrafi precedenti il peso totale (G1+G2) risulta pari ad **27150 kN**

Il carico totale dovuto agli accidentali (escluse le aree rimanenti) è pari circa ad:

$$[(9.0 \text{ kN/m}^2 \cdot 3.0) + (2.5 \text{ kN/m}^2 \cdot 6.0 \text{ m})] \cdot 128 \text{ m} = 5376 \text{ kN} +$$

$$600 + 400 + 200 = 1200 \text{ kN} =$$

$$\text{TOT} \quad \quad \quad \mathbf{6576 \text{ kN}}$$

Dal Modello risulta:

TABLE: Base Reactions		
OutputCase	CaseType	GlobalFZ
Text	Text	KN
TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	6620
G2	LinStatic	6975
G1	LinStatic	20767
		27742

14. TABULATO APPOGGI

TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
881	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	2
882	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	-10
883	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	45
884	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	2
885	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	-10
886	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	45
887	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	72
888	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	72
889	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	12
890	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	12
891	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	2
892	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	-10
893	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	44
894	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	-10
895	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	44
896	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	2
897	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	74
898	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	74
899	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	12
900	AREA RIMANENTE	LinStatic		0	0	12
881	FASE 1_1	Combination		0	0	584
882	FASE 1_1	Combination		0	0	1322
883	FASE 1_1	Combination		0	0	2338
884	FASE 1_1	Combination		0	0	584
885	FASE 1_1	Combination		0	0	1321
886	FASE 1_1	Combination		0	0	2342
887	FASE 1_1	Combination		0	0	2810
888	FASE 1_1	Combination		0	0	2813
889	FASE 1_1	Combination		0	0	607
890	FASE 1_1	Combination		0	0	606
891	FASE 1_1	Combination		0	-11	527
892	FASE 1_1	Combination		0	2	1121
893	FASE 1_1	Combination		0	-6	2057
894	FASE 1_1	Combination		0	0	1120
895	FASE 1_1	Combination		0	0	2057
896	FASE 1_1	Combination		0	11	527
897	FASE 1_1	Combination		0	0	2514
898	FASE 1_1	Combination		0	7	2514

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	121 di 133

899	FASE 1_1	Combination	0	0	472
900	FASE 1_1	Combination	0	-4	471
881	FASE 1_2	Combination	0	0	433
882	FASE 1_2	Combination	0	0	979
883	FASE 1_2	Combination	0	0	1732
884	FASE 1_2	Combination	0	0	433
885	FASE 1_2	Combination	0	0	979
886	FASE 1_2	Combination	0	0	1735
887	FASE 1_2	Combination	0	0	2082
888	FASE 1_2	Combination	0	0	2084
889	FASE 1_2	Combination	0	0	450
890	FASE 1_2	Combination	0	0	449
891	FASE 1_2	Combination	0	-8	390
892	FASE 1_2	Combination	0	1	830
893	FASE 1_2	Combination	0	-4	1524
894	FASE 1_2	Combination	0	0	830
895	FASE 1_2	Combination	0	0	1523
896	FASE 1_2	Combination	0	8	390
897	FASE 1_2	Combination	0	0	1862
898	FASE 1_2	Combination	0	5	1862
899	FASE 1_2	Combination	0	0	349
900	FASE 1_2	Combination	0	-3	349
881	FASE 2_1	Combination	0	0	165
882	FASE 2_1	Combination	0	0	699
883	FASE 2_1	Combination	0	0	954
884	FASE 2_1	Combination	0	0	165
885	FASE 2_1	Combination	0	0	699
886	FASE 2_1	Combination	0	0	956
887	FASE 2_1	Combination	0	0	1242
888	FASE 2_1	Combination	0	0	1243
889	FASE 2_1	Combination	0	0	159
890	FASE 2_1	Combination	0	0	159
891	FASE 2_1	Combination	0	-15	91
892	FASE 2_1	Combination	0	0	456
893	FASE 2_1	Combination	0	-3	658
894	FASE 2_1	Combination	0	0	456
895	FASE 2_1	Combination	0	0	658
896	FASE 2_1	Combination	0	16	90
897	FASE 2_1	Combination	0	0	978
898	FASE 2_1	Combination	0	4	978
899	FASE 2_1	Combination	0	0	53
900	FASE 2_1	Combination	0	-2	53
881	FASE 2_2	Combination	0	0	81

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	122 di 133

882	FASE 2_2	Combination	0	0	498
883	FASE 2_2	Combination	0	0	630
884	FASE 2_2	Combination	0	0	80
885	FASE 2_2	Combination	0	0	498
886	FASE 2_2	Combination	0	0	631
887	FASE 2_2	Combination	0	0	863
888	FASE 2_2	Combination	0	0	865
889	FASE 2_2	Combination	0	0	73
890	FASE 2_2	Combination	0	0	73
891	FASE 2_2	Combination	0	-10	31
892	FASE 2_2	Combination	0	0	336
893	FASE 2_2	Combination	0	-3	428
894	FASE 2_2	Combination	0	0	336
895	FASE 2_2	Combination	0	0	429
896	FASE 2_2	Combination	0	10	31
897	FASE 2_2	Combination	0	0	693
898	FASE 2_2	Combination	0	3	693
899	FASE 2_2	Combination	0	0	2
900	FASE 2_2	Combination	0	-2	2
881	FASE 2_3	Combination	0	0	180
882	FASE 2_3	Combination	0	0	683
883	FASE 2_3	Combination	0	0	957
884	FASE 2_3	Combination	0	0	179
885	FASE 2_3	Combination	0	0	683
886	FASE 2_3	Combination	0	0	959
887	FASE 2_3	Combination	0	0	1224
888	FASE 2_3	Combination	0	0	1225
889	FASE 2_3	Combination	0	0	176
890	FASE 2_3	Combination	0	0	175
891	FASE 2_3	Combination	0	-15	105
892	FASE 2_3	Combination	0	0	440
893	FASE 2_3	Combination	0	-3	663
894	FASE 2_3	Combination	0	0	440
895	FASE 2_3	Combination	0	0	663
896	FASE 2_3	Combination	0	16	105
897	FASE 2_3	Combination	0	0	957
898	FASE 2_3	Combination	0	4	958
899	FASE 2_3	Combination	0	0	69
900	FASE 2_3	Combination	0	-2	69
881	FASE 2_4	Combination	0	0	95
882	FASE 2_4	Combination	0	0	482
883	FASE 2_4	Combination	0	0	633
884	FASE 2_4	Combination	0	0	95

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	123 di 133

885	FASE 2_4	Combination		0	0	482
886	FASE 2_4	Combination		0	0	634
887	FASE 2_4	Combination		0	0	846
888	FASE 2_4	Combination		0	0	847
889	FASE 2_4	Combination		0	0	90
890	FASE 2_4	Combination		0	0	89
891	FASE 2_4	Combination		0	-10	46
892	FASE 2_4	Combination		0	0	320
893	FASE 2_4	Combination		0	-2	434
894	FASE 2_4	Combination		0	0	320
895	FASE 2_4	Combination		0	0	434
896	FASE 2_4	Combination		0	10	46
897	FASE 2_4	Combination		0	0	672
898	FASE 2_4	Combination		0	3	673
899	FASE 2_4	Combination		0	0	19
900	FASE 2_4	Combination		0	-2	19
881	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	714
881	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-67
882	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-5
882	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1393
883	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	262
883	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1951
884	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	565
884	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-152
885	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1109
885	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-190
886	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1426
886	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-115
887	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1351
887	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	141
888	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	512
888	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1969
889	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	432
889	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-179
890	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-118
890	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	686
891	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	228	141	933
891	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	-184	47	-100
892	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	270	-157
892	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	339	1467
893	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	446	-24
893	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	498	1736
894	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-191

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	124 di 133

894	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1437
895	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-107
895	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1653
896	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	-228	-7	-124
896	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	184	90	913
897	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	2024
897	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	104
898	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	438	192
898	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	507	2107
899	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	0	1036
899	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	0	-181
900	FASE 3_GR1_1	Combination	Min	0	110	-174
900	FASE 3_GR1_1	Combination	Max	0	164	1053
881	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	46
881	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	826
882	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-128
882	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1270
883	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	286
883	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1976
884	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-39
884	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	678
885	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	986
885	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-312
886	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1449
886	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-91
887	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	4
887	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1213
888	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	374
888	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1831
889	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-53
889	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	559
890	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	813
890	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	9
891	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	228	141	1046
891	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	-184	47	13
892	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	338	1345
892	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	269	-280
893	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	499	1775
893	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	448	15
894	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1314
894	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-314
895	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-67
895	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1692

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	125 di 133

896	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	184	90	1026
896	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	-228	-7	-11
897	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-53
897	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1867
898	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	505	1950
898	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	436	34
899	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	0	-55
899	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	0	1162
900	FASE 3_GR1_2	Combination	Max	0	165	1180
900	FASE 3_GR1_2	Combination	Min	0	111	-47
881	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-151
881	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	629
882	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-252
882	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1146
883	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1490
883	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-200
884	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	652
884	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-65
885	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-33
885	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1266
886	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	177
886	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1718
887	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1608
887	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	399
888	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1546
888	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	89
889	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-124
889	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	487
890	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-208
890	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	597
891	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	-217	-88	-127
891	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	195	7	906
892	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	-333	-157
892	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	-263	1468
893	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	-507	-26
893	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	-455	1733
894	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1527
894	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-102
895	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	66
895	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1826
896	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	217	-46	939
896	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	-195	-143	-98
897	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	2196

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	126 di 133

897	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	276
898	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	-435	2100
898	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	-503	185
899	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	0	1069
899	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	0	-148
900	FASE 3_GR1_3	Combination	Max	0	-111	1056
900	FASE 3_GR1_3	Combination	Min	0	-165	-172
881	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-39
881	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	742
882	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1023
882	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-375
883	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-176
883	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1514
884	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	765
884	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	47
885	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-156
885	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1143
886	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1741
886	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	201
887	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	261
887	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1471
888	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1408
888	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-49
889	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	613
889	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	2
890	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	723
890	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-81
891	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	-217	-88	-15
891	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	195	7	1018
892	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	-264	1345
892	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	-333	-280
893	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	-505	13
893	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	-453	1773
894	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-225
894	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1404
895	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1865
895	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	105
896	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	-195	-143	14
896	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	217	-46	1051
897	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	2038
897	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	118
898	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	-505	27
898	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	-437	1943

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	127 di 133

899	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	0	1196
899	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	0	-22
900	FASE 3_GR1_4	Combination	Min	0	-164	-45
900	FASE 3_GR1_4	Combination	Max	0	-110	1182
881	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	300
881	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-58
882	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	61
882	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	632
883	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	160
883	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	825
884	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	184
884	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-143
885	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-134
885	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	396
886	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	389
886	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-218
887	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-83
887	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	392
888	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	837
888	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	267
889	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	114
889	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-155
890	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	272
890	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-87
891	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	111	107	427
891	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	-73	59	-75
892	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	318	672
892	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	288	-35
893	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	463	-53
893	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	485	683
894	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	634
894	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-75
895	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	599
895	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-138
896	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	-111	28	-100
896	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	73	76	405
897	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	800
897	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-9
898	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	486	889
898	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	458	80
899	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	0	464
899	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	0	-128
900	FASE 3_GR2_1	Combination	Max	0	148	482

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	128 di 133

900	FASE 3_GR2_1	Combination	Min	0	126	-116
881	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	413
881	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	55
882	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	509
882	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-62
883	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	184
883	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	849
884	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	297
884	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-31
885	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-257
885	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	273
886	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	412
886	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-194
887	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	255
887	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-221
888	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	129
888	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	699
889	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-29
889	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	240
890	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	399
890	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	39
891	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	-73	60	38
891	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	111	107	540
892	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	317	549
892	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	287	-158
893	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	487	723
893	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	465	-13
894	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	511
894	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-198
895	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	639
895	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-99
896	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	73	76	517
896	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	-111	28	12
897	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	643
897	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-166
898	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	484	731
898	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	455	-78
899	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	0	-2
899	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	0	591
900	FASE 3_GR2_2	Combination	Min	0	127	11
900	FASE 3_GR2_2	Combination	Max	0	149	608
881	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	216
881	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-142

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	129 di 133

882	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-186
882	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	385
883	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-302
883	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	363
884	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	271
884	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-57
885	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	23
885	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	553
886	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	681
886	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	74
887	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	174
887	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	650
888	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	415
888	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-155
889	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-100
889	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	168
890	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	182
890	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-177
891	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	78	-27	400
891	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	-106	-75	-102
892	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	-314	-35
892	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	-285	672
893	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	-490	-55
893	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	-468	681
894	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	14
894	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	723
895	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	772
895	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	34
896	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	106	-60	430
896	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	-78	-108	-75
897	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	163
897	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	972
898	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	-484	73
898	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	-455	881
899	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	0	498
899	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	0	-95
900	FASE 3_GR2_3	Combination	Min	0	-149	-114
900	FASE 3_GR2_3	Combination	Max	0	-127	484
881	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	328
881	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	-30
882	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	-309
882	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	262
883	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	-278

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	130 di 133

883	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	387
884	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	384
884	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	56
885	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	-100
885	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	430
886	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	704
886	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	98
887	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	37
887	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	512
888	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	-293
888	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	277
889	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	295
889	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	26
890	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	309
890	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	-51
891	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	78	-27	512
891	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	-106	-75	10
892	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	-315	-157
892	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	-286	549
893	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	-488	-16
893	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	-466	720
894	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	600
894	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	-108
895	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	74
895	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	811
896	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	106	-60	542
896	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	-78	-108	38
897	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	5
897	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	815
898	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	-486	-85
898	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	-457	724
899	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	0	32
899	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	0	624
900	FASE 3_GR2_4	Combination	Max	0	-126	610
900	FASE 3_GR2_4	Combination	Min	0	-148	13
881	FOLLA	LinStatic		0	0	33
882	FOLLA	LinStatic		0	0	83
883	FOLLA	LinStatic		0	0	127
884	FOLLA	LinStatic		0	0	33
885	FOLLA	LinStatic		0	0	83
886	FOLLA	LinStatic		0	0	127
887	FOLLA	LinStatic		0	0	169
888	FOLLA	LinStatic		0	0	169

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	131 di 133

889	FOLLA	LinStatic	0	0	45
890	FOLLA	LinStatic	0	0	45
891	FOLLA	LinStatic	0	-3	10
892	FOLLA	LinStatic	0	0	10
893	FOLLA	LinStatic	0	0	45
894	FOLLA	LinStatic	0	0	11
895	FOLLA	LinStatic	0	0	45
896	FOLLA	LinStatic	0	4	10
897	FOLLA	LinStatic	0	0	59
898	FOLLA	LinStatic	0	0	59
899	FOLLA	LinStatic	0	0	6
900	FOLLA	LinStatic	0	0	6
881	G1	LinStatic	0	0	433
882	G1	LinStatic	0	0	979
883	G1	LinStatic	0	0	1732
884	G1	LinStatic	0	0	433
885	G1	LinStatic	0	0	979
886	G1	LinStatic	0	0	1735
887	G1	LinStatic	0	0	2082
888	G1	LinStatic	0	0	2084
889	G1	LinStatic	0	0	450
890	G1	LinStatic	0	0	449
891	G1	LinStatic	0	-8	390
892	G1	LinStatic	0	1	830
893	G1	LinStatic	0	-4	1524
894	G1	LinStatic	0	0	830
895	G1	LinStatic	0	0	1523
896	G1	LinStatic	0	8	390
897	G1	LinStatic	0	0	1862
898	G1	LinStatic	0	5	1862
899	G1	LinStatic	0	0	349
900	G1	LinStatic	0	-3	349
881	G2	LinStatic	0	0	168
882	G2	LinStatic	0	0	402
883	G2	LinStatic	0	0	649
884	G2	LinStatic	0	0	168
885	G2	LinStatic	0	0	402
886	G2	LinStatic	0	0	650
887	G2	LinStatic	0	0	756
888	G2	LinStatic	0	0	757
889	G2	LinStatic	0	0	172
890	G2	LinStatic	0	0	172
891	G2	LinStatic	0	-10	119

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	132 di 133

892	G2	LinStatic		0	0	240
893	G2	LinStatic		0	-1	459
894	G2	LinStatic		0	0	240
895	G2	LinStatic		0	0	459
896	G2	LinStatic		0	10	119
897	G2	LinStatic		0	0	570
898	G2	LinStatic		0	2	570
899	G2	LinStatic		0	0	101
900	G2	LinStatic		0	-1	101
881	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	504
881	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-74
882	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-214
882	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	821
883	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-140
883	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	1112
884	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-73
884	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	458
885	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	761
885	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-201
886	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-140
886	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	1001
887	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	804
887	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-92
888	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-70
888	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	1010
889	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	329
889	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-123
890	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	464
890	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-131
891	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	156	58	711
891	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	-149	-12	-54
892	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	28	1041
892	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	-23	-163
893	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	-22	-92
893	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	17	1211
894	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	1052
894	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-155
895	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	1215
895	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-89
896	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	-156	-59	-52
896	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	149	13	716
897	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-51
897	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	1371

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 07 001	B	133 di 133

898	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	25	1367
898	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	-25	-52
899	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	0	-94
899	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	0	808
900	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Max	0	20	810
900	TRAFFICO CARATTERISTICO	LinMoving	Min	0	-20	-99
881	VENTO	LinStatic		0	0	47
882	VENTO	LinStatic		0	0	137
883	VENTO	LinStatic		0	0	257
884	VENTO	LinStatic		0	0	-48
885	VENTO	LinStatic		0	0	-87
886	VENTO	LinStatic		0	0	-162
887	VENTO	LinStatic		0	0	-143
888	VENTO	LinStatic		0	0	235
889	VENTO	LinStatic		0	0	-30
890	VENTO	LinStatic		0	0	50
891	VENTO	LinStatic		18	75	15
892	VENTO	LinStatic		0	335	0
893	VENTO	LinStatic		0	529	1
894	VENTO	LinStatic		0	0	-50
895	VENTO	LinStatic		0	0	-96
896	VENTO	LinStatic		-18	76	-14
897	VENTO	LinStatic		0	0	-95
898	VENTO	LinStatic		0	523	4
899	VENTO	LinStatic		0	0	-19
900	VENTO	LinStatic		0	153	-1