

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

**ADEGUAMENTO NODO DI PONTEDECIMO PONTE SUL TORRENTE VERDE
Relazione di Calcolo
Impalcato**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	C L	N V 0 7 0 X	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Leonardo Struture 	17/09/2012	Ing. F. Colla 	18/09/2012	E. Pagani 	21/09/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00
-----------	---------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00</p>	<p>Foglio 3 di 43</p>

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
1.1	Generalità	5
1.2	Normative di riferimento	5
1.3	Caratteristiche dei materiali	6
1.3.1	Calcestruzzi	6
1.3.2	Armature per c.a.	6
1.3.3	Acciaio per carpenteria metallica	6
1.4	Ipotesi di Calcolo	7
1.5	Coefficienti sismici	7
2	IMPALCATO	8
2.1	Analisi dei Carichi	8
2.1.1	Prima fase (p.p. soletta + p.p. trave)	8
2.1.2	Seconda fase (permanente portato)	8
2.1.3	Terza fase (Accidentali)	8
2.1.4	Ritiro (ϵ_2)	9
2.2	Tabella riepilogativa delle sollecitazioni	10
2.3	Verifiche di resistenza delle sezioni composte	10
2.3.1	Caratteristiche geometrico-meccaniche	10
2.3.2	Larghezza collaborante	11
2.3.3	Verifica sezione 0 (Appoggio $x = 0,00$ m)	12
2.3.4	Verifica - sezione n. 1 ($x=7,75$ m)	12
2.3.5	Verifica - sezione n. 2 ($x=16,25$ m)	13
2.3.6	Verifica - sezione n. 3 (mezzeria $x=20,75$ m)	14
2.4	Verifiche di stabilità	15
2.4.1	Irrigidimento trasversale principale	15
2.4.2	Irrigidimento trasversale secondario	15
2.4.3	Irrigidimento longitudinale	15
2.4.4	Verifica all'imbozzamento dell'anima	16
2.5	Collegamenti bullonati	18
2.5.1	Concio 2 – concio 3	18
2.5.2	Verifica bulloni	18
2.5.3	Verifica al rifollamento	19
2.5.4	Verifica coprigiunti	20
2.5.5	Verifica ad attrito	21
2.6	Dispositivi di collegamento trave-soletta	22
2.6.1	Resistenza ammissibile pioli	22
2.6.2	Sforzi di scorrimento unitari - sezione 1	23
2.6.3	Sforzi di scorrimento unitari - sezione 2	23
2.6.4	Sforzi di scorrimento unitari - sezione 3	24
2.7	Diaframmi di campata	24
2.7.1	Sforzi agenti nelle aste	24
2.7.2	Dimensionamento diagonali	24
2.7.3	Collegamento bullonato diagonale	24
2.7.4	Dimensionamento corrente inferiore	25
2.7.5	Collegamento bullonato corrente inferiore	25
2.8	Deformazioni elastiche in Mezzeria	26
2.9	Soletta impalcato	28
2.9.1	Coppella prefabbricata - campata	28
2.9.2	Coppella prefabbricata – di sbalzo	29
2.9.3	Soletta impalcato	30
2.9.4	Verifiche	31
3	APPENDICE	34

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00

Foglio
4 di 43

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00
	Foglio 5 di 43

1 INTRODUZIONE

1.1 Generalità

La presente relazione si riferisce al calcolo strutturale dell'impalcato del ponte sul torrente Verde, nell'ambito degli interventi del Progetto Esecutivo relativi alla nuova viabilità da realizzare a Pontedecimo, in sponda destra del torrente Verde e al collegamento della viabilità urbana con un nuovo ponte alla S.P. n.6 che corre in sinistra idraulica.

Tale intervento è inserito nell'ambito delle attività collaterali previste per la cantierizzazione della tratta Alta Velocità Milano – Genova, III Valico.

L'impalcato sarà realizzato in struttura mista acciaio-calcestruzzo con tre travi saldate a doppio T in acciaio ad altezza costante di 2.20 m., di luce tra gli appoggi pari a 41.50 m. La soletta sarà realizzata in calcestruzzo armato per una larghezza complessiva di 9.50 m, e resa collaborante con le sottostanti travi in acciaio tramite connessione con pioli tipo "Nelson". Il getto integrativo sarà eseguito su cospalle prefabbricate per uno spessore medio di 35 cm tra le travi e variabile fino ad un minimo di 30 cm sugli sbalzi trasversali. L'impalcato è completato da traversi reticolari in acciaio formati da profilati ad "L" accoppiati, disposti in corrispondenza degli appoggi ed in campata. I traversi di campata sono indipendenti dalla soletta mentre quello in corrispondenza appoggi ha il corrente superiore realizzato con un profilato piolato alla soletta. Sono previste anche crociere orizzontali di falda che irrigidiscono, anche in fase di montaggio, la struttura.

Le spalle sono previste in cemento armato del tipo a traverso fondato su micropali Ø220÷240 disposti su tre file.

Gli appoggi sono del tipo in acciaio-teflon, fissi, multidirezionali e unilaterali, secondo una disposizione tale da trasmettere le sollecitazioni longitudinali ad una delle estremità, e tale da suddividere uniformemente le sollecitazioni trasversali ad entrambe le spalle.

Per ulteriori caratteristiche, dimensioni e particolari si fa riferimento agli elaborati grafici.

1.2 Normative di riferimento

- | | | | |
|----|----------------------------------|---------------------|--|
| a) | D.M. LL.PP.
+istruz. relative | 16.01.1996 | Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi». |
| b) | Circ.Min.LL.PP. | 04.07.1996, n.156AA | Istruzioni relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16/01/96. |
| c) | Legge | 05.11.1971, n.1086 | Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. |
| d) | D.M. LL.PP. | 09.01.1996 | Norme tecniche per l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche. |
| e) | D.M. LL.PP. | 04.05.1990 | Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali. |
| f) | D.M.LL.PP. | 11.03.1988 | Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. |

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00

Foglio
6 di 43

g)	D.M.LL.PP.	16.01.1996	Norme Tecniche per le costruzioni in Zone Sismiche.
h)	Circ.Min.LL.PP.	10.04.1997, n.65 AAGG	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
i)	Circ.Min.LL.PP.	15.10.1996, n.252 AAGG	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
j)	Circ.Min.LL.PP.	25.02.1991, n.34233	Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali.
k)	D.M.LL.PP.	03.12.1987	Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
l)	Circ.Min.LL.PP.	16.03.1989	Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
m)	Norme CNR	10024/86	Analisi strutturale mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
n)	Ordinanza P.C.M.	20.03.2003	"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

1.3 Caratteristiche dei materiali

1.3.1 Calcestruzzi

Impalcato – soletta

Classe di Resistenza	: C32/40 (ex $R_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$)
tensioni normali ammissibili:	$\sigma_{f,amm} = 122,5 \text{ kg/cm}^2$
tensioni tangenziali ammissibili:	$\tau_{co} = 7,33 \text{ kg/cm}^2$
Classe di Esposizione	: XF1
Copriferro	: $c = 40 \text{ mm}$
Classe di consistenza slump	: S 4 ÷ 5
Diametro max aggregato	: 32 mm
Classe contenuto cloruri	: Cl 0,2

1.3.2 Armature per c.a.

Acciaio per armature lente B450C

1.3.3 Acciaio per carpenteria metallica

Acciaio per struttura impalcato

Acciaio secondo norma UNI EN 1002		
sp. $\leq 20 \text{ mm}$	S355 J0	(ex Fe510C UNI7070/82)
20 < sp. $\leq 40 \text{ mm}$	S355 J2G3	(ex Fe510D UNI7070/82)
sp. > 40 mm	S355 K2G3	(ex Fe510DD UNI7070/82)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00
	Foglio 7 di 43

1.4 Ipotesi di Calcolo

Le azioni sulle strutture sono dovute essenzialmente ai carichi permanenti della struttura, ai carichi accidentali trasmessi sull'impalcato e al sisma.

Il calcolo viene condotto con i metodi della Scienza delle Costruzioni, basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali, con l'ausilio di una semplice procedura di calcolo su foglio elettronico. Le verifiche di resistenza sono state effettuate con il metodo delle tensioni ammissibili.

Le unità di misura sono essenzialmente la tonnellata [t] ed il metro [m], tranne che per le verifiche delle sezioni in c.a. ove si adotta il [Kg] ed il [cm].

1.5 Coefficienti sismici

Nell'analisi in condizioni sismiche viene recepita la normativa attuale per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale, mantenendo le modalità di verifica secondo la normativa ancora vigente nel periodo di transizione.

Per quanto sopra nella classificazione del territorio la struttura ricade in zona 4, che possiamo assimilare ad una zona a bassa sismicità. La classificazione suddivide il territorio in quattro diverse zone sismiche, mentre la pregressa normativa faceva riferimento ad una suddivisione di zone sismiche e non sismiche, ponendo poi nelle zone dichiarate sismiche tre diversi gradi di sismicità.

A favore di sicurezza le verifiche di seguito riportate terranno conto di una condizione sismica con sismicità $S = 6$.

Per il calcolo sono stati assunti i seguenti coefficienti:

coeff. di protezione sismica	$I = 1.0$
coeff. di struttura per la spalla	$\beta = 1,2$
per gli apparecchi di appoggio	$\beta = 2,5$
coeff. di fondazione	$\varepsilon = 1$
coeff. di risposta	$R = 1$
coeff. di intensità sismica	$c = 0.04$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 8 di 43

2 IMPALCATO

2.1 Analisi dei Carichi

Si effettua il calcolo delle sollecitazioni cui è soggetta la trave di bordo, nella sezione di mezzeria, considerando la trave su due appoggi.

2.1.1 Prima fase (p.p. soletta + p.p. trave)

$$\text{p.p. soletta} \quad 9,50 \times 0,35 \times 2,5 = 8,313 \text{ t/m}$$

$$\text{p.p. trave} \quad 0,065 \times 7,85 \times 1,30 = 0,663 \text{ t/m}$$

Incremento del 30% per tenere conto di traversi, irrigidimenti d'anima, giunzioni e bullonerie.

$$\text{Carico su una trave:} \quad P_1 = 8,313 / 3 + 0,663 = 3,434 \text{ t/m}$$

2.1.2 Seconda fase (permanente portato)

$$\text{cordoli} \quad 2 \times 1,25 \times 0,30 \times 2,5 = 1,875 \text{ t/m}$$

$$\text{guardavia + barriera} \quad 0,300 \times 2 = 0,600 \text{ t/m}$$

$$\text{pavimentazione} \quad 7,00 \times 0,300 = 2,100 \text{ t/m}$$

$$\underline{4,575 \text{ t/m}}$$

$$\text{Carico su una trave:} \quad P_2 = 4,575 / 3 = 1,525 \text{ t/m}$$

2.1.3 Terza fase (Accidentali)

$$\text{luce di calcolo} \quad L_c = 41.5.00 \text{ m}$$

$$\text{incremento dinamico} \quad \varphi = 1.4 - (L_c - 10) / 150 = 1.19$$

Si individuano i carichi sulla trave di bordo secondo la ripartizione di Courbon

$$\text{Coefficienti di Courbon} \quad R = 1 / n + e / w \quad \text{dove } n = 3 \text{ travi}$$

per Q_1 ($e_1 = 1.75\text{m}$)	per Q_2 ($e_2 = -1.75 \text{ m}$)	per Q_F ($e_2 = 4,00\text{m}$)
$R_1 = 0.602$	$R_1 = 0.064$	$R_1 = 0.948$
$R_2 = 0.333$	$R_2 = 0.333$	$R_2 = 0.333$
$R_3 = 0.064$	$R_3 = 0.602$	$R_3 = -0.282$

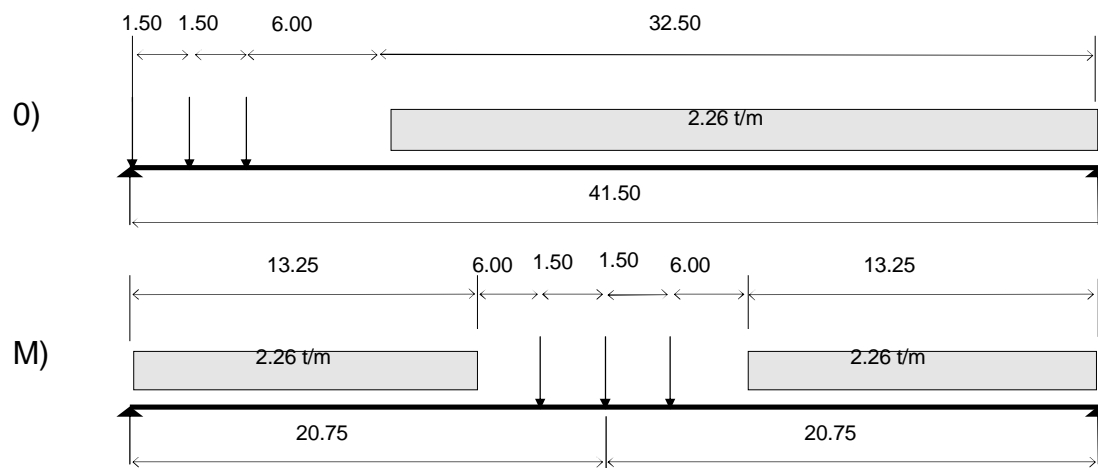
Carichi sulla trave di bordo:

$$Q_{1a} = \text{asse da } 20 \text{ t} = 20 \times (0.602 + 0.5 \times 0.064) \times 1.19 = 15.09 \text{ t}$$

$$Q_{1b} = 3.0 \text{ t/m} = 3.0 \times (0.602 + 0.5 \times 0.064) \times 1.19 = 2.26 \text{ t/m}$$

$$Q_{1f} = \text{folla} = 0.400 \times 0.948 \times 1.19 = 0.451 \text{ t/m}$$

Stese di carico :



2.1.4 Ritiro (ϵ_2)

Per il ritiro vengono considerati due contributi, il primo globale relativo alla distorsione diffusa provocata dal ritiro in soletta ed il secondo di tipo locale, derivante dalla congruenza delle deformazioni acciaio-soletta.

Nel seguito si riporta, il valore della deformazione indotta da ritiro, il gradiente termico la forza equivalente per il campo di tensioni locale per azioni di lunga e breve durata, per una trave.

In base al D.M. 09/01/1996 " Norme tecniche per il calcolo delle strutture in cemento armato"

Tenendo conto che la soletta viene gettata su lastre predalle il valore della deformazione ϵ_r è determinato come segue :

$$A_c = 320 \times 35 = 11200 \text{ cm}^2 \quad \text{area calcestruzzo}$$

$$u = 320 + 35 = 355 \text{ cm} \quad \text{perimetro calc. a contatto atmosfera}$$

$$\alpha = 2 \times A_c / u = 63$$

$$\epsilon_r = 0,20 \times 10^{-3} \quad \text{deformazione da ritiro}$$

$$\alpha_t = 1 \times 10^{-5} \quad \text{coeff. dilatazione termica}$$

$$h = 220 \text{ cm} \quad \text{altezza sezione}$$

$$\Delta t / h = \epsilon_r / (\alpha_t \times h) = 0,0909 \text{ } ^\circ\text{C/cm}$$

$$E_a = 2060000 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{modulo elastico acciaio}$$

$$E_c = 360000 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{modulo elastico calcestruzzo}$$

$$n_0 = 6,23 \quad \text{carichi di breve durata}$$

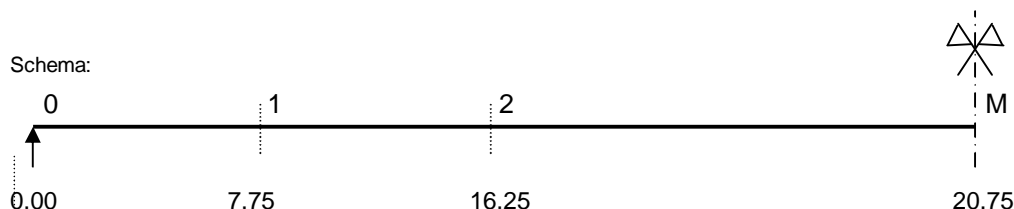
$$n_{in} = 18,63 \quad \text{carichi di lunga durata}$$

$$N_{rit0} = A_c \times \epsilon_r \times E_a / n_0 = 741 \text{ t} \quad \text{forza equivalente per azioni di breve durata}$$

$$N_{ritin} = A_c \times \epsilon_r \times E_a / n_{in} = 248 \text{ t} \quad \text{forza equivalente per azioni di lunga durata}$$

2.2 Tabella riepilogativa delle sollecitazioni

Il valore del momento e del taglio nelle varie sezioni della trave semplicemente appoggiata è stato calcolato mediante una semplice procedura in Basic, di cui si riportano i risultati nella seguente tabella, suddividendoli a seconda delle fasi cui si riferiscono.



SEZIONE	a x	SOLL	FASE 1	FASE 2	ACC + folla
0	0.00	M	-	-	-
		T	63,08	32,37	83,39
1	7,75	M	367,08	188,37	434,21
		T	41,80	21,45	48,60
2	16,25	M	585,20	300,30	668,28
		T	20,52	10,53	27,69
M	20,75	M	654,46	335,84	742,52
		T	-	-	7,54

N.B. le unità di grandezza nella tabella sono la tonnellata e il metro.

2.3 Verifiche di resistenza delle sezioni composte

2.3.1 Caratteristiche geometrico-meccaniche

Il calcolo è stato condotto:

fase 1 : per la sola trave in acciaio,

fase 2 : sezione composta omogeneizzata,

fase 3 : sezione composta omogeneizzata più accidentali.

Sezione n. 0 e n. 1 – Appoggio e X=7,75 m

Sezione mista acciaio - calcestruzzo:

Altezza trave acciaio	=	220,00	cm
Larghezza piattabanda superiore	=	85,00	cm
Larghezza piattabanda inferiore	=	110,00	cm
Spessore anima	=	12,00	mm
Spessore piattabanda superiore	=	20,00	mm
Spessore piattabanda inferiore	=	20,00	mm
Spessore soletta	=	30,00	cm
Larghezza soletta collaborante	=	316,00	cm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00		Foglio 11 di 43

Coeff. omogen. Ea/Ec fase II = 6,23
fase III = 18,69

FASI		I	II	III
A	[cm ²]	649,20	2170,87	1156,42
H _{tot}	[cm]	220,00	250,00	250,00
Y _s	[cm]	118,39	54,89	89,89
Y _i	[cm]	101,61	195,11	160,11
J	[cm ⁴]	5595737	13807230	10700646
W _{cs}	[cm ³]	-	1567064,0	2224983,8
W _{ci}	[cm ³]	-	3455710,8	3339591,8
W _{as}	[cm ³]	47263,3	554688,7	178683,3
W _{ai}	[cm ³]	55073,4	70767,1	66831,5

Sezione n. 2 e n. 3 – X=16,25 m e Mezzeria

Sezione mista acciaio - calcestruzzo:

Altezza trave acciaio	=	220,00 cm
Larghezza piattabanda superiore	=	85,00 cm
Larghezza piattabanda inferiore	=	110,00 cm
Spessore anima	=	12,00 mm
Spessore piattabanda superiore	=	20,00 mm
Spessore piattabanda inferiore	=	30,00 mm
Spessore soletta	=	30,00 cm
Larghezza soletta collaborante	=	316,00 cm

Coeff. omogen. Ea/Ec fase II = 6,23
fase III = 18,69

FASI		I	II	III
A	[cm ²]	758,00	2279,67	1265,22
H _{tot}	[cm]	220,00	250,00	250,00
Y _s	[cm]	132,62	64,08	103,44
Y _i	[cm]	87,38	185,92	146,56
J	[cm ⁴]	6510975	17650855	13171057
W _{cs}	[cm ³]	-	1715940,0	2379811,4
W _{ci}	[cm ³]	-	3226259,4	3351960,0
W _{as}	[cm ³]	49095,0	517858,7	179345,1
W _{ai}	[cm ³]	74513,4	94940,1	89867,9

2.3.2 Larghezza collaborante

Si calcola a favore di sicurezza la larghezza collaborante della trave intermedia, più gravosa di quella laterale, per poi utilizzarla nelle verifiche di quest'ultima.

La larghezza collaborante della soletta è stata calcolata secondo le Norme Tecniche CNR 10016-85, secondo le quali è data da:

$$B = b_c + b_{ef1} + b_{ef2}$$

dove $b_c = 45 \text{ cm}$ ingombro trasversale delle piolature

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 12 di 43

$$b_{ef1} = b_{ef2} = \eta b_1$$

$$b_1 = 3,25 / 2 - b_c / 2 = 1,40 \text{ m}$$

$$b_1 / l = 1,40 / 41.50 = 0,034$$

dalle norme CNR 10016-85 si ricava: $\eta = 0,97$ (prospetto 3.2.1)

$$B = 0,45 + 2 \times 0,97 \times 1,40 = 3,16 \text{ m}$$

2.3.3 Verifica sezione 0 (Appoggio x = 0,00 m)

FASE I - permanenti

$$\begin{aligned} \sigma_s &= 0 / 47263 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 0 / 55073 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau &= 63080 / (1,2 \times 220) = 239 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

FASE II - permanente portato

t = 0

$$\begin{aligned} \sigma_{ss} &= 0 / 1567064 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_s &= 0 / 554689 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 0 / 70767 = 0 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

t =

infinito

$$\begin{aligned} \sigma_{ss} &= 0 / 2224984 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_s &= 0 / 178683 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 0 / 66831 = 0 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau = 32370 / (1,2 \times 220) = 123 \text{ kg/cm}^2$$

FASE III - accidentali

$$\begin{aligned} \sigma_{ss} &= 0 / 1567064 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_s &= 0 / 554689 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 0 / 70767 = 0 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau = 83420 / (1,2 \times 220) = 316 \text{ kg/cm}^2$$

TENSIONI TOTALI

$$\begin{aligned} \sigma_{ss} &= - 0 + 0 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_s &= 0 + 0 + 0 = 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 0 + 0 + 0 = 0 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau = 239 + 123 + 316 = 678 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = 0^2 + 3 \times 678^2 = 1174 \text{ kg/cm}^2$$

2.3.4 Verifica - sezione n. 1 (x=7,75 m)

FASE I - permanenti

$$\begin{aligned} \sigma_s &= 36.708.000 / 47263 = 777 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 36.708.000 / 55073 = 667 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau &= 41800 / (1,2 \times 220) = 158 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

FASE II - permanente portato

t = 0

$$\begin{aligned} \sigma_{ss} &= 18.837.000 / 1567064 = 12 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_s &= 18.837.000 / 554689 = 34 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00

Foglio
13 di 43

$$\sigma_i = 18.837.000 / 70767 = 266 \text{ kg/cm}^2$$

t =
infinito

$$\sigma_{ss} = 18.837.000 / 2224984 = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 18.837.000 / 178683 = 105 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 18.837.000 / 66831 = 282 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 21450 / (1,2 \times 220) = 81 \text{ kg/cm}^2$$

FASE III - accidentali

$$\sigma_{ss} = 43.437.000 / 1567064 = 28 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 43.437.000 / 554689 = 78 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 43.437.000 / 70767 = 614 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 48610 / (1,2 \times 220) = 184 \text{ kg/cm}^2$$

TENSIONI TOTALI

$$\sigma_{ss} = - 12 + 28 = 40 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 777 + 105 + 78 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 667 + 282 + 614 = 1562 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 158 + 81 + 184 = 424 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = 1562 \cdot 2 + 3 \times 424 \cdot 2 = 1726 \text{ kg/cm}^2$$

2.3.5 Verifica - sezione n. 2 (x=16,25 m)

-

FASE I permanenti

$$\sigma_s = 58.520.000 / 49095 = 1192 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 58.520.000 / 74513 = 785 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 20520 / (1,2 \times 220) = 78 \text{ kg/cm}^2$$

FASE II - permanente portato
t = 0

$$\sigma_{ss} = 30.030.000 / 1715940 = 18 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 30.030.000 / 517859 = 58 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 30.030.000 / 94940 = 316 \text{ kg/cm}^2$$

t =
infinito

$$\sigma_{ss} = 30.030.000 / 2379811 = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 30.030.000 / 179345 = 167 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 30.030.000 / 89868 = 334 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 10530 / (1,2 \times 220) = 40 \text{ kg/cm}^2$$

FASE III - accidentali

$$\sigma_{ss} = 66.854.000 / 1715940 = 39 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 66.854.000 / 517859 = 129 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 66.854.000 / 94940 = 704 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 27700 / (1,2 \times 220) = 105 \text{ kg/cm}^2$$

TENSIONI TOTALI

$$sss = - 18 + 39 = 56 \text{ kg/cm}^2$$

$$ss = 1192 + 167 + 129 = 1489 \text{ kg/cm}^2$$

$$si = 785 + 334 + 704 = 1824 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 78 + 40 + 105 = 223 \text{ kg/cm}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00		Foglio 14 di 43

$$\sigma_{id} = 1824 \cdot 2 + 3 \cdot 223 \cdot 2 = 1864 \text{ kg/cm}^2$$

2.3.6 Verifica - sezione n. 3 (mezzeria x=20,75 m)

FASE I permanenti

$$\sigma_s = 65.446.000 / 49095 = 1333 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 65.446.000 / 74513 = 878 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 0 / (1,2 \cdot 220) = 0 \text{ kg/cm}^2$$

FASE II - permanente portato

t = 0

$$\sigma_{ss} = 33.584.000 / 1715940 = 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 33.584.000 / 517859 = 65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 33.584.000 / 94940 = 354 \text{ kg/cm}^2$$

t =

infinito

$$\sigma_{ss} = 33.584.000 / 2379811 = 14 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 33.584.000 / 179345 = 187 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 33.584.000 / 89868 = 374 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 0 / (1,2 \cdot 220) = 0 \text{ kg/cm}^2$$

FASE III - accidentali

$$\sigma_{ss} = 74.281.000 / 1715940 = 43 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 74.281.000 / 517859 = 143 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 74.281.000 / 94940 = 782 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 7550 / (1,2 \cdot 220) = 29 \text{ kg/cm}^2$$

TENSIONI TOTALI

$$\sigma_{ss} = - + 20 + 43 = 63 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 1333 + 187 + 143 = 1664 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = 878 + 374 + 782 = 2034 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 0 + 0 + 29 = 29 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = 2034 \cdot 2 + 3 \cdot 29 \cdot 2 = 2035 \text{ kg/cm}^2$$

Incremento di tensioni dovute al ritiro:

t = 0

$$d = 64,08 + 30/2 = 49,08$$

$$Mr = 740700 \cdot 49,08 = 36368280 \text{ Kgcm}$$

$$\sigma_s = -740700/2279 - 36368280/517858 = -395 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = -740700/2279 + 36368280/94940 = 58 \text{ kg/cm}^2$$

t = infinito

$$d = 103,44 + 30/2 = 88,44$$

$$Mr = 247700 \cdot 88,44 = 21906588 \text{ Kgcm}$$

$$\sigma_s = -247700/1265 - 21906588/179345 = -318 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = -247700/1265 + 21906588/89868 = 48 \text{ kg/cm}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00
	Foglio 15 di 43

Tensioni totali in mezzeria (fase I+II+III+ritiro)

$$\begin{aligned} \sigma_s &= 1333 + 187 + 143 - 318 = 1346 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_i &= 878 + 374 + 782 + 48 = 2082 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

2.4 Verifiche di stabilità

2.4.1 Irrigidimento trasversale principale

$h = 2160 \text{ mm}$

A. Grado di snellezza

irrigidimento longitudinale	b	340	mm					[secondo quaderno italsider]
	s	12	mm					
eventuale naso	h	0	mm	h^*	0	mm		
	s	0	mm					
area anima di competenza	B	0	mm					l'area di competenza sull'anima si considera nulla
	s	12	mm					
Area	A =	4080	+	0	=	40,8	cm^2	
Momento d'inerzia	I =	3930	+	0	+	0	=	3930 cm^4
raggio d'inerzia	i =	9,8	cm					
lunghezza libera d'inflessione	$L_{oy} =$	311,5	cm					
snellezza	l =	31,7		<	60			

B. Rigidezza a flessione

$$I = 3930 \text{ cm}^4 > 1506 \text{ cm}^4 = I_{\min}$$

2.4.2 Irrigidimento trasversale secondario

$h = 830 \text{ mm}$

A. Grado di snellezza

irrigidimento longitudinale	b	200	mm					[secondo quaderno italsider]
	s	10	mm					
eventuale naso	h	0	mm	h^*	0	mm		
	s	0	mm					
area anima di competenza	B	0	mm					l'area di competenza sull'anima si considera nulla
	s	10	mm					
Area	A =	2000	+	0	=	20,0	cm^2	
Momento d'inerzia	I =	667	+	0	+	0	=	667 cm^4
raggio d'inerzia	i =	5,8	cm					
lunghezza libera d'inflessione	$L_{oy} =$	156	cm					
snellezza	l =	27,0		<	60			

B. Rigidezza a flessione

$$I = 667 \text{ cm}^4 > 95 \text{ cm}^4 = I_{\min}$$

2.4.3 Irrigidimento longitudinale

A. Grado di snellezza

irrigidimento longitudinale	b	200	mm					[secondo quaderno italsider]
	s	12	mm					
eventuale naso	h	0	mm	h^*	0	mm		
	s	0	mm					
area anima di competenza	B	132	mm					
	s	12	mm					
Area	A =	2400	+	1584	=	39,8	cm^2	
Momento d'inerzia	I =	800	+	0	+	1782	=	2582 cm^4

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00		Foglio 16 di 43

raggio d'inerzia $i = 8,0$ cm
lunghezza libera d'inflessione $L_{oy} = 216$ cm
snellezza $l = 26,8 < 60$

B. Rigidezza a flessione
 $I = 2582 \text{ cm}^4 > 1497 \text{ cm}^4 = I_{min}$

2.4.4 Verifica all'imbozzamento dell'anima

Per ridurre le superfici dei pannelli dell'anima della trave, sottoposte a imbozzamento, si prevedono due irrigidimenti longitudinali, e irrigidimenti verticali. Si verifica l'imbozzamento dei pannelli in mezzeria e sull'appoggio.

PANNELLO N. 1
(PANNELLO SUPERIORE)

Sezione tipo 4 (mezzeria)

$l = 3125$ mm	$dA = 2,0$ cm	$\sigma A = 1622$ Kg/cm ²
$h = 2160$ mm	$dB = 83,0$ cm	$\sigma B = 23$ Kg/cm ²
$s = 12$ mm	$dC = 218,0$ cm	$\sigma C = -1974$ Kg/cm ²

$\sigma_1 = 1622$ Kg/cm²
 $\sigma_2 = 273$ Kg/cm²

$\tau = 28$ Kg/cm²
 $\alpha = l/h = 1,44 > 1$
 $y = \sigma_2 / \sigma_1 = 0,17$

tensione di riferimento $\sigma_{cr,o} = 18620 (s/h)^2 = 389,2$ Kg/cm²

coefficiente di imbozzamento
 $k_\sigma = 8,4 / (y + 1,1)$
 $k_\sigma = 6,62 \quad \alpha > 1$

$k_\tau = 5,34 + 4/a^2 = 7,26$ coefficiente per k_τ : 1,00

sforzo normale $N = 0$ Kg
 $\beta = 1,0 \quad \alpha < 1,5$

tensione di imbozzamento
 $\sigma_{cr} = k_\sigma \sigma_{cr,o} = 2577$ Kg/cm²
 $\tau_{cr} = k_\tau \sigma_{cr,o} = 2827$ Kg/cm²

tensione ideale di confronto $\sigma_{cr,id} = 2578$ Kg/cm²

$\frac{\sigma_{cr,id}}{(\sigma_1^2 + 3\tau^2)^{0,5}} = 1,589 > \text{vi } \beta = 1,5 \quad \beta = 1,20$

PANNELLO N. 1
(PANNELLO INFERIORE)

Sezione tipo 4 (mezzeria)

$l = 3125$ mm	$dA = 2,0$ cm	$\sigma A = 1622$ Kg/cm ²
$h = 2160$ mm	$dB = 83,0$ cm	$\sigma B = 23$ Kg/cm ²
$s = 12$ mm	$dC = 218,0$ cm	$\sigma C = -1974$ Kg/cm ²

$\sigma_1 = 1622$ Kg/cm²
 $\sigma_2 = 273$ Kg/cm²

$$\alpha = l/h = 1,44 > 1$$

$$y = \sigma_2 / \sigma_1 = -7,22$$

$$\tau = 28 \text{ Kg/cm}^2$$

tensione di riferimento $\sigma_{cr,0} = 18620 (s/h)^2 = 389,2 \text{ Kg/cm}^2$

coefficiente di imbozzamento $k_\sigma = 23,90$ $\alpha > 1$

$k_\tau = 5,34 + 4/a^2 = 7,26$ coefficiente per k_τ : 1,00

sforzo normale $N = 0 \text{ Kg}$
 $\beta = 0,8$ $\alpha < 1,5$

tensione di imbozzamento $\sigma_{cr} = k_{\sigma_{ocr,0}} = 9302 \text{ Kg/cm}^2$
 $\tau_{cr} = k_{\tau_{ocr,0}} = 2827 \text{ Kg/cm}^2$

tensione ideale di confronto $\sigma_{cr,id} = 9302 \text{ Kg/cm}^2$

$\frac{\sigma_{cr,id}}{(\sigma^2 + 3\tau^2)^{0,5}} = 4,710 > \text{vi } \beta = 1,5 \beta = 1,20$

PANNELLO N. 2
 (PANNELLO SUPERIORE)

Sezione tipo 4 (appoggio)

$l = 2568 \text{ mm}$ $dA = 2,0 \text{ cm}$ $\sigma A = 0 \text{ Kg/cm}^2$
 $h = 2160 \text{ mm}$ $dB = 83,0 \text{ cm}$ $\sigma B = 0 \text{ Kg/cm}^2$
 $s = 12 \text{ mm}$ $dC = 218,0 \text{ cm}$ $\sigma C = 0 \text{ Kg/cm}^2$

$\sigma_1 = 0 \text{ Kg/cm}^2$
 $\sigma_2 = 0 \text{ Kg/cm}^2$

$$\alpha = l/h = 1,19 > 1$$

$$y = \sigma_2 / \sigma_1 = 0$$

$$\tau = 678 \text{ Kg/cm}^2$$

tensione di riferimento $\sigma_{cr,0} = 18620 (s/h)^2 = 389,2 \text{ Kg/cm}^2$

coefficiente di imbozzamento $k_\sigma = 8,4 / (y + 1,1)$ $\alpha > 1$
 $k_\sigma = 7,64$

$k_\tau = 5,34 + 4/a^2 = 8,17$ coefficiente per k_τ : 1,00

sforzo normale $N = 0 \text{ Kg}$
 $\beta = 1,0$ $\alpha < 1,5$

tensione di imbozzamento $\sigma_{cr} = k_{\sigma_{ocr,0}} = 2972 \text{ Kg/cm}^2$
 $\tau_{cr} = k_{\tau_{ocr,0}} = 3180 \text{ Kg/cm}^2$

tensione ideale di confronto $\sigma_{cr,id} = 5505 \text{ Kg/cm}^2$

$$\frac{\sigma_{cr,id}}{(\sigma_1^2 + 3\tau^2)^{0,5}} = 4,691 > \text{vi } \beta = 1,5 \quad \beta = 1,20$$

PANNELLO N. 2
(PANNELLO INFERIORE)

Sezione tipo

4 (mezzeria)

l = 3125 mm	dA = 2,0	cm	$\sigma_A =$	0	Kg/cm ²
h = 2160 mm	dB = 83,0	cm	$\sigma_B =$	0	Kg/cm ²
s = 12 mm	dC = 218,0	cm	$\sigma_C =$	0	Kg/cm ²

$$\sigma_1 = 0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\alpha = l/h = 1,19 > 1$$

$$y = \sigma_2 / \sigma_1 = 0$$

$$\tau = 678 \text{ Kg/cm}^2$$

tensione di riferimento $\sigma_{cr,0} = 18620 (s/h)^2 = 389,2 \text{ Kg/cm}^2$

coefficiente di imbozzamento

$$k_\sigma = 8,4 / (y + 1,1)$$

$$k_\sigma = 7,64$$

 $\alpha > 1$

$$k_\tau = 5,34 + 4/a^2 = 8,17 \quad \text{coefficiente per } k_\tau: \quad 1,00$$

sforzo normale N = 0 Kg

$$\beta = 0,8 \quad \alpha < 1,5$$

tensione di imbozzamento

$$\sigma_{cr} = k_\sigma \sigma_{cr,0} = 2972 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{cr} = k_\tau \sigma_{cr,0} = 3180 \text{ Kg/cm}^2$$

tensione ideale di confronto

$$\sigma_{cr,id} = 9302 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{cr,id}}{(\sigma_1^2 + 3\tau^2)^{0,5}} = 4,691 > \text{vi } \beta = 1,5 \quad \beta = 1,20$$

2.5 Collegamenti bullonati

2.5.1 Concio 2 – concio 3

Dati:

Momento	M =	1554,0 tm
Taglio	T =	57,4 t
Inerzia trave	I =	6576386 cm ⁴ (valore ricavato dalla fase I, file acciaio")

2.5.2 Verifica bulloni

2.5.2.1 Unione dell'anima

altezza anima	$h_a =$	2160	mm	$\sigma_a = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
spessore anima	$t_a =$	12	mm	
Inerzia anima	$I_a =$	1007770	cm ⁴	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00 Foglio 19 di 43

Momento incassato dall'anima	$M_a =$	238,1	tm	
Taglio incassato dall'anima	$T_a =$	58,8	t	
Diametro bulloni M24	$A =$	3,53	cm ²	classe bullone 10.9
Bulloni (fila verticale)	$n_1 =$	16		
(fila orizzontale)	$n_2 =$	3		
Distanza max fra i bulloni	$d_{max} =$	1890	mm	
Coefficiente di ripartizione	$\phi =$	0,110		
	$V_b =$	1,2	t	
	$H_b =$	13,9	t	
	$R_b =$	14,0	t	
	$\tau_b =$	1976	Kg/cm ²	< 3300 Kg/cm ²

Per l'unione dell'anima si usano dunque 2 x 48 bulloni M24 Classe.10.9

2.5.2.2 Unione delle ali

larghezza ala superiore	$b_s =$	850	mm	
spessore ala superiore	$t_s =$	20	mm	$\sigma_s = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
larghezza ala inferiore	$b_i =$	1100	mm	
spessore ala inferiore	$t_i =$	30	mm	$\sigma_i = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Momento incassato dalle ali	$M_p =$	1315,9	tm
	$N_p =$	602,2	t

Diametro bulloni M24	$A =$	3,53	cm ²	classe bullone 10.9
Bulloni (fila trasversale)	$n_1 =$	8		
(fila lungo l'asse)	$n_2 =$	9		
	$\tau_b =$	1185Kg/cm ²		< 3300 Kg/cm ²

Per l'unione delle ali si usano dunque almeno 2 x 72 bulloni M24 Classe 10.9

2.5.3 Verifica al rifollamento

2.5.3.1 Collegamento piattabanda superiore

spessore coprigiunti	$t_c =$	18	mm	$\sigma_{amm} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
spessore minimo	$t_a =$	20	mm	
	$a =$	60	mm	$\alpha = 2,50$
	$\sigma_{rif} =$	1162	Kg/cm ²	< 5000 Kg/cm ² ($\alpha \sigma_{amm}$)

2.5.3.2 Collegamento piattabanda inferiore

spessore coprigiunti	$t_c =$	18	mm	$\sigma_{amm} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
spessore minimo	$t_a =$	20	mm	
	$a =$	60	mm	$\alpha = 2,50$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00		Foglio 20 di 43

$$\sigma_{rif} = 1162 \quad \text{Kg/cm}^2 < 6000 \text{ Kg/cm}^2 (\alpha \sigma_{amm})$$

2.5.3.3 Collegamento anima

spessore coprigiunti	$t_c =$	12	mm	$\sigma_{amm} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
spessore minimo	$t_a =$	15	mm	
	$a =$	60	mm	$\alpha = 2,50$
	$\sigma_{rif} =$	4844	Kg/cm^2	$< 6000 \text{ Kg/cm}^2 (\alpha \sigma_{amm})$

2.5.4 Verifica coprigiunti

2.5.4.1 Coprigiunto piattabanda superiore

sezione piattabanda	20	x	850	$\sigma_s = 1481$	Kg/cm^2
piatto aggiuntivo		x		$\sigma_s = 1481$	Kg/cm^2

Azione normale massima sopportabile dall'ala: $F_{na} = 252 \text{ t}$

larghezza coprigiunto esterno	$b_{c1} =$	800	mm
larghezza coprigiunto interno	$b_{c2} =$	346	mm

sezione piastre coprigiunto	18	x	800	$\sigma_1 = 2400$	Kg/cm^2
2 x	18	x	346	$\sigma_2 = 2400$	Kg/cm^2

Numero bulloni in fila nella sezione: 6 gioco foro-bullone 2 mm

Azione normale massima sopportabile dalle piastre: $F_{np} = 512 \text{ t} > 252 \text{ t}$

2.5.4.2 Coprigiunto piattabanda inferiore

sezione piattabanda	20	x	1100	$\sigma_s = 1814$	Kg/cm^2
piatto aggiuntivo	10	x	1050	$\sigma_s = 1814$	Kg/cm^2

Azione normale massima sopportabile dall'ala: $F_{na} = 590 \text{ t}$

larghezza coprigiunto esterno	$b_{c1} =$	1050	mm
larghezza coprigiunto interno	$b_{c2} =$	471	mm

sezione piastre coprigiunto	18	x	1050	$\sigma_1 = 2400$	Kg/cm^2
2 x	18	x	471	$\sigma_2 = 2400$	Kg/cm^2

Numero bulloni in fila nella sezione: 8 gioco foro-bullone 2 mm

Azione normale massima sopportabile dalle piastre: $F_{np} = 681 \text{ t} > 590 \text{ t}$

2.5.4.3 Coprigiunto anima

sezione anima	12	x	2160	$\sigma_s = 1814 \text{ Kg/cm}^2$
---------------	----	---	------	-----------------------------------

Azione tagliante massima sopportabile dall'anima: $F_{na} = 272 \text{ t}$

altezza coprigiunto	$h_c =$	2010 mm
---------------------	---------	---------

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 21 di 43

sezione piastre coprigiunto 2 x 10 x 2010 $\sigma = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Numero bulloni in fila nella sezione: 16 gioco foro-bullone 2 mm

Azione tagliante max sopportabile dalle piastre: $F_{np} = 530 \text{ t} > 272 \text{ t}$

2.5.5 Verifica ad attrito

Lo sforzo trasmissibile per attrito da ciascun bullone, per una superficie di contatto, è pari a:

$$V_{fo} = \mu N_s / \gamma_f \quad \text{dove:} \quad \gamma_f = 1,25$$

$\mu = 0,30$ per giunzioni eseguite in opera

$N_s = 0,8 f_{kn} A_{res}$ forza di trazione nel gambo

2.5.5.1 Coprigiunto piattabanda superiore

$$A_{res} = 3,53 \text{ cm}^2 \quad (d = 24 \text{ mm})$$

$$f_{kn} = 7000 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{classe } 10.9)$$

$$N_s = 19,77 \text{ t}$$

$$V_{fo} = 4,74 \text{ t}$$

sezione piattabanda 20 x 850 $\sigma_s = 1481 \text{ Kg/cm}^2$

Azione normale massima sopportabile dall'ala: $F_{na} = 251,74 \text{ t}$

numero di superfici di contatto: 2

Numero minimo di bulloni necessari: $n = 27$ ne uso 48

2.5.5.2 Coprigiunto piattabanda inferiore

$$A_{res} = 3,53 \text{ cm}^2 \quad (d = 24 \text{ mm})$$

$$f_{kn} = 7000 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{classe } 10.9)$$

$$N_s = 19,77 \text{ t}$$

$$V_{fo} = 4,74 \text{ t}$$

sezione piattabanda 20 x 1100 $\sigma_s = 1814 \text{ Kg/cm}^2$

Azione normale massima sopportabile dall'ala: $F_{na} = 590 \text{ t}$

numero di superfici di contatto: 2

Numero minimo di bulloni necessari: $n = 63$ ne uso 72

2.5.5.3 Coprigiunto anima

$$A_{res} = 3,53 \text{ cm}^2 \quad (d = 24 \text{ mm})$$

$$f_{kn} = 7000 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{classe } 10.9)$$

$$N_s = 19,77 \text{ t}$$

$$V_{fo} = 4,74 \text{ t}$$

sezione piattabanda 12 x 2160 $\sigma_s = 1814 \text{ Kg/cm}^2$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 22 di 43

Azione normale massima sopportabile dall'ala: $F_{na} = 272 \text{ t}$

numero di superfici di contatto: 2

Numero minimo di bulloni necessari: $n = 29$ ne uso 48

2.5.5.4 Interassi e distanza dai margini

Tavoletta superiore e inferiore

Interasse fori: $3 d$ < p < $15 t_{min}$
 72 < p < 300 si assume $p = 90 \text{ mm}$

Distanza fori dal bordo libero in direzione della forza:
 $2 d$ < a < $6 t_{min}$
 48 < a < 120 si assume $a = 60 \text{ mm}$

Distanza fori dal bordo libero in direzione perpendicolare alla forza:
 $1,5 d$ < a < $6 t_{min}$
 36 < a < 120 si assume $a = 60 \text{ mm}$

Anima

Interasse fori: $3 d$ < p < $15 t_{min}$
 72 < p < 180 si assume $p = 120 \text{ mm}$

Distanza fori dal bordo libero in direzione della forza:
 $2 d$ < a < $6 t_{min}$
 48 < a < 72 si assume $a = 60 \text{ mm}$

Distanza fori dal bordo libero in direzione perpendicolare alla forza:
 $1,5 d$ < a < $6 t_{min}$
 36 < a < 72 si assume $a = 50 \text{ mm}$

2.6 Dispositivi di collegamento trave-soletta

pioli tipo Nelson $\Phi 22$ $l = 20 \text{ cm}$ $L = 41,50 \text{ m}$
 interasse travi $i = 3,25 \text{ m}$

2.6.1 Resistenza ammissibile pioli

$$P_{dc} = d_p h_p (3,2 + 0,11 f_{ck}) / \gamma_s$$

$$d_p = 2,2 \text{ cm}$$

$$h_p = 4 d_p = 8,8 \text{ cm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2 \quad \text{resistenza caratteristica del cls}$$

$$\gamma_s = 1,4$$

$$P_{da} = 0,7 \pi d_p^2 f_{yk} / (40 \gamma_a)$$

$$f_{yk} = 275 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{tensione di snervamento}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 23 di 43

$$\gamma_a = 1,0$$

La resistenza Pd del piolo è pari al valore minimo tra:

$$P_{dc} = 9749 \text{ Kg}$$

$$P_{da} = 7318 \text{ Kg}$$

$$P_d = 7318 \text{ Kg}$$

La resistenza a taglio ammissibile del piolo (in presenza di effetti dinamici):

$$T_{d \text{ amm}} = 0,8 P_d / 1,5 = 3903 \text{ Kg}$$

Larghezza collaborante

$$B = bc + 2 b_{ef}$$

$$bc = 45 \text{ cm}$$

$$b = (i - bc) / 2 = 1,40 \text{ m}$$

$$\eta = 0,97$$

$$b_{ef} = \eta b = 1,358 \text{ m}$$

$$B = 317 \text{ cm}$$

$$[b / L = 0,03 \quad \text{CNR 10016/85 prospetto 3.2.1.}]$$

2.6.2 Sforzi di scorrimento unitari - sezione 1

dove $q_i = [T_i(II) + T_i(III)] \times S / J$ per $n = 6,29$

$$S = B h_s y / 6,23$$

$$y = y_s - h_s / 2 = 39,9 \text{ cm}$$

$$S = 60817 \text{ cm}^3$$

$$J = 13807230 \text{ cm}^4$$

$$T(II) = 32,27$$

$$T(III) = 83,42$$

sez. 1	$q = 51,00 \text{ t}$		
numero pioli strettamente necessari			
n. pioli in 1 m di trave	5	interasse pioli = 20,0	cm in senso long.
n. pioli trasversalmente	4	interasse pioli = 15,0	cm in senso trasv.

$$T = q / (n_1 n_2) = 2550 < T_{d \text{ amm}} = 3903 \text{ Kg}$$

Si avranno dunque per la sezione 1 $4\Phi 22/20,0$

2.6.3 Sforzi di scorrimento unitari - sezione 2

dove $q_i = [T_i(II) + T_i(III)] \times S / J$ per $n = 6,29$

$$S = B h_s y / 6,23$$

$$y = y_s - h_s / 2 = 39,9 \text{ cm}$$

$$S = 60817 \text{ cm}^3$$

$$J = 13807230 \text{ cm}^4$$

$$T(II) = 21,45$$

$$T(III) = 48,61$$

sez. 2	$q = 30,86 \text{ t}$
--------	-----------------------

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 24 di 43

numero pioli strettamente necessari
 n. pioli in 1 m di trave 5 interasse pioli =20,0 cm in senso long.
 n. pioli trasversalmente 2 interasse pioli =45,0 cm in senso trasv.

$$T = q / (n_1 n_2) = 3086 < T_{damm} = 3903 \text{ Kg}$$

Si avranno dunque per la sezione 2 2Φ22/20,0

2.6.4 Sforzi di scorrimento unitari - sezione 3

dove $q_i = [T_i(II) + T_i(III)] \times S / J$ per $n = 6,29$
 $S = B h s y / 6,23$
 $y = y_s - h s / 2 = 39,9 \text{ cm}$
 $S = 75200 \text{ cm}^3$
 $J = 17813137 \text{ cm}^4$
 $T(II) = 10,53$
 $T(III) = 27,70$

sez. 3 $q = 16,14 \text{ t}$
 numero pioli strettamente necessari
 n. pioli in 1 m di trave 5 interasse pioli =20,0 cm in senso long.
 n. pioli trasversalmente 2 interasse pioli =45,0 cm in senso trasv.

$$T = q / (n_1 n_2) = 3228 < T_{damm} = 3903 \text{ Kg}$$

Si avranno dunque per la sezione 2 2Φ22/40,0

2.7 Diaframmi di campata

passo diaframmi: 6250 mm

2.7.1 Sforzi agenti nelle aste

$$Q_v = 3 \times 20 \times 1,19 \times (1,75 - 0,5 \times 1,75) / 6,50 + 0,400 \times 1,20 \times 4,10 \times 6.25 / 6.50 = 11,50 \text{ t}$$

diagonali: $N_d = Q_v [(b/4)^2 + h^2]^{0.5} / h = 14,30 \text{ t}$

correnti: $N_c = Q_v b / (4 h) = 8,49 \text{ t}$

2.7.2 Dimensionamento diagonali

Si usano due profili L 150 x 14 accoppiati.

L = 2530 mm

$i_x = 4,58 \text{ cm}$ (del singolo profilo)

$A = 40,3 \text{ cm}^2$ (del singolo profilo)

$\lambda_{max} = L_{ox} / i_x = 55$ dalle norme CNR 10011-85 si ricava $\omega = 1,42$

$$\sigma = \omega N_d / A = 1,42 \times 11500 / (2 \times 40,3) = 203 < 2400 = \sigma_{amm}$$

2.7.3 Collegamento bullonato diagonale

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 25 di 43

Profilo: **L 150 x 14** $A = 40,3 \text{ cm}^2$

Resistenza a taglio di progetto $d = 18 \text{ mm}$
 $N = 11,5 \text{ t}$ $A_b = 1,92 \text{ cm}^2$ $t_{am} = 3300 \text{ kg/cm}^2$

Numero di bulloni: $n_b = 4$

Resistenza a rifollamento

Sp. Profilo $sp = 14 \text{ mm}$ $t_{min} = 12 \text{ mm}$

Sp. fazzoletto $s_f = 12 \text{ mm}$

$a = 50 \text{ mm}$ $a = a / d = 2,50$

$s_{rif} = N / (n_b d t_{min}) = 1331 \text{ Kg/cm}^2 < a \sigma_{am} = 6667 \text{ Kg/cm}^2$

Eccentricità

$e = 33 \text{ mm}$

$p = 70 \text{ mm}$ lunghezza totale collegamento 310 mm

$V_b = N / n_b = 2,88 \text{ t}$

$H_b = e N / ((n_b - 1) p) = 1,81 \text{ t}$

$R_b = (V_b^2 + H_b^2)^{0,5} = 3,40 \text{ t}$

$\tau_b = R_b / A_b = 1769 \text{ Kg/cm}^2 < 3300 \text{ Kg/cm}^2$

2.7.4 Dimensionamento corrente inferiore

Si usano due profili L 150 x 14 accoppiati.

$L = 1625 \text{ mm}$

$i_x = 4,58 \text{ cm}$ (del singolo profilo)

$i_y = 6,64 \text{ cm}$ (del singolo profilo, per $d = 12 \text{ mm}$)

$A = 40,3 \text{ cm}^2$ (del singolo profilo)

$\lambda_x = L_{ox} / i_x = 162,5 / 3,67 = 44$ dalle norme CNR 10011-85 si ricava $\omega_x = 1,26$

$\lambda_y = L_{oy} / i_y = 2 \times 162,5 / 6,64 = 49$ dalle norme CNR 10011-85 si ricava $\omega_y = 1,33$

$\sigma = \omega_{max} N_c / A = 1,33 \times 8490 / (2 \times 40,3) = 140 < 2400 = \sigma_{amm}$

2.7.5 Collegamento bullonato corrente inferiore

Profilo: **L 150 x 14** $A = 40,3 \text{ cm}^2$

Resistenza a taglio di progetto $d = 12 \text{ mm}$

$N = 8,49 \text{ t}$ $A_b = 1,92 \text{ cm}^2$ $t_{am} = 3300 \text{ kg/cm}^2$

Numero di bulloni: $n_b = 3$

Resistenza a rifollamento

Sp. Profilo $s_p = 14 \text{ mm}$ $t_{min} = 12 \text{ mm}$

Sp. fazzoletto $s_f = 12 \text{ mm}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 26 di 43

$$a = 50 \text{ mm} \quad a = a / d = 2,50$$

$$s_{rif} = N / (n_b d t_{min}) = 982 \text{ Kg/cm}^2 < a \sigma_{am} = 6667 \text{ Kg/cm}^2$$

Eccentricità

$$e = 33 \text{ mm}$$

$$p = 105 \text{ mm}$$

lunghezza totale collegamento 310 mm

$$V_b = N / n_b = 2,12 \quad t$$

$$H_b = e N / ((n_b - 1) p) = 0,53 \quad t$$

$$R_b = (V_b^2 + H_b^2)^{0,5} = 2,19 \quad t$$

$$\tau_b = R_b / A_b = 1138 \text{ Kg/cm}^2 < 3300 \text{ Kg/cm}^2$$

2.8 Deformazioni elastiche in Mezzeria

Fase I (peso proprio trave)

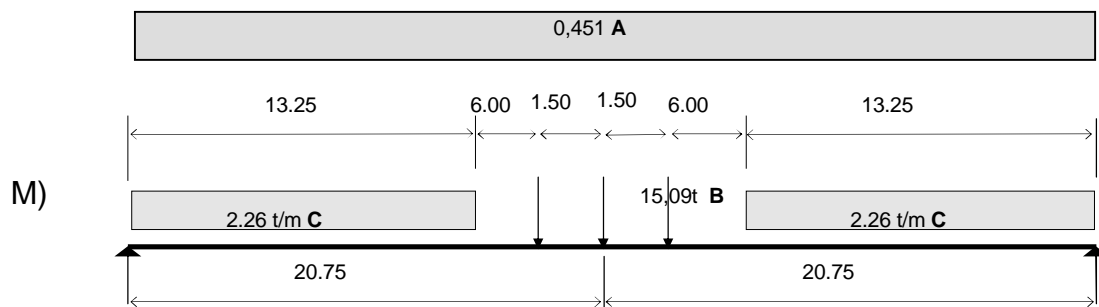
$$f_1 = 5/384 \times \frac{30,40 \times 4150^4}{2100000 \times 6576386} = 9,99 \text{ cm}$$

Fase II (permanente portato)

$$F_2 = 5/384 \times \frac{15,60 \times 4150^4}{2100000 \times 17813137} = 2,08 \text{ cm}$$

Eventuale controfreccia da assegnare alla travatura principale risulta $f = 9,99 + 2,08 = 12,07 \text{ cm}$

Fase III (carichi Accidentali)



$$f_3(A) = 5/384 \times \frac{4,51 \times 4150^4}{21.000.000 \times 13291832} = 0,60 \text{ cm}$$

$$f_3(B) = \frac{1}{2100000 \times 13291832} \times \left[\frac{15,09 \times 4150^3}{48} + \frac{15,09 \times 4150^3 \times (3 \times 0,464 - 4 \times 0,464^2)}{24} \right] = 2,31 \text{ cm}$$

$$\text{posto } \xi = 19,25/41,50 = 0,464$$

$$f_3(C) = \frac{5/384 \times 22,60 \times 4150^4}{2100000 \times 13291832} \times [1 - (0,181 - 2 \times 0,181^3 + 0,181^4)] = 1,37 \text{ cm}$$

$$\text{posto } \gamma = 7,50/41,50 = 0,181$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 27 di 43

$f_3 \text{ tot} = 4,28 \text{ cm} = 1/970 \text{ L}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 28 di 43

2.9 Soletta impalcato

2.9.1 Coppella prefabbricata - campata

$$l_0 = 3,25 - 0,85 + 2 \times 0,05 = 2,50 \text{ m}$$

$$\text{peso proprio} \quad 0,05 \times 2,5 = \quad 0,125 \quad \text{t/m}$$

$$\text{getto} \quad 0,33 \times 2,5 = \quad 0,825 \quad \text{t/m}$$

$$\text{mezzi d'opera} \quad \underline{0,050} \quad \text{t/m}$$

$$1,000 \quad \text{t/m}$$

Per la singola coppella:

$$b = 1,20 \text{ m}$$

$$M = 1,00 \times 2,50^2 / 8 = 0,78 \quad \text{tm/m} \quad \times 1,20 = \quad 0,94 \text{ tm}$$

$$T = 1,00 \times 2,50 / 2 = 1,25 \quad \text{t/m} \quad \times 1,20 = \quad 1,50 \text{ t}$$

L'armatura della presente coppella è costituita da tralicci ad "U":

$$4\Phi 16 = \quad 4 \times 2,01 \quad = \quad 8,04 \quad \text{cm}^2 \quad \times 22 \quad = \quad 177 \text{ cm}^3$$

$$6\Phi 16+5\Phi 12 = 6 \times 2,01+5 \times 1,13 \quad = \quad \underline{17,71} \quad \text{cm}^2 \quad \times 2,5 \quad = \quad \underline{44} \text{ cm}^3$$

$$25,75 \quad \text{cm}^2 \quad \quad \quad 221 \text{ cm}^3$$

$$Y_G = 221 / 25,75 = 8,6 \text{ cm}$$

$$J_x = 8,04 \times 13,4^2 + 17,71 \times 6,1^2 = 2103 \text{ cm}^4$$

$$W_s = 2103 / 13,4 = 157 \text{ cm}^3$$

$$W_i = 2103 / 6,1 = \quad 345 \text{ cm}^3$$

Verifica corrente superiore

$$\sigma_s = 94000 / 157 = 599 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica corrente inferiore

$$\sigma_i = 94000 / 345 = 272 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica al carico di punta

$$i (\Phi 16) = 0,40$$

$$l_0 = 40 / 2 = 20 \text{ cm}$$

$$\lambda = 20 / 0,4 = 50$$

$$\omega = 1,12$$

[Prospetto 7-III a – CNR 10011]

$$\sigma_{\text{punta}} = 1,12 \times 599 = 671 \text{ Kg/cm}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 29 di 43

2.9.2 Coppella prefabbricata – di sbalzo

Getto di prima fase:

coppella	$0,05 \times 2,5 \times 1,30 =$	$0,163$ t/m	$\times 0,650 =$	$0,106$ tm/m,,
	$0,30 \times 2,5 \times 1,30 =$	$0,975$ t/m	$\times 0,650 =$	$0,634$ tm/m
		$1,138$ t/m		$0,740$ tm/m
mezzi d'opera	$0,05 \times 1,30 =$	$0,065$ t/m	$\times 0,650 =$	$0,042$ tm/m
		$1,203$ t/m		$0,782$ tm/m

Per la singola coppella:

$$b = 1.20 \text{ m} \quad T = 1,2 \times 1,203 = 1,44 \text{ t} \quad M = 1,20 \times 0,782 = 0,94 \text{ tm}$$

L'armatura della presente coppella è costituita da tralicci ad "U":

$4\Phi 16 =$	$4 \times 2,01$	$=$	$8,04$ cm ²	$\times 22$	$=$	177 cm ³
$6\Phi 12 =$	$6 \times 1,13$	$=$	$6,78$ cm ²	$\times 2,5$	$=$	17 cm ³
			$14,82$ cm ²			194 cm ³

$$Y_G = 194 / 14.82 = 13,1 \text{ cm}$$

$$J_x = 8,04 \times 8,82 + 6,78 \times 10,62 = 1384 \text{ cm}^4$$

$$W_s = 1384 / 8,8 = 157 \text{ cm}^3$$

$$W_i = 1384 / 10,6 = 131 \text{ cm}^3$$

2.9.2.1 Verifica armatura corrente

Verifica corrente superiore

$$\sigma_s = 94000 / 157 = 599 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica corrente inferiore

$$\sigma_i = 94000 / 131 = 718 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica al carico di punta

$$i (\Phi 12) = 0,30$$

$$l_0 = 30 / 2 = 1 \text{ cm} \quad \lambda = 15 / 0,3 = 66 \quad \omega = 1,10 \quad [\text{Prospetto 7-III a – CNR 10011}]$$

$$\sigma \text{ punta} = 1,10 \times 599 = 659 \text{ Kg/cm}^2$$

2.9.2.2 Verifica armatura traliccio

Verifica a taglio del traliccio

$$T_{\max} = 1,44 \text{ t}$$

$$\alpha = 60^\circ \quad \beta = 18^\circ$$

$$S_d = 1440 / 4 \times (\sin \alpha \times \cos \beta) = 437 \text{ Kg}$$

Verifica al carico di punta del diagonale del traliccio

$i (\Phi 8) = 0,20$

$l_0 = 2 l / 3 = 2 / 3 \times 19,5 / (\sin 60 \times \cos 18) = 15,8 \text{ cm}$

$\lambda = 15,8 / 0,20 = 79 \quad \omega = 1,37 \quad [\text{Prospetto 7-III a - CNR 10011}]$

$\sigma \text{ punta} = 1,37 \times 437 / 0,5 = 1197 \text{ Kg/cm}^2$

2.9.3 Soletta impalcato

2.9.3.1 Fase 1 - P.P. soletta

$P_1 = 0,35 \times 2,5 = 0,875 \text{ t/m}$

2.9.3.2 Fase 2 - Permanente portato

Pavimenti $P_2 = 0,30 \times 2,5 = 0,300 \text{ t/m}$

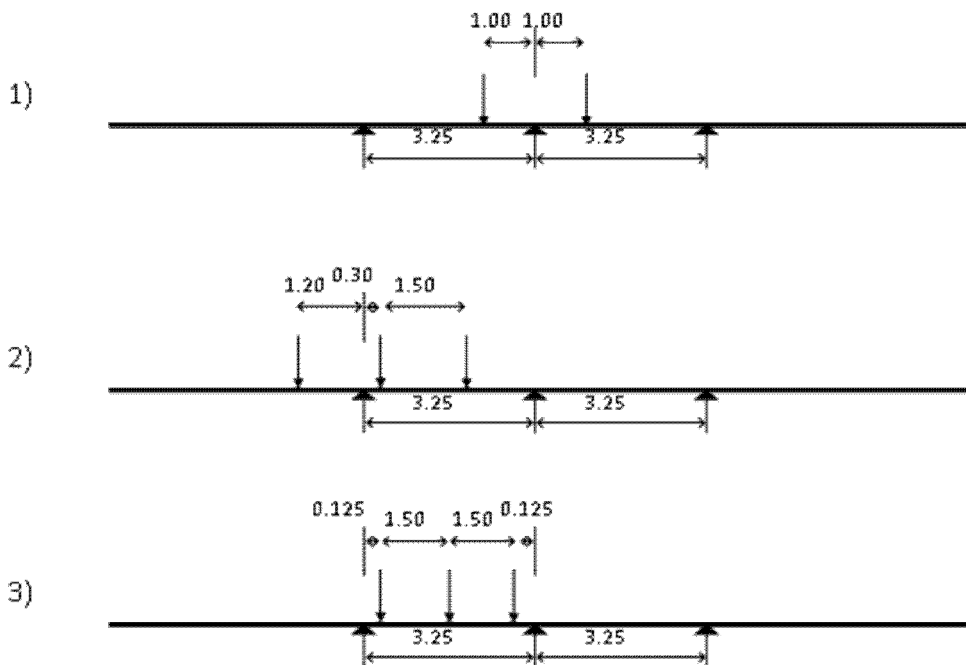
Cordoli $P_3 = 0,30 \times 2,5 = 0,750 \text{ t/m}$

1,350 t/m

Parapetto+guardavia

0,300 t/m

2.9.3.3 Fase 3 - Accidentale



Il calcolo della soletta e delle relative sollecitazioni per le singole condizioni di carico è stato effettuato mediante la procedura di calcolo automatico MasterSap Top della AMV Studio Software”, i cui tabulati sono allegati in Appendice A.

Nel calcolo i carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente dinamico: $\phi = 1,40$

2.9.4 Verifiche

2.9.4.1 Analisi dei carichi - Sbalzo

Permanenti:			T	M
Soletta	P ₁	0,30 x 2,50 x 1,20 =	0,90 t/m	x 1,20/2 = 0,540 tm/m
Cordolo	P ₂	0,30 x 2,50 x 1,20 =	0,90 t/m	x 1,20/2 = 0,540 tm/m
Parapetto	P ₃	0,30 x 1,00 =	<u>0,30 t/m</u>	x 1,05 = <u>0,315 tm/m</u>
			2,10 t/m	1,395 tm/m
Carico accidentale: asse isolato da 10 t			φ = 1.40	
Accidentali:			T	M
Asse isolato	P ₄	1,40 x 10 =	14,0 t/m	x 0,85 = 11,90 tm
Folla	P ₅	0,40 x 1,00 =	0,40 t/m x 1,00/2	= 0,200 tm/m

Permanente + Accidentale (asse isolato)

$$T = 2,10 + 14,00 = 16,10 \text{ t}$$

$$M = 1,395 + 11,90 = 13,295 \text{ tm}$$

Urto di un veicolo in svio

Non si considera in quanto non è presente il guardrail.

2.9.4.2 Verifica sbalzo

$$A = 30 \text{ cm} \quad B = 100 \text{ cm} \quad H = 26 \text{ cm} \quad H' = 4 \text{ cm}$$

$$A_{f \text{ sup}} = 5\Phi 16 + 5\Phi 20 = 25,75 \text{ cm}^2$$

$$A_{f \text{ inf}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 97,0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 2280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_c = 6,10 \text{ Kg/cm}^2$$

2.9.4.3 Verifica appoggio centrale

CASO 1

$$b = 0,30 + 2 \times 1,50 + 2 \times (0,10 + 0,35 / 2) = 3,85 \text{ m}$$

$$M = - 26,30 / 3,85 = 6,83 \text{ tm} \quad T = 41,30 / 3,85 = 10,73 \text{ t}$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00</p>	<p>Foglio 32 di 43</p>

$$A = 35 \text{ cm} \quad B = 100 \text{ cm} \quad H = 31 \text{ cm} \quad H' = 4 \text{ cm}$$

$$A_{f \text{ sup}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$A_{f \text{ inf}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 53,0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 2408 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_c = 3,20 \text{ Kg/cm}^2$$

CASO 2

$$b = 0,30 + 2,00 + 2 \times (0,10 + 0,35 / 2) = 2,85 \text{ m}$$

$$M = - 12,4 / 2,85 = 4,35 \text{ tm} \quad T = 48,9 / 2,85 = 17,16 \text{ t}$$

$$A = 35 \text{ cm} \quad B = 100 \text{ cm} \quad H = 31 \text{ cm} \quad H' = 4 \text{ cm}$$

$$A_{f \text{ sup}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$A_{f \text{ inf}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 33,8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 1534 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_c = 5,12 \text{ Kg/cm}^2$$

2.9.4.4 Verifica campata

CASO 1

$$b = 0,30 + 2 \times 1,50 + 2 \times (0,10 + 0,35 / 2) = 3,85 \text{ m}$$

$$M = - 13,0 / 3,85 = 3,38 \text{ tm} \quad T = 37,60 / 3,85 = 9,77 \text{ t}$$

$$A = 35 \text{ cm} \quad B = 100 \text{ cm} \quad H = 31 \text{ cm} \quad H' = 4 \text{ cm}$$

$$A_{f \text{ sup}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$A_{f \text{ inf}} = 5\Phi 16 + 4\Phi 12 = 14,58 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 22,9 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 838 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_c = 2,96 \text{ Kg/cm}^2$$

CASO 2

$$b = 0,30 + 2,00 + 2 \times (0,10 + 0,35 / 2) = 2,85 \text{ m}$$



$$M = - 21,4/2,85 = 7,51 \text{ tm} \quad T = 17,9/2,85 = 6,28 \text{ t}$$

$$A = 35 \text{ cm} \quad B = 100 \text{ cm} \quad H = 31 \text{ cm} \quad H' = 4 \text{ cm}$$

$$A_{f \text{ sup}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$A_{f \text{ inf}} = 5\Phi 16 + 4\Phi 12 = 14,58 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 50,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 1850 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_c = 1,85 \text{ Kg/cm}^2$$

CASO 3

$$b = 0,30 + 2,00 + 2 \times (0,10 + 0,35 / 2) = 2,85 \text{ m}$$

$$M = - 9,80/2,85 = 3,44 \text{ tm} \quad T = 54,1/2,85 = 18,98 \text{ t}$$

$$A = 35 \text{ cm} \quad B = 100 \text{ cm} \quad H = 31 \text{ cm} \quad H' = 4 \text{ cm}$$

$$A_{f \text{ sup}} = 5\Phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$$

$$A_{f \text{ inf}} = 5\Phi 16 + 4\Phi 12 = 14,58 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 23,1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = 847 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_c = 5,75 \text{ Kg/cm}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Foglio 34 di 43
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00		

3 APPENDICE

Si riportano di seguito i tabulati relativi al calcolo della soletta dell'impalcato (rif. par. 2.9.3)

CASO 1 - STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Intestazione del lavoro	Soletta impalcato – Caso 1
Tipo di struttura	Nel piano ZX
Tipo di analisi	Statica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	t
Unita' di misura delle lunghezze	m

GRUPPI ELEMENTO FINITO VINCOLO

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI

VINCOLI STANDARD

Nodo	Rigid. Trasl. X	Rigid. Rotaz. X	Rigid. Trasl. Y	Rigid. Rotaz. Y	Rigid. Trasl. Z	Rigid. Rotaz. Z
2	+1.00e+009				+1.00e+009	
3	+1.00e+009				+1.00e+009	
4	+1.00e+009				+1.00e+009	

NODI DEL MODELLO

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
2	1.500	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3	4.750	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
4	8.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
5	9.500	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0

Legenda: descrizione della simbologia adottata per i gradi di liberta'

Simbolo	Descrizione del Grado di Liberta'
0	libero
1	bloccato
MASTER	Master di una o piu' relazioni

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C32/40 (Rck 400)	+3.30e+006	0.120	2.50000	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONE RETTANGOLARE

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 35 di 43
--	--	---------------------------------	--------------------

Codice	Base	H
1	3.850	0.350

NORMATIVA: DM 14/02/1992 T.A. (STATICO) E DM 16/01/1996 (SISMICO)

CARICHI NODALI

Num. comb. car.	Descrizione	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	Permanenti+Carichi mobili							
		5			-1.15e+000			
		1			-1.15e+000			

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz .	Aliq.inerz . SLD
Cordolo c.a. - SX	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.000	0.500000	1.250	1.0000	0.0000
Cordolo c.a. - DX	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.250	0.500000	1.500	1.0000	0.0000
Pavimentazione - mensola SX	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	1.250	0.300000	1.500	1.0000	0.0000
Pavimentazione - mensola DX	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	0.000	0.300000	0.250	1.0000	0.0000
Pavimentazione	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	0.000	0.300000	0.000	1.0000	0.0000

Forza concentrata con riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore carico	Dist. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Carico mobile 1	6	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	42.000000	2.250	0.3300	0.0000
Carico mobile 2	7	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	42.000000	1.000	0.3300	0.0000

GRUPPI ELEMENTO FINITO TRAVE - ELEMENTI CON CARICO APPLICATO

GRUPPO NUMERO: 1- DESCRIZIONE: TRAVI

Asta	Carichi		
1	Codice carico	1	3
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000
2	Codice carico	5	6
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000
3	Codice carico	5	7
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00 <div style="float: right;">Foglio 36 di 43</div>

Asta	Carichi		
4	Codice carico	2	4
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000

GRUPPI ELEMENTO FINITO TRAVE

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: TRAVI

Asta	Nodi			Conessioni		Mat.	Sez.	Offset strutturali/Conci rigidi
	I	J	K	Nodo I	Nodo J			
1	1	2	0	Rigida	Rigida	1	1	
2	2	3	0	Rigida	Rigida	1	1	
3	3	4	0	Rigida	Rigida	1	1	
4	4	5	0	Rigida	Rigida	1	1	

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: DM 14/02/1992 T.A. (STATICO) E DM 16/01/1996 (SISMICO)

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Permanenti+Carichi mobili	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.000

REAZIONI VINCOLARI STATICA

FORZE MOMENTI PER GRUPPI VINCOLO

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI

Nodo	c.c.	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	3	-0.000e+000	-0.000e+000	+1.956e+001	-0.000e+000	-0.000e+000	-0.000e+000
3	3	-0.000e+000	-0.000e+000	+8.254e+001	-0.000e+000	-0.000e+000	-0.000e+000
4	3	-0.000e+000	-0.000e+000	+1.956e+001	-0.000e+000	-0.000e+000	-0.000e+000

FORZE/MOMENTI

FORZE MOMENTI PER GRUPPI TRAVE

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: TRAVI

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
EI: 1 - C.c. 3	0.000e+00	0.000e+00	-1.155e+00	6.908e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	-2.192e-16	-6.079e+00
EI: 2 - C.c. 3	0.000e+00	0.000e+00	1.265e+01	4.127e+01	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	6.079e+00	-2.634e+01
EI: 3 - C.c. 3	0.000e+00	0.000e+00	4.127e+01	1.265e+01	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	2.634e+01	-6.079e+00
EI: 4 - C.c. 3	0.000e+00	0.000e+00	6.908e+00	-1.155e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	6.079e+00	-3.296e-15

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Foglio 37 di 43
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00		

SPOSTAMENTI/ROTAZIONI NODI NON BLOCCATI

COMBINAZIONE DI CARICO: 3 - DESCRIZIONE: PERMANENTI+CARICHI MOBILI

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	+0.00e+000	+0.00e+000	+8.13e-005	+0.00e+000	+3.51e-005	+0.00e+000
2	+0.00e+000	+0.00e+000	-1.96e-008	+0.00e+000	+1.12e-004	+0.00e+000
3	+0.00e+000	+0.00e+000	-8.25e-008	+0.00e+000	+4.41e-021	+0.00e+000
4	+0.00e+000	+0.00e+000	-1.96e-008	+0.00e+000	-1.12e-004	+0.00e+000
5	+0.00e+000	+0.00e+000	+8.13e-005	+0.00e+000	-3.51e-005	+0.00e+000

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	+0.00e+000	+0.00e+000	+8.13e-005	+0.00e+000	+1.12e-004	+0.00e+000	+8.13e-005
Nodo	0	0	1	0	2	0	1

CASO 2 -STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Intestazione del lavoro	Soletta impalcato – Caso 2
Tipo di struttura	Nel piano ZX
Tipo di analisi	Statica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	t
Unita' di misura delle lunghezze	m

GRUPPI ELEMENTO FINITO VINCOLO

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI

VINCOLI STANDARD

Nodo	Rigid. Trasl. X	Rigid. Rotaz. X	Rigid. Trasl. Y	Rigid. Rotaz. Y	Rigid. Trasl. Z	Rigid. Rotaz. Z
2	+1.00e+009				+1.00e+009	
3	+1.00e+009				+1.00e+009	
4	+1.00e+009				+1.00e+009	

NODI DEL MODELLO

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
2	1.500	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3	4.750	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
4	8.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
5	9.500	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0

Legenda: descrizione della simbologia adottata per i gradi di liberta'

Simbolo	Descrizione del Grado di Libertà'
---------	-----------------------------------

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 38 di 43
--	--	---------------------------------	--------------------

0 libero
 1 bloccato
 MASTER Master di una o piu' relazioni

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C32/40 (Rck 400)	+3.30e+006	0.120	2.50000	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONE RETTANGOLARE

Codice	Base	H
1	2.850	0.350

NORMATIVA: DM 14/02/1992 T.A. (STATICO) E DM 16/01/1996 (SISMICO)

CARICHI NODALI

Num. comb. car.	Descrizione	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	Permanenti+Carichi mobili							
		5			-1.15e+000			
		1			-1.15e+000			

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist. fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Cordolo c.a. - SX	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.000	0.500000	1.250	1.0000	0.0000
Cordolo c.a. - DX	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.250	0.500000	1.500	1.0000	0.0000
Pavimentazione - mensola SX	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	1.250	0.300000	1.500	1.0000	0.0000
Pavimentazione - mensola DX	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	0.000	0.300000	0.250	1.0000	0.0000
Pavimentazione	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	0.000	0.300000	0.000	1.0000	0.0000

Forza concentrata con riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore carico	Dist. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Carico mobile 1	6	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	28.000000	0.125	0.3300	0.0000
Carico mobile 2	7	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	28.000000	1.625	0.3300	0.0000
Carico mobile 3	8	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	28.000000	3.125	0.3300	0.0000

GRUPPI ELEMENTO FINITO TRAVE - ELEMENTI CON CARICO APPLICATO

GRUPPO NUMERO: 1- DESCRIZIONE: TRAVI

Asta	Carichi
------	---------

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 40 di 43
--	--	---------------------------------	--------------------

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
El: 2 - C.c: 3	0.000e+00	0.000e+00	4.417e+01	4.891e+01	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	4.644e+00	-1.236e+01
El: 3 - C.c: 3	0.000e+00	0.000e+00	6.914e+00	2.165e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	1.236e+01	-4.644e+00
El: 4 - C.c: 3	0.000e+00	0.000e+00	5.296e+00	-8.550e-01	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	4.644e+00	4.471e-16

SPOSTAMENTI/ROTAZIONI NODI NON BLOCCATI

COMBINAZIONE DI CARICO: 3 - DESCRIZIONE: PERMANENTI+CARICHI MOBILI

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	+0.00e+000	+0.00e+000	+6.38e-004	+0.00e+000	+4.06e-004	+0.00e+000
2	+0.00e+000	+0.00e+000	-4.95e-008	+0.00e+000	+4.85e-004	+0.00e+000
3	+0.00e+000	+0.00e+000	-5.58e-008	+0.00e+000	-3.56e-004	+0.00e+000
4	+0.00e+000	+0.00e+000	-7.46e-009	+0.00e+000	+2.28e-004	+0.00e+000
5	+0.00e+000	+0.00e+000	-4.31e-004	+0.00e+000	+3.07e-004	+0.00e+000

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	+0.00e+000	+0.00e+000	+6.38e-004	+0.00e+000	+4.85e-004	+0.00e+000	+6.38e-004
Nodo	0	0	1	0	2	0	1

CASO 3 - STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Intestazione del lavoro	Soletta impalcato – Caso 2
Tipo di struttura	Nel piano ZX
Tipo di analisi	Statica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	t
Unita' di misura delle lunghezze	m

GRUPPI ELEMENTO FINITO VINCOLO

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI

VINCOLI STANDARD

Nodo	Rigid. Trasl. X	Rigid. Rotaz. X	Rigid. Trasl. Y	Rigid. Rotaz. Y	Rigid. Trasl. Z	Rigid. Rotaz. Z
2	+1.00e+009				+1.00e+009	
3	+1.00e+009				+1.00e+009	
4	+1.00e+009				+1.00e+009	

NODI DEL MODELLO

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
2	1.500	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3	4.750	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
4	8.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00	Foglio 41 di 43
--	--	---------------------------------	--------------------

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
5	9.500	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0

Legenda: descrizione della simbologia adottata per i gradi di liberta'

Simbolo	Descrizione del Grado di Libertà
0	libero
1	bloccato
MASTER	Master di una o piu' relazioni

LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C32/40 (Rck 400)	+3.30e+006	0.120	2.50000	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONE RETTANGOLARE

Codice	Base	H
1	2.850	0.350

NORMATIVA: DM 14/02/1992 T.A. (STATICO) E DM 16/01/1996 (SISMICO)

CARICHI NODALI

Num. comb. car.	Descrizione	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
3	Permanenti+Carichi mobili	5			-1.15e+000			
		1			-1.15e+000			

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist. fin. nodo I	Aliq. inerz.	Aliq. inerz. SLD
Cordolo c.a. - SX	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.000	0.500000	1.250	1.0000	0.0000
Cordolo c.a. - DX	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.250	0.500000	1.500	1.0000	0.0000
Pavimentazione - mensola SX	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	1.250	0.300000	1.500	1.0000	0.0000
Pavimentazione - mensola DX	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	0.000	0.300000	0.250	1.0000	0.0000
Pavimentazione	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.300000	0.000	0.300000	0.000	1.0000	0.0000

Forza concentrata con riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore carico	Dist. nodo I	Aliq. inerz.	Aliq. inerz. SLD
Carico mobile 1	6	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	28.000000	0.200	0.3300	0.0000
Carico mobile 2	7	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	28.000000	0.300	0.3300	0.0000
Carico mobile 3	8	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	28.000000	1.800	0.3300	0.0000

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-001-A00		Foglio 42 di 43

GRUPPI ELEMENTO FINITO TRAVE - ELEMENTI CON CARICO APPLICATO

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: TRAVI

Asta	Carichi		
1	Codice carico	1	3
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000
2	Codice carico	5	6
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000
3	Codice carico	5	7
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000
4	Codice carico	2	4
	Moltiplicatore	1.0000	1.0000

GRUPPI ELEMENTO FINITO TRAVE

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: TRAVI

Asta	Nodi			Connessioni		Mat.	Sez.	Offset strutturali/Conci rigidi
	I	J	K	Nodo I	Nodo J			
1	1	2	0	Rigida	Rigida	1	1	
2	2	3	0	Rigida	Rigida	1	1	
3	3	4	0	Rigida	Rigida	1	1	
4	4	5	0	Rigida	Rigida	1	1	

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: DM 14/02/1992 T.A. (STATICO) E DM 16/01/1996 (SISMICO)

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Permanenti+Carichi mobili	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.000

REAZIONI VINCOLARI STATICA

FORZE MOMENTI PER GRUPPI VINCOLO

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI

Nodo	c.c.	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
2	3	-0.000e+000	-0.000e+000	+8.738e+001	-0.000e+000	-0.000e+000	-0.000e+000
3	3	-0.000e+000	-0.000e+000	+1.510e+001	-0.000e+000	-0.000e+000	-0.000e+000
4	3	-0.000e+000	-0.000e+000	+1.027e+001	-0.000e+000	-0.000e+000	-0.000e+000

FORZE/MOMENTI

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: TRAVI



Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
El: 1 - C.c: 3	0.000e+00	0.000e+00	-8.550e-01	3.330e+01	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	-2.243e-15	-4.104e+01
El: 2 - C.c: 3	0.000e+00	0.000e+00	5.409e+01	1.099e+01	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	4.104e+01	-3.222e+00
El: 3 - C.c: 3	0.000e+00	0.000e+00	4.102e+00	4.977e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	3.222e+00	-4.644e+00
El: 4 - C.c: 3	0.000e+00	0.000e+00	5.296e+00	-8.550e-01	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00	4.644e+00	8.077e-16

SPOSTAMENTI/ROTAZIONI NODI NON BLOCCATI**COMBINAZIONE DI CARICO: 3 - DESCRIZIONE: CASO 3 - PERMANENTI+CARICHI MOBILI**

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	+0.00e+000	+0.00e+000	-1.63e-003	+0.00e+000	-1.29e-003	+0.00e+000
2	+0.00e+000	+0.00e+000	-8.74e-008	+0.00e+000	-5.06e-004	+0.00e+000
3	+0.00e+000	+0.00e+000	-1.51e-008	+0.00e+000	-5.95e-005	+0.00e+000
4	+0.00e+000	+0.00e+000	-1.03e-008	+0.00e+000	+8.31e-005	+0.00e+000
5	+0.00e+000	+0.00e+000	-2.13e-004	+0.00e+000	+1.62e-004	+0.00e+000

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	+0.00e+000	+0.00e+000	-1.63e-003	+0.00e+000	-1.29e-003	+0.00e+000	+1.63e-003
Nodo	0	0	1	0	1	0	1