

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. STRUTTURE

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO – FRASSO TELESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI
MADDALONI

VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 – Via Calabroni

IMPALCATO - RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I F 0 K 0 0 D 0 9 C L I V 0 1 0 7 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G.Grimaldi	Feb. 2015	F.Bonifacio	Feb. 2015	F.Perrone	Feb. 2015	A.Vittozzi	Feb. 2015

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
	Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA 1F0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
1.2	ESECUZIONE DEL MANUFATTO.....	9
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	10
2.1	NTC2008	10
2.2	CODICI DI CALCOLO	10
3	MATERIALI UTILIZZATI NTC 2008	11
3.1	CALCESTRUZZO	11
3.1.1	<i>Calcestruzzo Soletta impalcato.....</i>	<i>11</i>
3.1.2	<i>Acciaio da C.A.</i>	<i>11</i>
3.1.3	<i>Acciaio da Carpenteria Metallica.....</i>	<i>11</i>
4	ANALISI DEI CARICHI	13
4.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	13
4.1.1	<i>Calcestruzzo</i>	<i>13</i>
4.1.2	<i>Acciaio.....</i>	<i>13</i>
4.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	14
4.2.1	<i>Barriere anti-lancio</i>	<i>14</i>
4.2.2	<i>Veletta</i>	<i>15</i>
4.2.3	<i>Sicurvia</i>	<i>15</i>
4.2.4	<i>Pavimentazione</i>	<i>15</i>
4.2.5	<i>Marciapiede</i>	<i>16</i>
4.3	RITIRO.....	16

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	3 di 121

4.4	SCORRIMENTI VISCOSI	19
4.5	CARICHI MOBILI.....	21
4.5.1	<i>Modello Globale</i>	21
4.6	FRENATURA	22
4.7	FORZA CENTRIFUGA.....	22
4.8	URTO SUL SICURVIA.....	22
4.9	ATTRITO DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO.....	23
4.10	SOVRACCARICO ACCIDENTALE IN FASE DI REALIZZAZIONE	23
4.11	AZIONE DELLA NEVE	23
4.12	AZIONE DEL VENTO	24
4.13	AZIONE SISMICA	26
4.14	VARIAZIONE TERMICA UNIFORME	35
4.15	VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE	35
4.16	COMBINAZIONI DI CALCOLO	35
4.16.1	<i>Verifiche allo stato limite ultimo</i>	36
4.16.2	<i>Verifiche in esercizio</i>	39
4.16.2.1	Verifica delle tensioni	39
4.16.2.2	Verifica a fessurazione	39
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	40
6	EFFETTI GLOBALI	40
6.1	MODELLO DI CALCOLO	40
6.2	ANALISI CONDOTTE E RISULTATI	46
6.2.1	<i>ANALISI STATICHE</i>	46
6.2.2	<i>ANALISI MODALE</i>	51
6.2.3	<i>ANALISI SPETTRALE</i>	53

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	4 di 121

6.3	VERIFICHE STRUTTURALI	53
6.3.1	<i>TRAVE DI RIVA</i>	54
6.3.1.1	Verifiche di deformabilità	57
6.3.1.2	Verifiche di resistenza della sezione mista	58
6.3.1.2	Verifiche di resistenza della trave metallica	66
6.3.1.1	Concio C1 Sezione	66
6.3.1.1	Concio C2 Sezione	72
6.3.1.2	Concio C3 Sezione	79
6.3.1.1	Verifiche a Fatica	86
6.3.2	<i>TRAVERSI</i>	88
6.3.2.1	Briglia superiore (2L100x10/20)	88
6.3.2.2	Diagonale (2L120x12/20)	89
6.3.2.3	Briglia inferiore (2L120x12/20)	90
6.3.3	<i>CONTROVENTO SUPERIORE</i>	91
6.3.4	<i>CONTROVENTO INFERIORE</i>	92
6.3.5	<i>APPARECCHI DI APPOGGIO</i>	93
7	EFFETTI LOCALI	95
7.1	MODELLO DI CALCOLO	95
7.2	CARICHI APPLICATI AL MODELLO	95
7.3	ANALISI E RISULTATI	101
7.4	VERIFICHE	103
7.4.1	<i>FLESSIONE</i>	103
7.4.1.1	Sezione S_T1	103
7.4.1.1	Sezione S_T1-T2	108
7.4.1.1	Sezione S_T2	113
7.4.2	<i>TAGLIO</i>	118
7.4.2.1	Sezione S_T2	119

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA 1F0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A	FOGLIO 5 di 121

1 PREMESSA

La *soppressione* del *P.L. al km 143+833* in corrispondenza di *Via Calabroni* viene risolta mediante la realizzazione di un cavalcaferrovia ubicato al km 143+672 della Linea Storica.

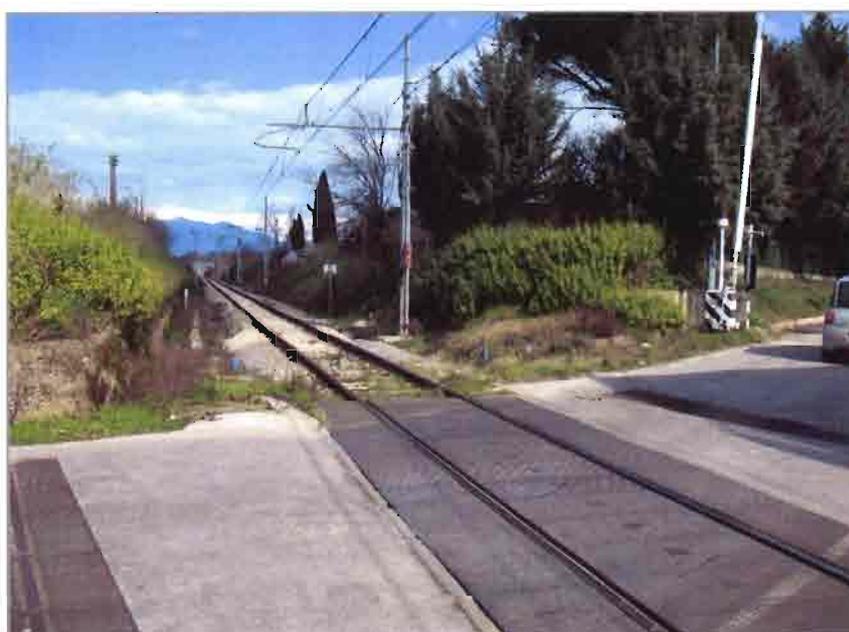


Foto - P.L. al km 143+833

Il progetto delle opere d'arte è stato redatto sulla base delle impostazioni ed esigenze espresse dal progetto della viabilità, uniformandosi a quest'ultimo per quanto riguarda ubicazione ed ampiezza del ponte, oltre che, ovviamente, per quanto concerne le rispettive caratteristiche planimetriche ed altimetriche, riservando particolare attenzione ai franchi orizzontali e verticali minimi prescritti dalla normativa vigente.

La presente relazione ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle strutture dell' impalcato da ponte di prima categoria.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 14 gennaio 2008 e le specifiche di progettazione Italferr come meglio indicato al capitolo 2.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	6 di 121

La relazione è articolata in tre blocchi: il primo a validità generale in cui si definiscono i materiali di progetto, si illustrano le analisi dei carichi e si descrivono le combinazioni progettuali; il secondo blocco è relativo agli effetti globali (modellazione ed alle verifiche degli elementi strutturali); il terzo ed ultimo blocco relativo agli effetti locali.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A	FOGLIO 7 di 121

1.1 Descrizione dell'opera

Il ponte in oggetto è realizzato in sistema misto acciaio-calcestruzzo con schema statico di trave appoggiata a singola campate di luce netta 48.00 m e luce complessiva 49.20.

L'impalcato, rappresentato nelle figure seguenti, è caratterizzato da una larghezza complessiva pari a 12.20 m (di cui 8.50 m per la carreggiata stradale). Si precisa che in corrispondenza della spalla denominata SA la larghezza del bitumato assume il valore massimo di 9.00 m.

L'impalcato in misto acciaio calcestruzzo è costituito da 4 travi metalliche longitudinali, caratterizzate da un'altezza massima costante pari ad 2800mm. Le quattro travi sono connesse in direzione trasversale mediante traversi realizzati con schema reticolare a K e diaframmi a sezione piena in corrispondenza delle spalle. La soletta presenta un'altezza variabile da un minimo di 25 cm ad un massimo di 35 cm circa. Il controvento inferiore e superiore è realizzato mediante controventi a croce di Sant'Andrea a sola diagonale tesa attiva.

Le spalle, con paramento e muri di risvolto comprensivi di muri andatori, sono caratterizzate da altezza massima pari a 10.44 m dallo spiccato e fondazioni indirette, costituite da plinti di dimensioni in pianta 11.60 x 9.60 m rispettivamente in direzione trasversale e longitudinale con altezza pari a 2.50 m. Le palificate sottostanti sono costituite da 9 pali di diametro 1.20 m disposti ad un interasse minimo di 3.60 m (longitudinale) e 4.60 m in direzione trasversale lunghezza 30m .

Lo schema di vincolo dell'impalcato prevede apparecchi d'appoggio fissi (i due centrali) e multidirezionali (i due esterni) in corrispondenza della spalla B mentre per la spalla A sono provisti apparecchi unidirezionali longitudinali (i due centrali) e multidirezionali (i due esterni).

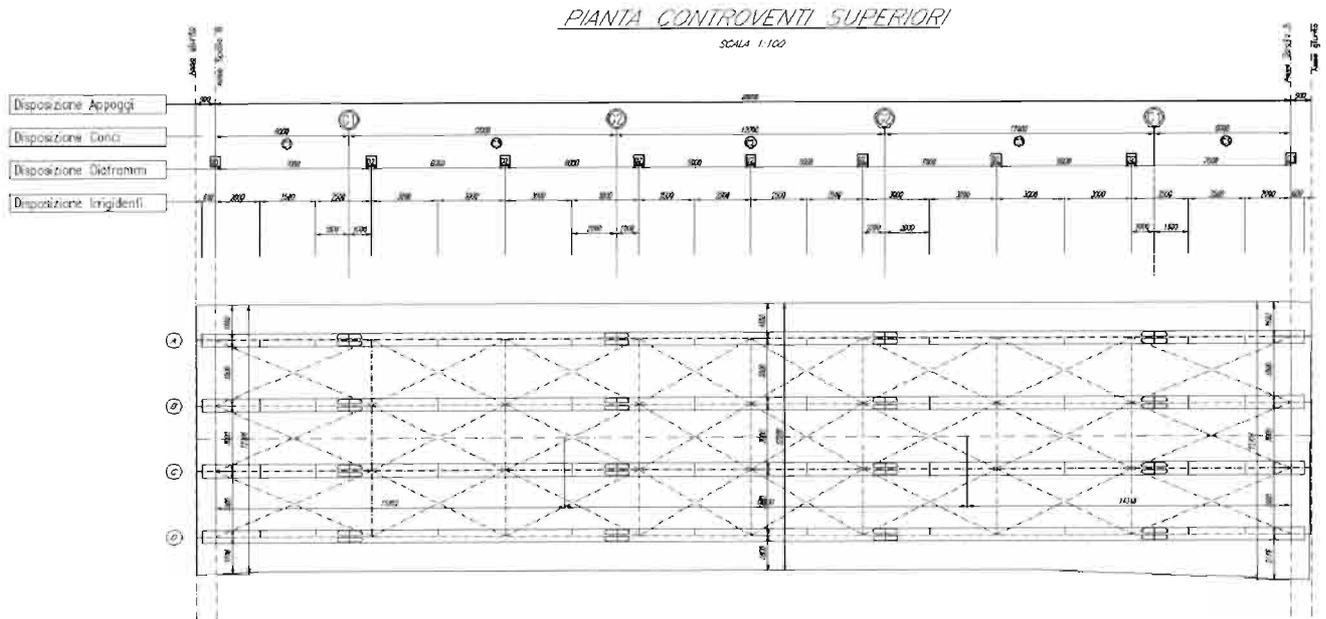


Figura 1-1 Pianta controventi inferiori

SEZIONE DIAFRAMMA IN CAMPATA (D2)

SCALA 1:50

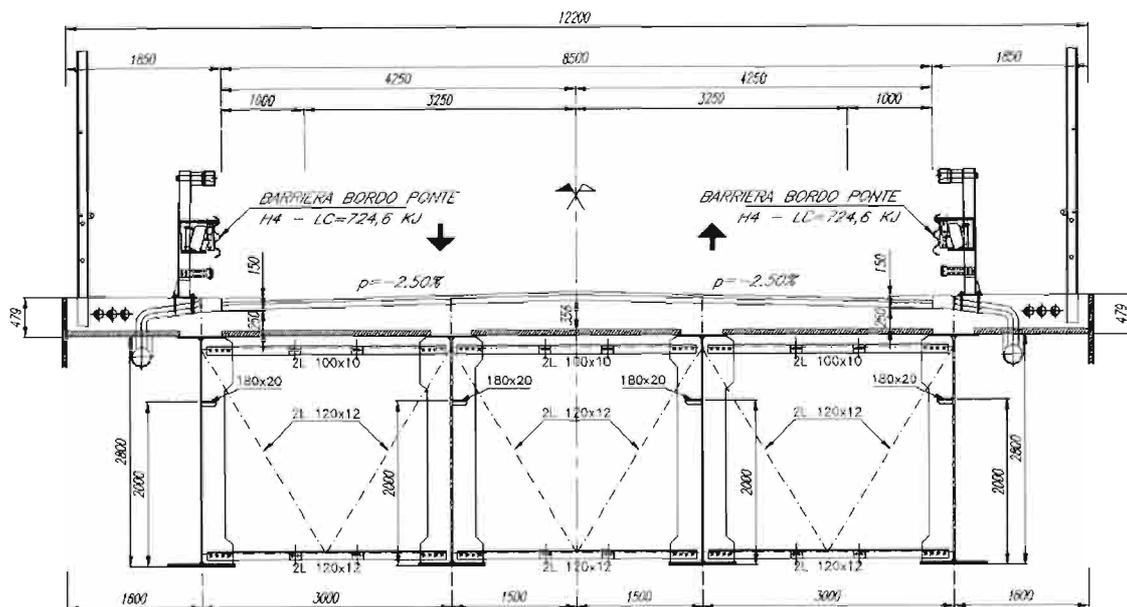


Figura 1-2 Sezione trasversale

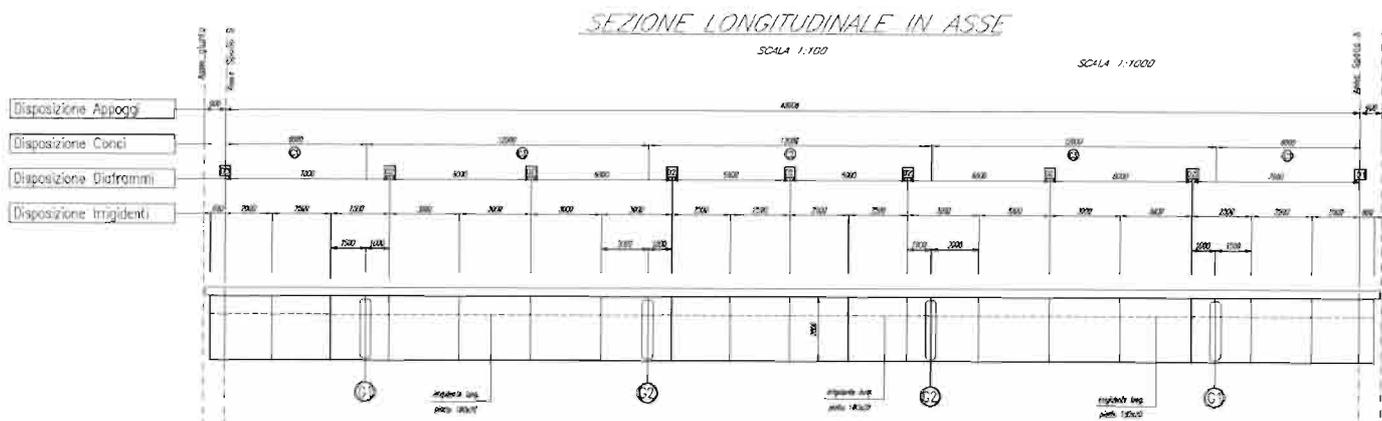


Figura 1-3 Sezione longitudinale

La travata è costituita dalla successione di 5 conci di tre tipologie distinte (C1; C2; C3). I conci terminali (C1) presentano una lunghezza di 6.60 m mentre i restanti conci sono tutti di lunghezza pari a 12.00 m. Per la descrizione geometria di dettaglio dei singoli conci e dell'intera travata si rimanda al paragrafo 6.3.1.

1.2 Esecuzione del Manufatto

Le travi vengono realizzate in conci di lunghezza massima 12.00 m. tra loro saldati mediante saldatura a completa penetrazione. Le travi vengono varate a coppia. I collegamenti delle aste di controvento e dei trasversi sono realizzati in opera mediante bulloni a taglio ad alta resistenza di classe 8.8/10.9.

La soletta in cemento armato è prevista gettata in opera utilizzando delle predalle prefabbricate autoportanti in c.a.. Le coppelle sono inoltre provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande delle travi sottostanti, dove vengono posizionati i connettori saldati.

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

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i></p>					
<p>Impalcato - Relazione di calcolo</p>	<p>COMMESSA IF0K</p>	<p>LOTTO 00 D 09</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV0107 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 10 di 121</p>

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

2.1 NTC2008

- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- RFI DTC INC PO SP IFS 003 A Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- RFI DTC INC PO SP IFS 004 A Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- DM Infrastrutture 14 gennaio 2008 Nuove Norme Tecniche per le costruzioni
- Circolare 2 febbraio 2009 n.617 Nuova circolare delle Norme Tecniche per le costruzioni

2.2 Codici di calcolo

- Sap2000 v.15.0
- RC-Sec della Geostru
- Fogli di calcolo excel
- Profili (programma del prof. Gelfi)

3 MATERIALI UTILIZZATI NTC 2008

3.1 Calcestruzzo

3.1.1 Calcestruzzo Soletta impalcato

CALCESTRUZZO PER SOLETTA

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40.00	N/mm^2	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32.00	N/mm^2	resistenza caratteristica cilindrica
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18.13	N/mm^2	resistenza di progetto
$c =$	25	mm	copriferro minimo
	XF3	-	Classe di esposizione

3.1.2 Acciaio da C.A.

ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

B 450 C			controllato in stabilimento
$f_{yk} \geq$	450.0	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

3.1.3 Acciaio da Carpenteria Metallica

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

	S355J2		controllato in stabilimento
$f_{yk} =$	355.0	N/mm^2	Resistenza di calcolo ($t \leq 40$ mm)
$f_{yk} =$	335.0	N/mm^2	Resistenza di calcolo ($t > 40$ mm)
$E_s =$	210000	N/mm^2	modulo elastico

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	12 di 121

ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRAME

	S355J2		controllato in stabilimento
$f_{yk} =$	355.0	N/mm ²	Resistenza di calcolo ($t \leq 40$ mm)
$f_{yk} =$	335.0	N/mm ²	Resistenza di calcolo ($t > 40$ mm)
$E_s =$	210000	N/mm ²	modulo elastico

ACCIAIO PIOLI NELSON

	St 37-3K DIN 17100		
$f_y \geq$	355.00	N/mm ²	tensione caratteristica di snervamento
$f_t \geq$	450	N/mm ²	tensione di rottura
$E_s =$	210000	N/mm ²	modulo elastico

ACCIAIO BULLONI E DADI

Conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968

Vite	Classe 8.8
Dado	Classe 8
Vite	Classe 10.9
Dado	Classe 10

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. 14.01.2008 e a Istruzione FS 44/S.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO</p> <p><i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i></p>					
<p>Impalcato - Relazione di calcolo</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IF0K</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 09</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>IV0107 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>13 di 121</p>

4 ANALISI DEI CARICHI

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

4.1 Peso proprio degli elementi strutturali

4.1.1 Calcestruzzo

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.

4.1.2 Acciaio

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 1.1. il valore di calcolo risulta pertanto pari a 86.35 kN/m^3 .

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

Impalcato - Relazione di calcolo

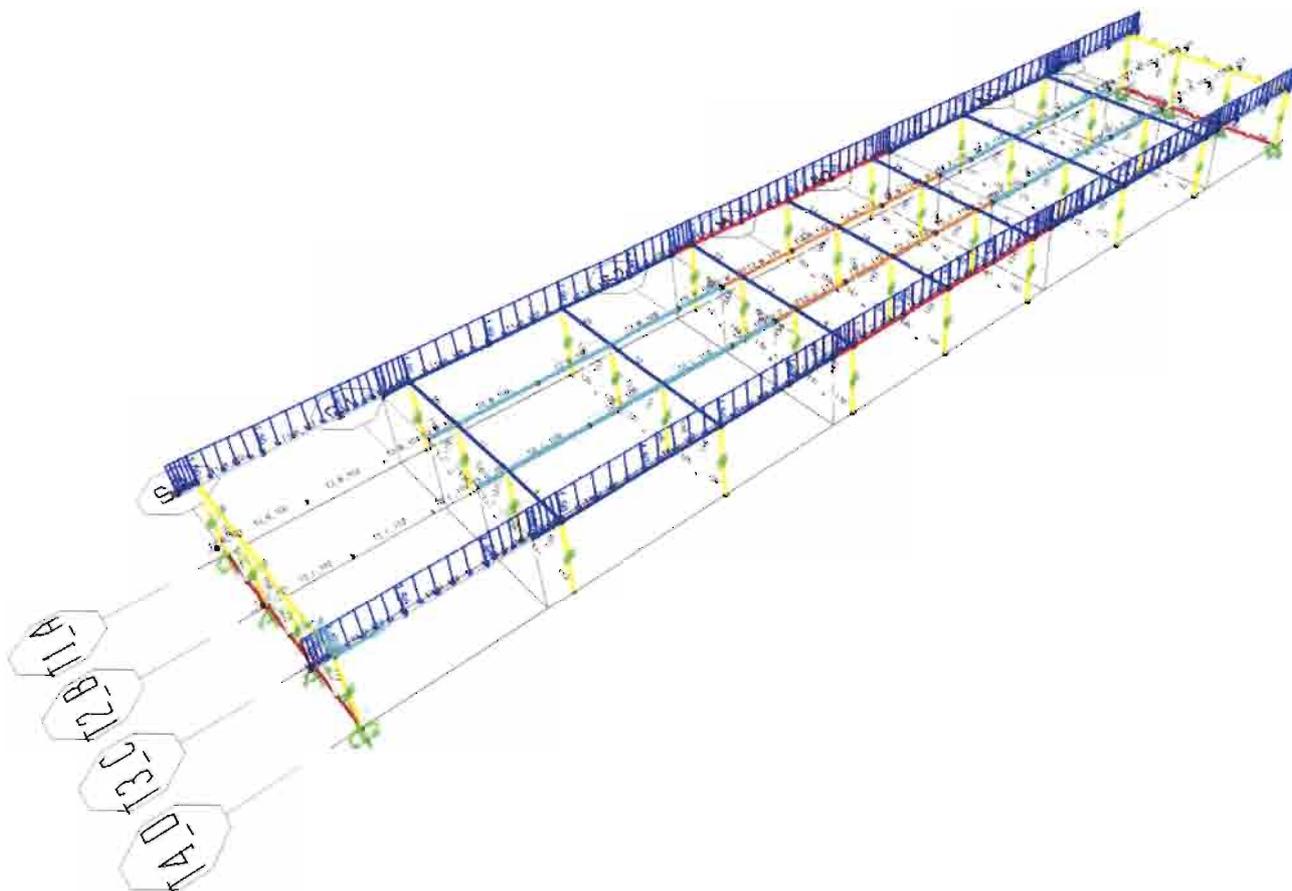
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	14 di 121

4.2 Carichi permanenti non strutturali

Si illustrano nel seguito i carichi elementari permanenti non strutturali applicati al modello di calcolo.

4.2.1 Barriere anti-lancio

Per la barriera anti lancio si è assunto un peso al metro pari a 1.5 kN/m (complessivo sull'impalcato di 3 kN/m) il carico è stato applicato in modo uniformemente distribuito sulle due travi esterne.



Carico applicato al modello: Barriere anti lancio

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	15 di 121

4.2.2 Veletta

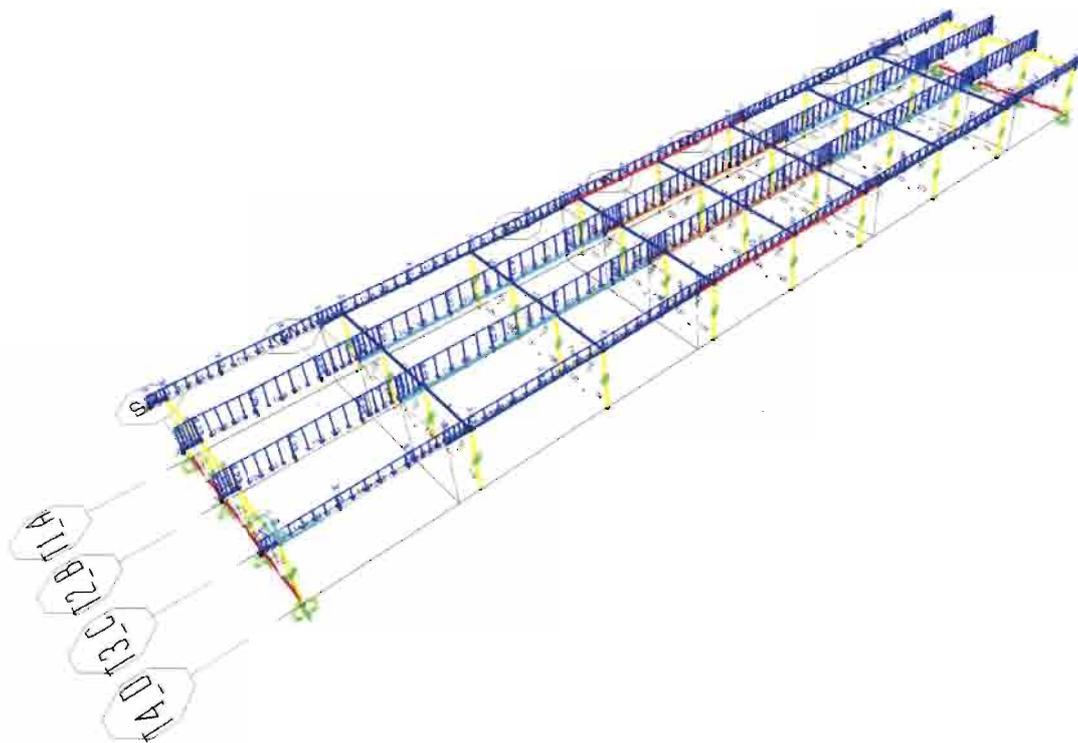
Per la veletta si è assunto cautelativamente un peso al metro pari a 2.5 kN/m (valore complessivo di 5 kN/m). Il carico è stato applicato al modello di calcolo in analogia a quanto descritto al punto 4.2.1.

4.2.3 Sicurvia

Per il sicurvia si è assunto un peso al metro pari a 1.4 kN/m (valore complessivo di 2.8 kN/m). Il carico è stato applicato al modello di calcolo in analogia a quanto descritto al punto 4.2.1.

4.2.4 Pavimentazione

Il peso specifico della pavimentazione è stato assunto pari a 22 kN/m. La larghezza bitumata risulta pari a 8.50 m e lo spessore della pavimentazione è di 0.10m. Il peso complessivo della pavimentazione risulta pertanto pari a 18.70 kN/m di impalcato. Tale azione è stata ripartita tra le quattro travi costituenti l'impalcato per area di influenza.



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
	Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A

4.2.5 Marciapiede

Per il cordolo, cautelativamente, si è assunto un peso specifico di 25 kN/m^3 . Il carico complessivo è stato valutato vuoto per pieno, trascurando pertanto i vuoti per il passaggio degli impianti.

4.3 Ritiro

Cls a $t=0$

$f_{ck} =$	33 Mpa
$f_{cm} =$	41.2 MPa
$\alpha =$	0.00001
$E_{cm} =$	33642778 kN/m^2
cls tipo =	N
$k =$	1 coef. di correzione di E_{cm}

$$E_{cm} = \mathbf{33642778} \text{ kN/m}^2$$

Tempo e ambiente

$t_s =$	2 gg	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
$t_o =$	28 gg	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
$t =$	25550 gg	età del calcestruzzo in giorni
$h_o = 2A_c/u =$	500 mm	dimensione fittizia dell'elemento di cls
$A_c =$	3050000 mm^2	sezione dell'elemento
$u =$	12200 mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
$RH =$	75 %	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_o)$ e modulo elastico E_{ct} a tempo "t"

$$\phi(t, t_o) = \phi_o \beta_c(t, t_o) = 1.606$$

$$\phi_o = \phi_{RH} \beta_{\chi}(f_{cm}) \beta_{\chi}(t_o) = 1.626 \text{ coefficiente nominale di viscosità}$$

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	17 di 121

$$\alpha_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \right] \alpha_1 \alpha_2 = 1.272 \text{ coefficiente che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.892 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.968 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\beta_r(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.617343 \text{ coefficiente che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_r(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} = 0.488 \text{ coefficiente per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$

$$t_0 = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 = 28.00 \text{ tempo } t_0 \text{ corretto in funzione della tipologia di cemento}$$

$$\alpha = 0 \text{ coefficiente per il tipo di cemento (-1 per Classe S, 0 per Classe N, 1 per Classe R)}$$

S	-1
N	0
R	1

$$\beta_r(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} = 0.987 \text{ coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\beta_H = 1.5 \left[1 + (0.012 \cdot RH)^3 \right] t_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 = 1093.0 \text{ coefficiente che tiene conto dell'umidità relativa}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.922 \text{ coeff. per la resistenza del calcestruzzo}$$

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	18 di 121

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

$$E_{cn}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \epsilon(t, t_0)} = 12910624 \text{ kN/m}^2$$

Deformazione di Ritiro

$$\epsilon_{rt}(t, t_0) = \epsilon_{sd}(t) + \epsilon_{cs}(t) = 0.000269 \text{ deformazione di ritiro } \epsilon(t, t_0)$$

$$\epsilon_{sd}(t) = \beta_{ds}(t, t_0) K_b \epsilon_{sd0} = 0.000211 \text{ deformazione dovuta al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_2)}{(t - t_2) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.982796$$

Kh = 0.7 parametro che dipende da ho secondo il prospetto seguente

Valori di Kh

h ₀	kh
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥500	0.70

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

$$\epsilon_{sd0} = 0.85 \left[(220 + 110 \alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000307 \text{ deformazione di base}$$

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

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

$$RH0 = 100 \%$$

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	19 di 121

$\alpha_{ds1} = 4$ coefficiente per il tipo di cemento (3 per Classe S, 4 per Classe N, 6 per Classe R)
 $\alpha_{ds2} = 0.12$ coefficiente per il tipo di cemento (0.13 per Classe S, 0.12 per Classe N, 0.11 per Classe R)

$\varepsilon_{sh}(t) = \beta_{sh}(t) \cdot \varepsilon_{shoo} = 0.000058$ deformazione dovuta al ritiro autogeno

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

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

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) \cdot E_{cm} \cdot \alpha} = -10.32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura.

4.4 Scorrimenti viscosi

Gli effetti conseguenti alla viscosità del calcestruzzo per azioni di lunga durata (sovraccarichi permanenti, ritiro, ecc.) possono essere valutati assumendo nel calcolo delle caratteristiche geometriche della sezione composta un valore modificato del modulo di elasticità del calcestruzzo E_c^* fornito dall'espressione:

$E_c^* = E_c / (1 + \phi)$ modulo di elasticità ridotto $\phi = 1.606$ coefficiente finale di viscosità. Il dettaglio del calcolo è riportato nel seguito.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	20 di 121

Cls a t=0

$f_{ck} =$	33 Mpa
$f_{cm} =$	41.2 MPa
$\alpha =$	0.00001
$E_{cm} =$	33642778 kN/m ²
cls tipo =	N
$k =$	1 coef. di correzione di E_{cm}
$E_{cm} =$	33642778 kN/m²

Tempo e ambiente

$t_s =$	2 gg	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
$t_o =$	28 gg	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
$t =$	25550 gg	età del calcestruzzo in giorni
$h_o = 2A_c/u =$	500 mm	dimensione fittizia dell'elemento di cls
$A_c =$	3050000 mm ²	sezione dell'elemento
$u =$	12200 mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
$RH =$	75 %	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_o)$ e modulo elastico E_{Ct} a tempo "t"

$$\phi(t, t_o) = \phi_o \beta_c(t, t_o) = 1.606$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
	Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A

4.5 Carichi mobili

4.5.1 Modello Globale

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2008 §5.1.3.3), si prendono in considerazione i seguenti carichi mobili per ponti di 1° categoria:

- 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.

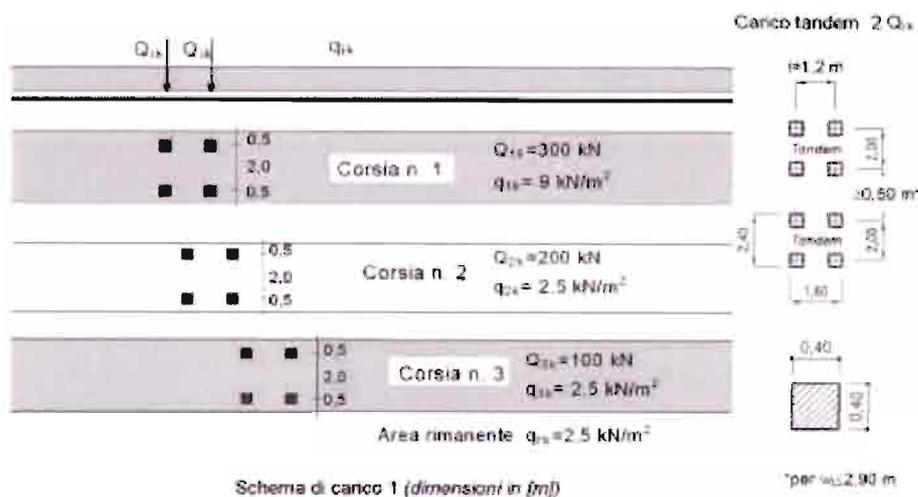


Figura 7: rappresentazione delle stese di carico.

In relazione alle dimensioni dell'impalcato sono state considerate 2 "corsie convenzionali" più una fascia di larghezza pari rispettivamente a 2.50 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.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA 1F0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A	FOGLIO 22 di 121

4.6 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:

$L = 49.20 \text{ m}$ lunghezza trave

$Q_{1k} = 300 \text{ KN}$

$q_{1k} = 9 \text{ KN/m}^2$

$w_1 = 3 \text{ m}$

$f = 492.84 \text{ KN}$ azione di frenamento/accelerazione

$f_{rip} = f/L = 10.02 \text{ KN/m}$ azione di frenamento/accelerazione

4.7 Forza centrifuga

La forza centrifuga, coerentemente con quanto indicato dalle vigenti normative, non è stata considerata essendo il viadotto ad asse rettilineo.

4.8 Urto sul sicurvia

Sulla base delle prescrizioni normative (§5.1.3.10 N.T.C.2008), l'urto di un veicolo stradale sulle barriere sicurvia è stato modellato come una forza orizzontale applicate 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.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A	FOGLIO 23 di 121

4.9 Attrito degli apparecchi di appoggio

L'effetto dell'attrito è stato assunto pari al 6% dei carichi verticali applicati ad apparecchi di appoggio scorevoli.

4.10 Sovraccarico accidentale in fase di realizzazione

In fase costruttiva si è adottato un sovraccarico accidentale uniformemente distribuito pari a 1.50 kN/m^2 rappresentativo degli operai e delle attrezzature necessarie alle fasi di getto. Tale azione viene considerata solo per la verifica in fase zero della trave in acciaio.

4.11 Azione della neve

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

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	24 di 121

4.12 Azione del vento

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
3	27	500	0.02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			56
T_R (Tempo di ritorno)			100
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])			27.000
α_R (T_R)			1.03924
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			28.059



ρ (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	492.08
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Impalcato - Relazione di calcolo

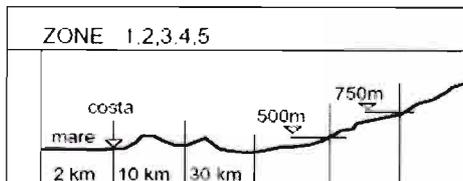
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	25 di 121

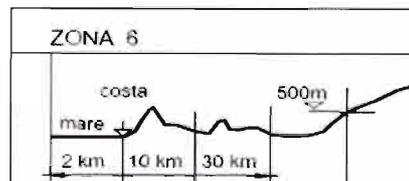
Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

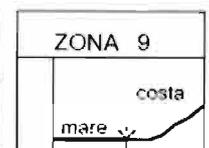
D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	III	III	IV	IV	IV
D	I	II	II	III	III	**
• Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
• Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
3	D	56

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
II	0.19	0.05	4	1

z [m]	c _e
z ≤ 4	1.801
z = 13	2.521
z = 13	2.521

(1)	c _p	p [kN/mq]
	1.00	1.241

Cautelativamente si assume il valore dell'azione del vento pari a 1.25 kN/m².

4.13 Azione sismica

Le azioni sismiche sono state valutate sia in campo elastico ($q=1$) sia fissando il valore del fattore di struttura q pari ad 1.5. Gli spettri elastici sono stati impiegati per la valutazione delle reazioni vincolari mentre per quanto riguarda le verifiche strutturali delle spalle si sono adottati gli spettri con fattore di struttura pari ad 1.5. Il dettaglio dei parametri base e dell'azione sismica è indicato nel seguito.

Si riportano nel seguito le schermate con la ricapitolazione delle azioni sismiche.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATTUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

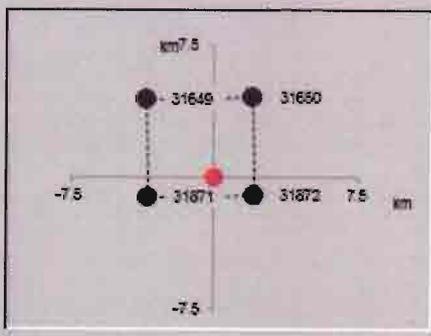
- Sito esterno al reticolo
- interpolazione su 3 nodi
- interpolazione corretta



Interpolazione

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".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	27 di 121

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	Valore
SLO - $P_{VR} = 81\%$	90
SLD - $P_{VR} = 63\%$	151
Stati limite ultimi - SLU	Valore
SLV - $P_{VR} = 10\%$	1424
SLC - $P_{VR} = 5\%$	2475

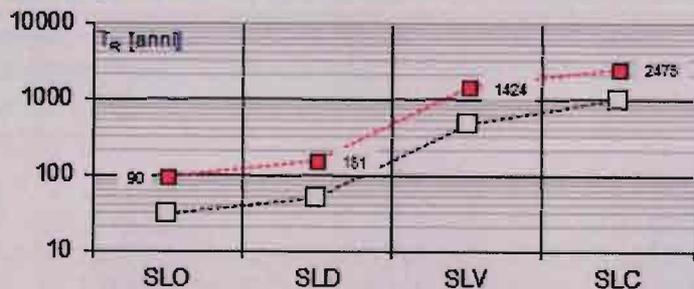
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	90	0.082	2.427	0.338
SLD	151	0.102	2.452	0.356
SLV	1424	0.242	2.479	0.440
SLC	2475	0.297	2.481	0.450

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	28 di 121

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV**

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C**

$S_E =$

$C_0 =$

Categoria topografica **T1**

$h/H =$

$S_T =$

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

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

$\eta =$

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s

Regol. in altezza **si**

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q_v

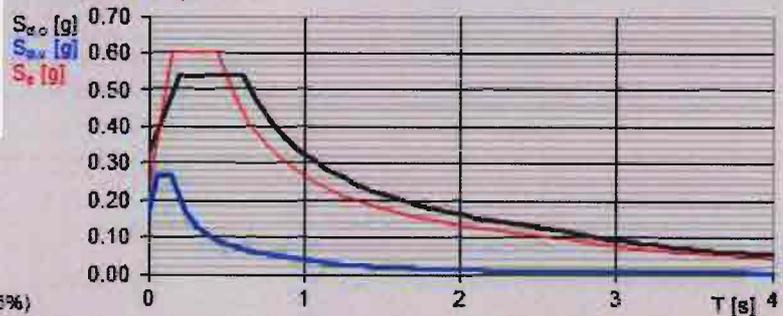
$\eta =$

Elaborazioni

Grafi 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

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.242 g
F_o	2.479
T_c^*	0.440 s
S_s	1.339
C_c	1.377
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.339
η	1.000
T_B	0.202 s
T_C	0.606 s
T_D	2.570 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C/3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.325
T_B ←	0.202	0.805
T_C ←	0.606	0.805
	0.699	0.697
	0.793	0.615
	0.886	0.550
	0.980	0.498
	1.073	0.454
	1.167	0.418
	1.260	0.387
	1.354	0.360
	1.447	0.337
	1.541	0.316
	1.635	0.298
	1.728	0.282
	1.822	0.268
	1.915	0.255
	2.009	0.243
	2.102	0.232
	2.196	0.222
	2.289	0.213
	2.383	0.205
	2.476	0.197
T_D ←	2.570	0.190
	2.638	0.180
	2.706	0.171
	2.774	0.163
	2.842	0.155
	2.910	0.148
	2.979	0.141
	3.047	0.135
	3.115	0.129
	3.183	0.124
	3.251	0.119
	3.319	0.114
	3.387	0.109
	3.455	0.105
	3.523	0.101
	3.591	0.097
	3.660	0.094
	3.728	0.090
	3.796	0.087
	3.864	0.084
	3.932	0.081
	4.000	0.078

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.242 g
F_D	2.479
T_C	0.440 s
S_S	1.339
C_C	1.377
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.339
η	0.667
T_B	0.202 s
T_C	0.606 s
T_D	2.570 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C/3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_o(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.325
$T_B \leftarrow$	0.202	0.537
$T_C \leftarrow$	0.606	0.537
	0.699	0.465
	0.793	0.410
	0.886	0.367
	0.980	0.332
	1.073	0.303
	1.167	0.279
	1.260	0.258
	1.354	0.240
	1.447	0.225
	1.541	0.211
	1.635	0.199
	1.728	0.188
	1.822	0.178
	1.915	0.170
	2.009	0.162
	2.102	0.155
	2.196	0.148
	2.289	0.142
	2.383	0.136
	2.476	0.131
$T_D \leftarrow$	2.570	0.128
	2.638	0.120
	2.706	0.114
	2.774	0.109
	2.842	0.103
	2.910	0.099
	2.979	0.094
	3.047	0.090
	3.115	0.086
	3.183	0.082
	3.251	0.079
	3.319	0.076
	3.387	0.073
	3.455	0.070
	3.523	0.067
	3.591	0.065
	3.660	0.062
	3.728	0.060
	3.796	0.058
	3.864	0.056
	3.932	0.054
	4.000	0.052

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.161 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.648
S	1.000
η	1.000

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.161
$T_B \leftarrow$	0.050	0.400
$T_C \leftarrow$	0.150	0.400
	0.235	0.255
	0.320	0.187
	0.405	0.148
	0.490	0.122
	0.575	0.104
	0.660	0.091
	0.745	0.080
	0.830	0.072
	0.915	0.066
$T_D \leftarrow$	1.000	0.060
	1.094	0.050
	1.188	0.043
	1.281	0.037
	1.375	0.032
	1.469	0.028
	1.563	0.025
	1.656	0.022
	1.750	0.020
	1.844	0.018
	1.938	0.016
	2.031	0.015
	2.125	0.013
	2.219	0.012
	2.313	0.011
	2.406	0.010
	2.500	0.010
	2.594	0.009
	2.688	0.008
	2.781	0.008
	2.875	0.007
	2.969	0.007
	3.063	0.006
	3.156	0.006
	3.250	0.006
	3.344	0.005
	3.438	0.005
	3.531	0.005
	3.625	0.005
	3.719	0.004
	3.813	0.004
	3.906	0.004
	4.000	0.004

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_c} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.161 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.648
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.161
T_B ←	0.050	0.266
T_C ←	0.150	0.266
	0.235	0.170
	0.320	0.125
	0.405	0.099
	0.490	0.082
	0.575	0.069
	0.660	0.061
	0.745	0.054
	0.830	0.048
	0.915	0.044
T_C ←	1.000	0.040
	1.094	0.033
	1.188	0.028
	1.281	0.024
	1.375	0.021
	1.469	0.019
	1.563	0.016
	1.656	0.015
	1.750	0.013
	1.844	0.012
	1.938	0.011
	2.031	0.010
	2.125	0.009
	2.219	0.008
	2.313	0.007
	2.406	0.007
	2.500	0.006
	2.594	0.006
	2.688	0.006
	2.781	0.005
	2.875	0.005
	2.969	0.005
	3.063	0.004
	3.156	0.004
	3.250	0.004
	3.344	0.004
	3.438	0.003
	3.531	0.003
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.003
	4.000	0.002

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	33 di 121

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.102 g
F_0	2.452
T_C	0.356 s
S_S	1.500
C_C	1.476
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.175 s
T_C	0.526 s
T_D	2.006 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.152
T_B	0.175	0.374
T_C	0.526	0.374
	0.596	0.329
	0.667	0.295
	0.737	0.266
	0.808	0.243
	0.878	0.224
	0.949	0.207
	1.019	0.193
	1.090	0.180
	1.160	0.169
	1.231	0.160
	1.301	0.151
	1.372	0.143
	1.442	0.136
	1.513	0.130
	1.583	0.124
	1.654	0.119
	1.724	0.114
	1.795	0.109
	1.865	0.105
	1.936	0.101
T_D	2.006	0.098
	2.101	0.089
	2.196	0.082
	2.291	0.075
	2.386	0.069
	2.481	0.064
	2.576	0.059
	2.671	0.055
	2.766	0.052
	2.861	0.048
	2.956	0.045
	3.051	0.042
	3.146	0.040
	3.241	0.038
	3.335	0.035
	3.430	0.034
	3.525	0.032
	3.620	0.030
	3.715	0.029
	3.810	0.027
	3.905	0.026
	4.000	0.025

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	34 di 121

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{DV}	0.044 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.055
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.044
$T_B \leftarrow$	0.050	0.107
$T_C \leftarrow$	0.150	0.107
	0.235	0.068
	0.320	0.050
	0.405	0.040
	0.490	0.033
	0.575	0.028
	0.660	0.024
	0.745	0.022
	0.830	0.019
	0.915	0.018
$T_D \leftarrow$	1.000	0.016
	1.094	0.013
	1.188	0.011
	1.281	0.010
	1.375	0.009
	1.469	0.007
	1.563	0.007
	1.656	0.006
	1.750	0.005
	1.844	0.005
	1.938	0.004
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A	FOGLIO 35 di 121

4.14 Variazione termica uniforme

Sulla struttura è stata applicata una variazione termica uniforme pari a $\mp 25^{\circ}$ C. Tale azione, compatibilmente a quanto indicato in normativa, è considerata una azione di lungo termine pertanto applicato ad un modello di calcolo con modulo elastico del calcestruzzo a lungo termine.

4.15 Variazione termica differenziale

Il carico termico differenziale risulta pari a 10° C. tale azione è da considerarsi di breve durata pertanto applicata al modello di calcolo con il modulo elastico del calcestruzzo valutata in condizione di breve termine.

4.16 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.

Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme e specificato nel paragrafo sulle azioni. Vengono in particolare controllate le deformazioni allo stato limite ultimo ed allo stato limite di danno.

In sede di dimensionamento sono state analizzate tutte le combinazioni, anche sismiche, impostate ai fini della verifica s.l.u. Sono state altresì processate le specifiche combinazioni di carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformabilità).

Oltre all'impostazione spaziale delle situazioni di carico potenzialmente più critiche, in sede di dimensionamento sono state ulteriormente valutate, per le varie travate, tutte le condizioni di lavoro statico derivanti dall'alternanza dei carichi variabili, i cui effetti si sovrappongono a quelli dei pesi propri e dei carichi permanenti. Sono state inoltre imposte delle sollecitazioni flettenti di sicurezza in campata, e controllate le deformazioni in luce degli elementi.

4.16.1 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

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

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

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

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	37 di 121

Azione	Simbolo	Coefficiente parziale
Permanente sfavorevole	γ_G	1.0
Permanente favorevole		1.0
Variabile veicolare sfavorevole veicolare	γ_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 (Schema 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

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	38 di 121

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_G	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_e	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

4.16.2 Verifiche in esercizio

Al fine di verificare la funzionalità della struttura in condizioni d'esercizio, sono state condotte le verifiche agli SLE previste dalle NTC 2008. In particolare sono stati effettuati i seguenti controlli:

- Verifica delle tensioni in esercizio
- Verifica a fessurazione

4.16.2.1 Verifica delle tensioni

La verifica tensionale in esercizio è stata effettuata controllando che le tensioni di lavoro dei materiali risultassero inferiori alle tensioni massime consentite per ciascuna delle seguenti combinazioni di carico:

Combinazioni frequenti

$$F_d = G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Combinazioni quasi permanenti

$$F_d = G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

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

Per i valori dei coefficienti psi 11 e 22 si rimanda al paragrafo 4.16.1.

4.16.2.2 Verifica a fessurazione

Per quanto concerne gli elementi in c.a. ordinario, è stato controllato che l'ampiezza w delle fessure risultasse in ogni caso inferiore ai seguenti limiti:

- $w \leq 0.2$ mm per combinazione quasi permanente
- $w \leq 0.3$ mm per combinazione frequente

detti limiti sono stati stabiliti dopo aver garantito alle armature un sufficiente copriferro e per avere utilizzato armature poco sensibili in ambiente ordinario.

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A	FOGLIO 40 di 121

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico dell'opera si rimanda alla "Relazione geotecnica" codifica IF0K00D11RBNV0100001A.

6 EFFETTI GLOBALI

Gli effetti globali del cavalcaferrovia sono stati valutati mediante modelli di calcolo agli elementi finiti diversificati per le varie fasi costruttive e di vita dell'opera come descritto nel paragrafo seguente.

6.1 MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni sulle strutture si è ricorsi all'impiego di modelli agli elementi finiti, messi a punto e risolti con l'ausilio del software SAP2000 della Computers and Structures. In particolare, sono individuate tre tipologie di modelli di calcolo con specifiche caratteristiche descritte nel seguito:

- Modello a Vuoto (nel seguito F0), utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni dovute al peso proprio degli elementi strutturali; la soletta si considera non reagente e sul modello se ne tiene conto annullando il modulo elastico del calcestruzzo costituente la soletta in c.a.
- Modello a Breve Termine, utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni dovute ai sovraccarichi permanenti, alle azioni associate al passaggio dei veicoli e della folla, alle azioni del vento; l'azione termica differenziale tra soletta ed impalcato metallico; la soletta si considera reagente e si assume il modulo elastico del calcestruzzo a breve termine.
- Modello a Lungo Termine, utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni dovute ai sovraccarichi permanenti, all'azione termica uniforme ed al ritiro; la soletta si considera completamente reagente e si assume il modulo elastico del calcestruzzo a lungo termine.

Per le tre tipologie di modelli sopradescritti sono stati sviluppati due distinti modelli di calcolo: il primo per la valutazione degli effetti indotti dai carichi verticali (nel seguito F0/BT/LT_VERT); il secondo (nel seguito F0/BT/LT_ORIZZ) per la valutazioni delle sollecitazioni indotte da carichi orizzontali di natura pseudo statica (vento) e dinamica (sismica).

Impalcato - Relazione di calcolo

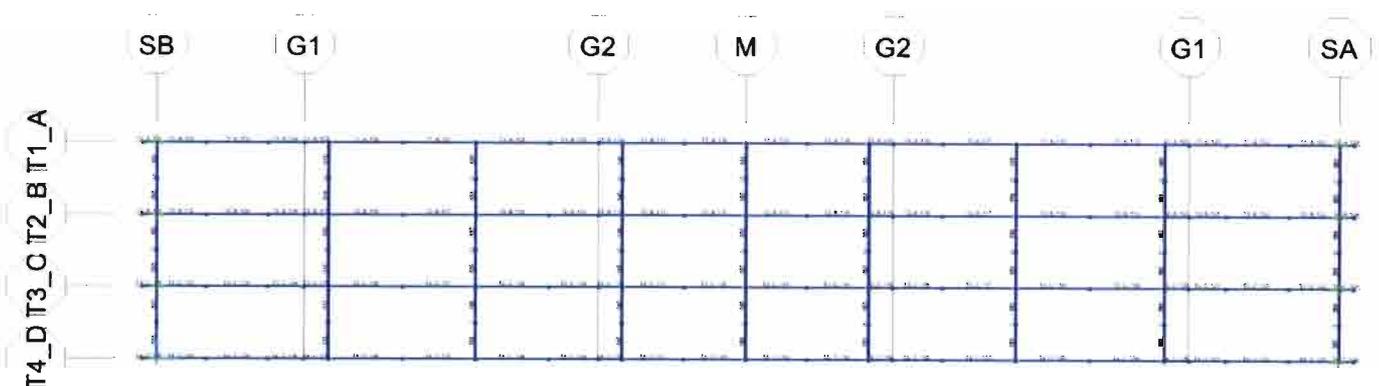
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	41 di 121

I modelli sono composti da travi, modellate con elementi frame posizionati in corrispondenza dell'estradosso della soletta e che vengono posizionate in corrispondenza del loro baricentro geometrico mediante braccetti rigidi gestiti in automatico dal programma di calcolo mediante l'opzione insertion point tipologia Top Center. Ad ogni elemento frame è stata assegnata la sezione corrispondente al concio di appartenenza (vedi elaborati grafici di riferimento).

Trasversi e controventi, modellati con elementi frame connessi alle travi principali, qualora necessario, mediante elementi link a rigidità infinita.

A titolo esemplificativo si riporta una rappresentazione dei modelli di calcolo della configurazione di breve termine per i carichi verticali ed orizzontali.

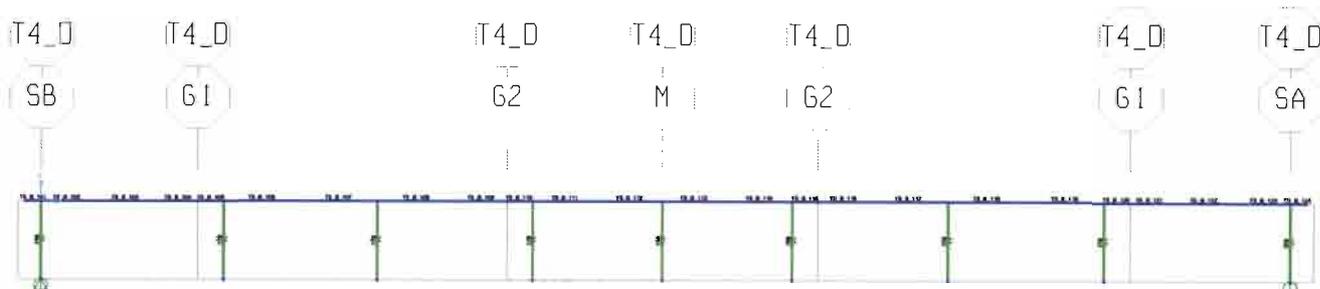
Il modello di calcolo denominato BT_VERT illustrato nella figura seguente è costituito da n° 163 nodi, 231 frame (colorati in blue), 36 link (colorati in verde). Si evince pertanto come lo schema di calcolo sia a graticcio.



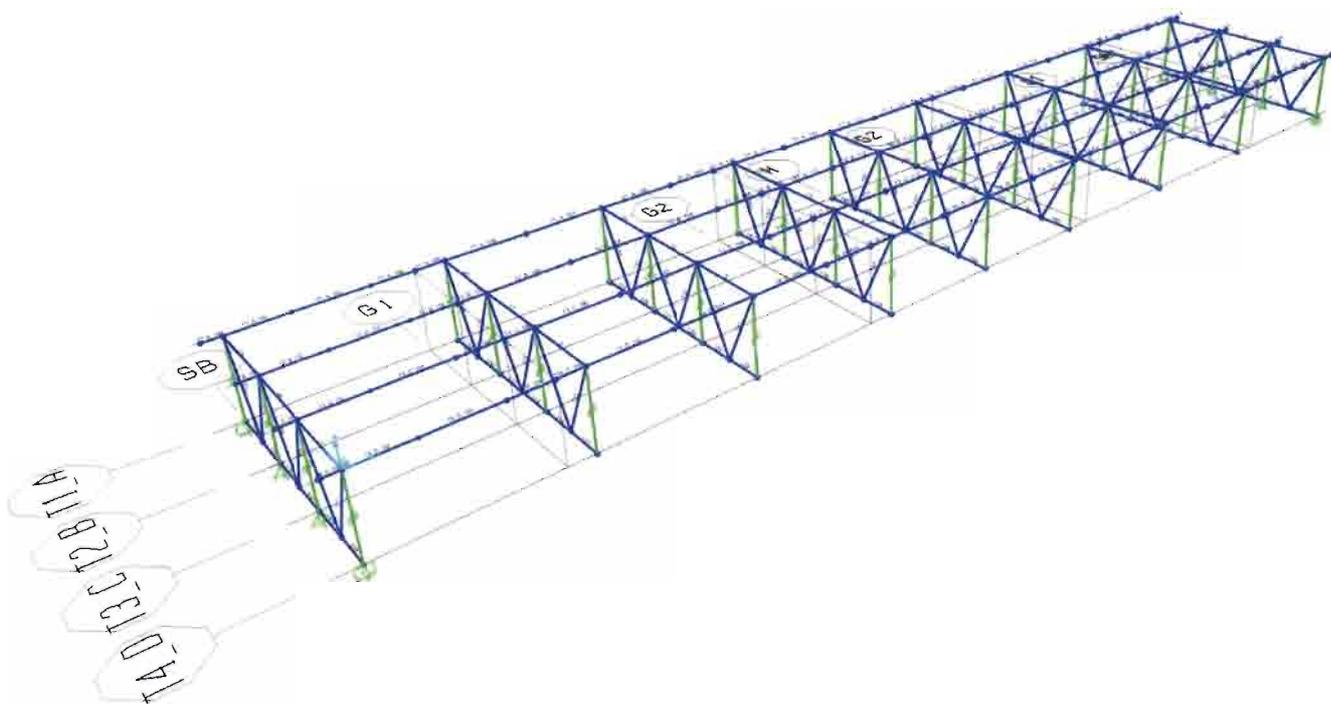
Modello di calcolo strutturale BT_VERT: pianta

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	42 di 121



Modello di calcolo strutturale BT_VERT: prospetto

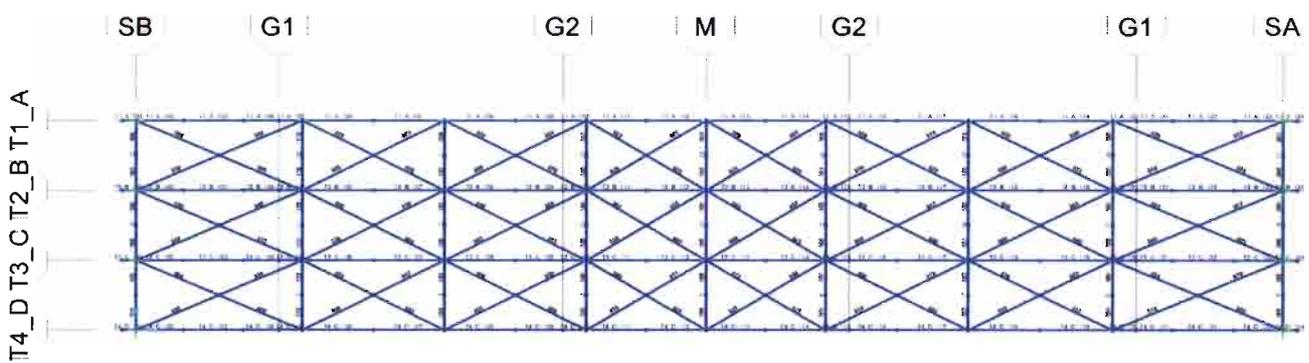


Modello di calcolo strutturale BT_VERT: vista tridimensionale

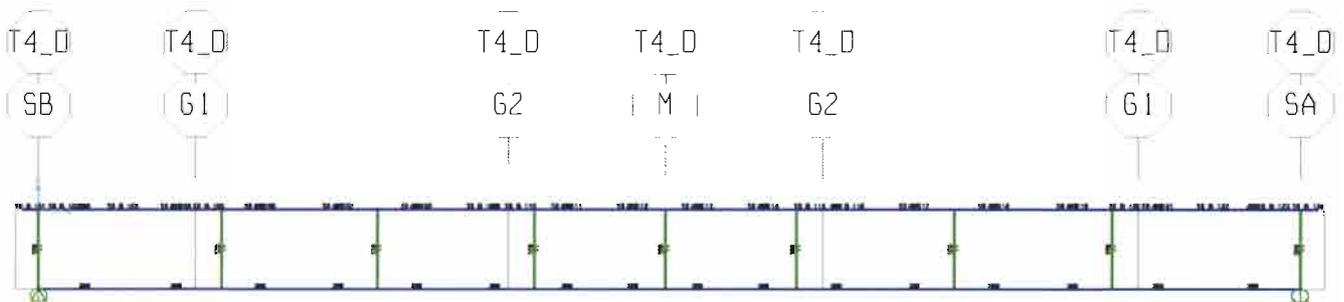
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	43 di 121

Il modello di calcolo denominato BT_ORIZZ illustrato nella figura seguente è costituito da n° 211 nodi, 423 frame (blue), 36 link (verde). Si evince pertanto come il modello implementi sia i controventi superiori (rappresentativi della rigidezza della soletta in calcestruzzo, sia i controventi inferiori.



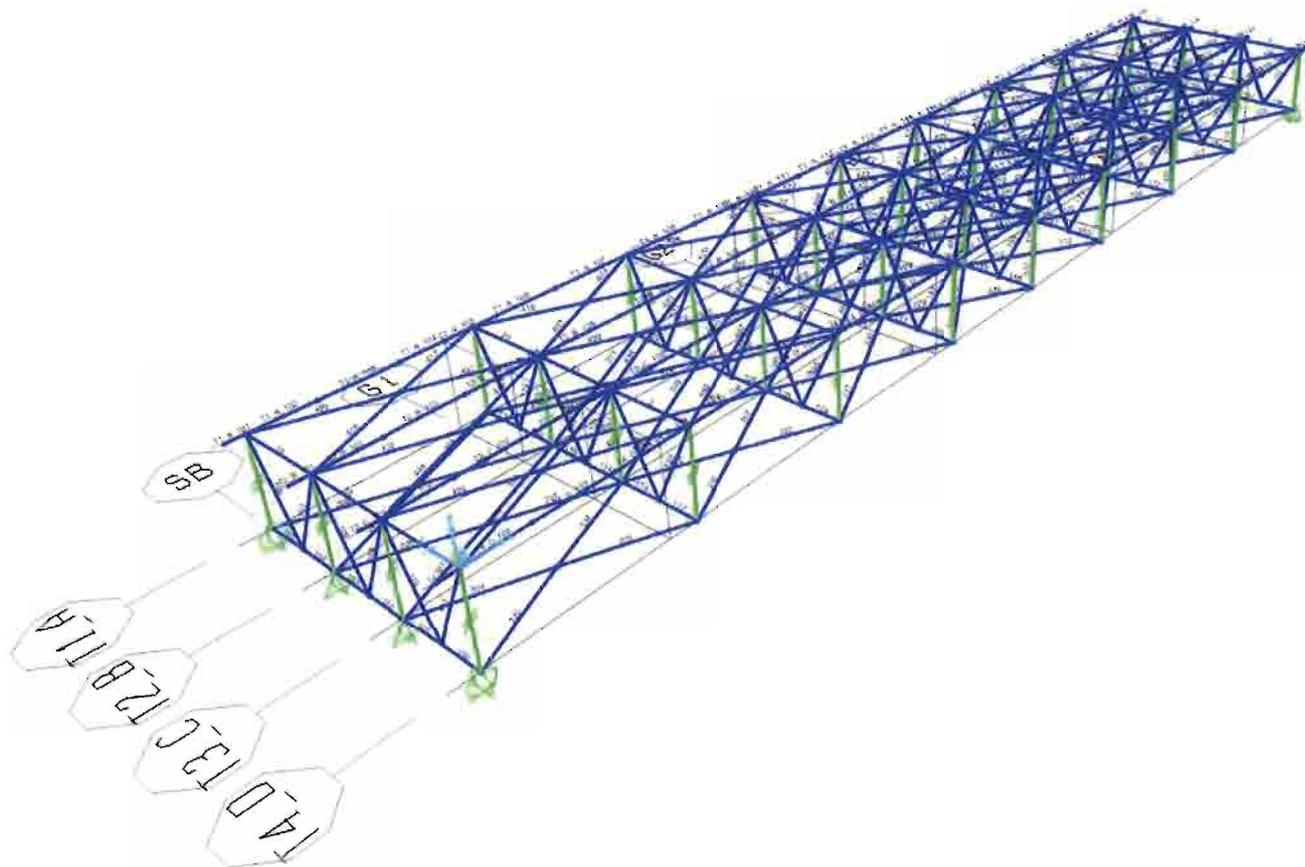
Modello di calcolo strutturale BT_ORIZZ: pianta



Modello di calcolo strutturale BT_ORIZZ: prospetto

Impalcato - Relazione di calcolo

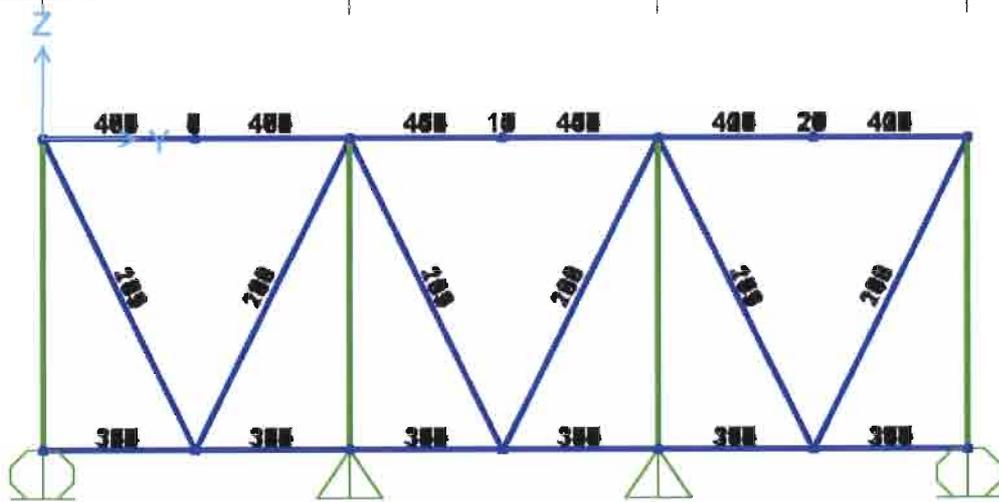
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	44 di 121



Modello di calcolo strutturale BT_ORIZZ: vista tridimensionale

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	45 di 121



Modello di calcolo strutturale BT_VERT/ORIZZ: Traversi

I restanti modelli di calcolo sono identici per numero di elementi e geometria ma si differenziano per le rigidezze del calcestruzzo.

6.2 ANALISI CONDOTTE E RISULTATI

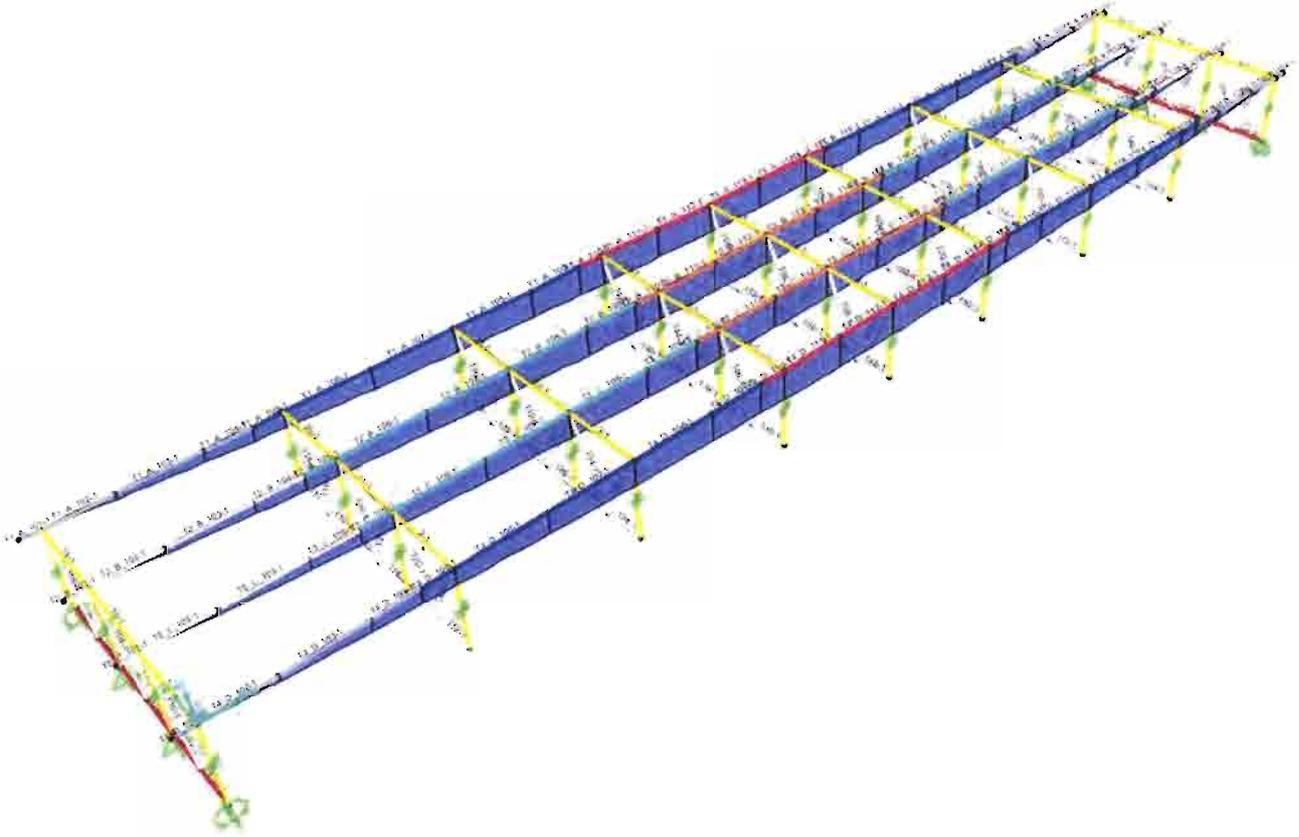
I modelli di calcolo descritti nel paragrafo 6.1 sono stati impiegati per l'effettuazione di analisi di tipo lineare statico ed analisi spettrale. Le prime per tutte le azioni di tipo gravitazionale e per i carichi orizzontali relativi alla frenatura ed al vento; le seconde per la valutazione degli effetti indotti dall'azione sismica. I risultati delle analisi sono sintetizzati in forma grafica e numerica per i soli casi di carico principali (permanenti, veicolari, sismici).

6.2.1 ANALISI STATICHE

La mappa cromatica delle sollecitazioni agenti sulla struttura per effetto del carico G1 e dell'azione termica uniforme sono riportate nelle figure seguenti.

Impalcato - Relazione di calcolo

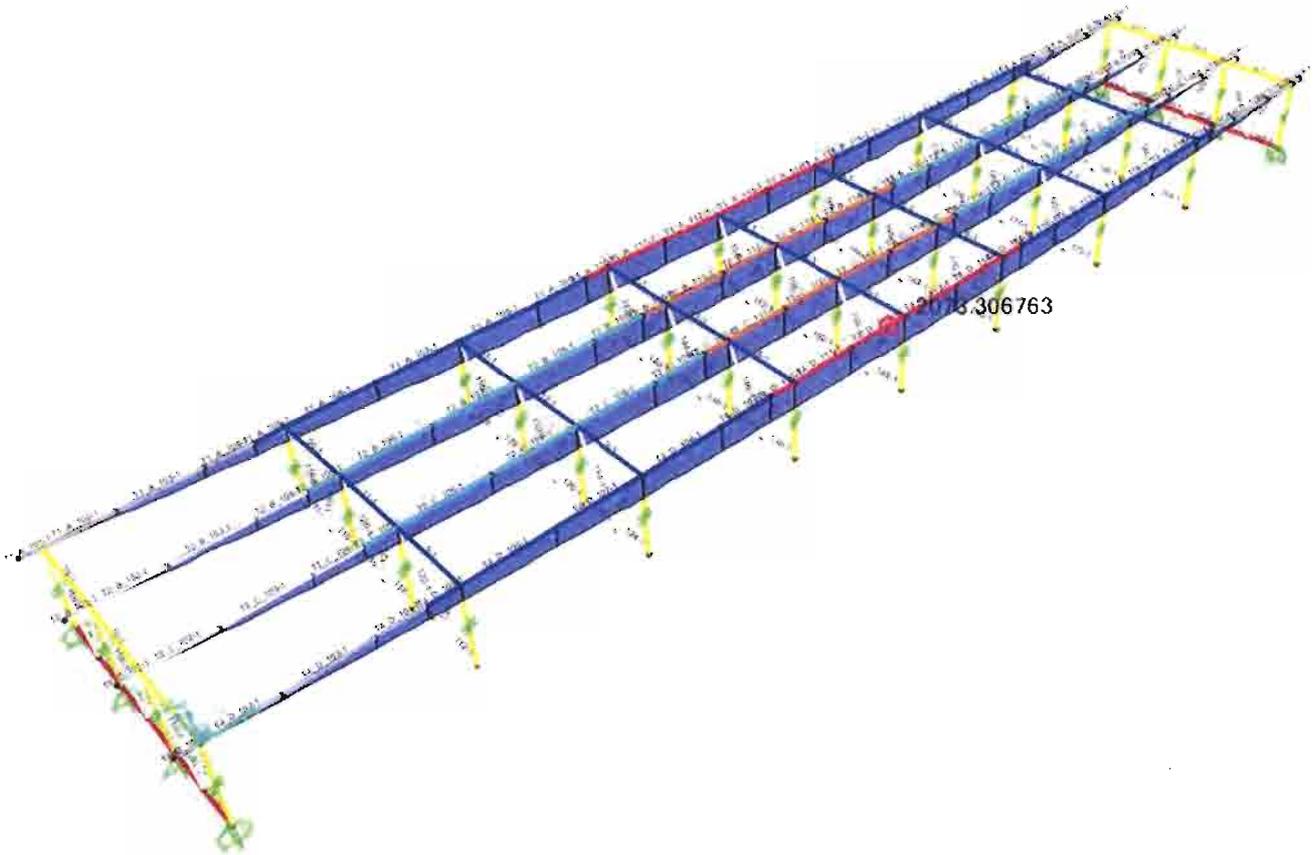
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	47 di 121



Carico G1: momento flettente longitudinale 1972 kNm

Impalcato - Relazione di calcolo

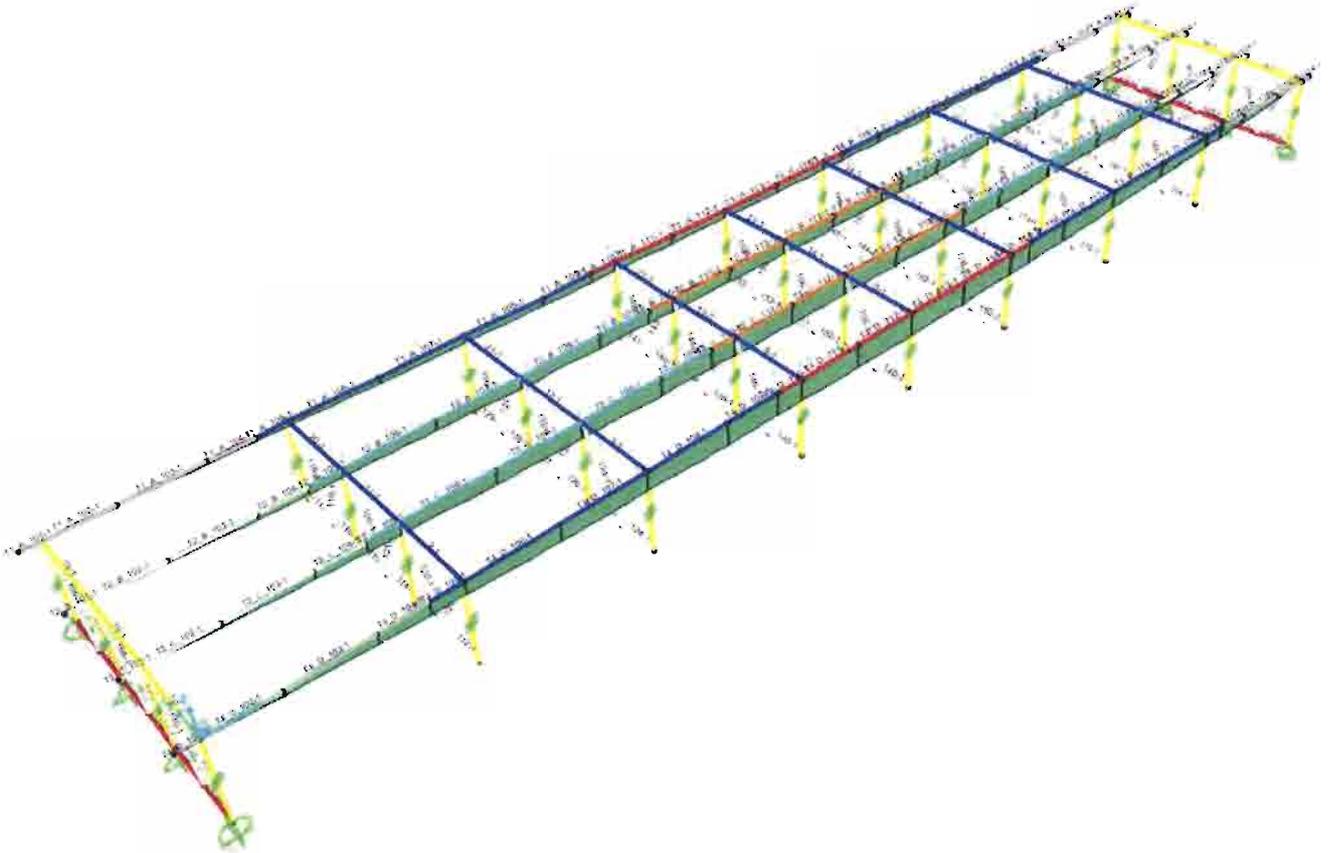
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	48 di 121



Carico G2: momento flettente longitudinale 2073 kNm

Impalcato - Relazione di calcolo

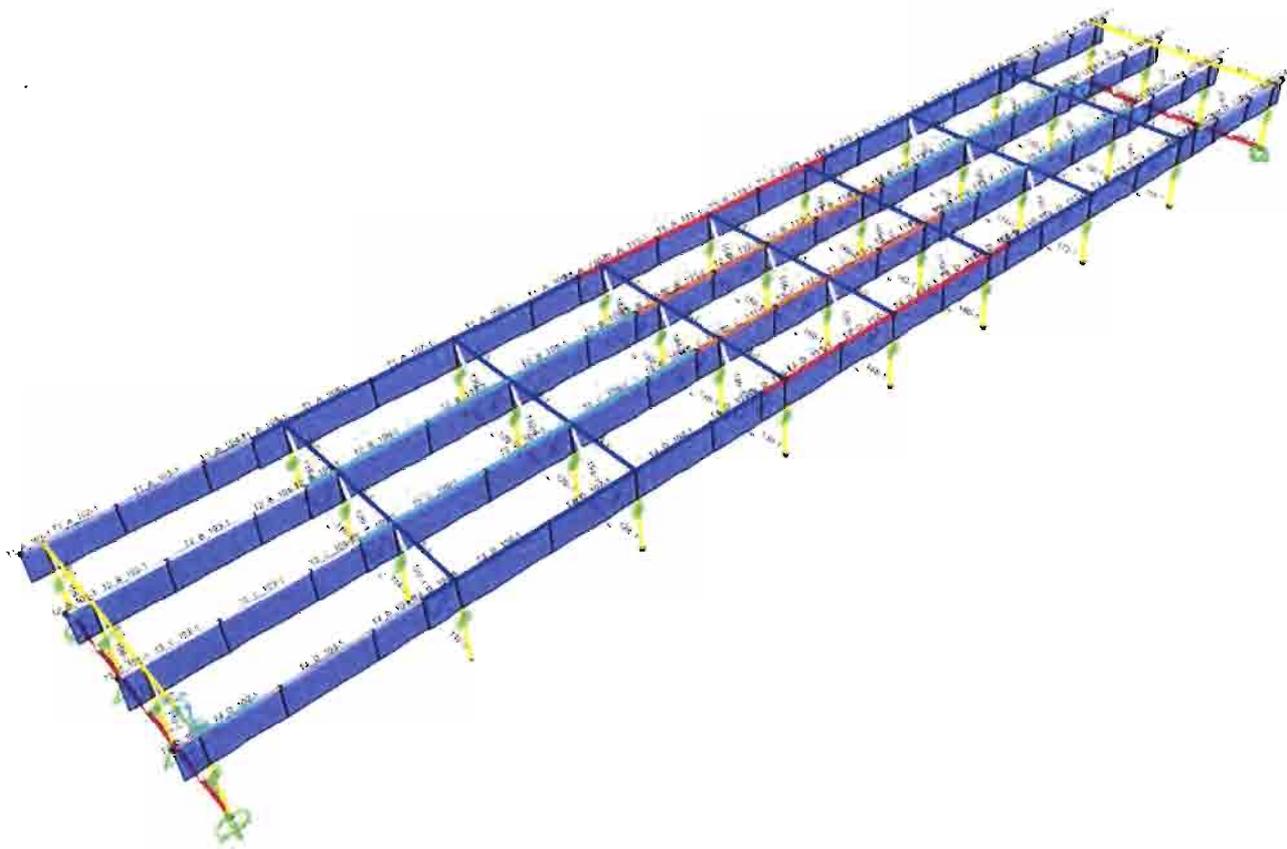
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	49 di 121



Carico Veicolare Gruppo 1: momento flettente longitudinale 8868 kNm

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	50 di 121



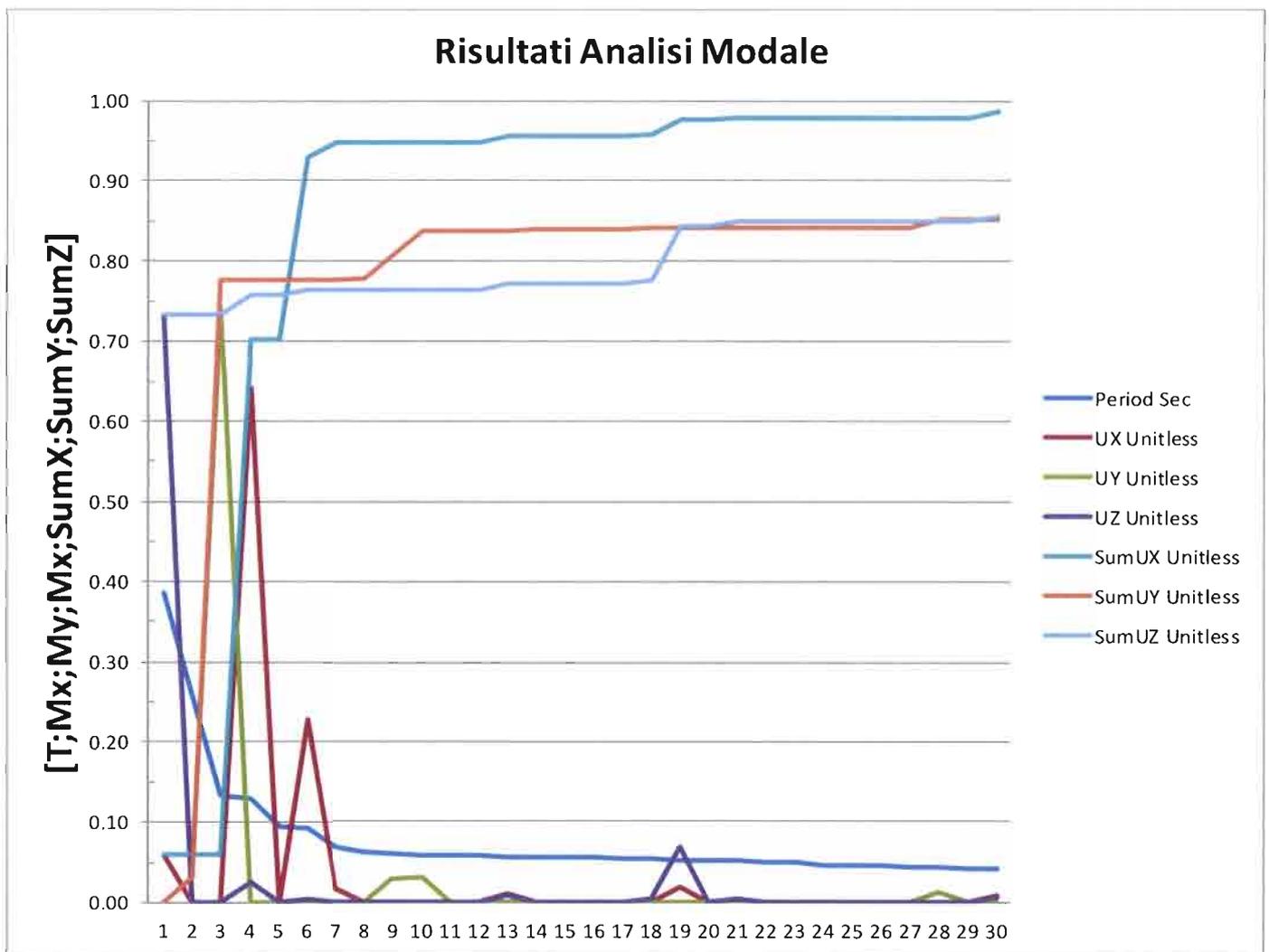
Carico Ritiro: momento flettente longitudinale 3667 kNm

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	51 di 121

6.2.2 ANALISI MODALE

L'analisi è stata effettuata considerando le prime 30 forme modali consentendo di attivare oltre l'85% della massa nelle tre direzioni X,Y e Z. I risultati sono sintetizzati in forma grafica e tabellare.



Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	52 di 121

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.38	0.06	0.00	0.73	0.06	0.00	0.73
MODAL	Mode	2	0.26	0.00	0.03	0.00	0.06	0.03	0.73
MODAL	Mode	3	0.13	0.00	0.74	0.00	0.06	0.78	0.73
MODAL	Mode	4	0.13	0.64	0.00	0.03	0.70	0.78	0.76
MODAL	Mode	5	0.10	0.00	0.00	0.00	0.70	0.78	0.76
MODAL	Mode	6	0.09	0.23	0.00	0.00	0.93	0.78	0.76
MODAL	Mode	7	0.07	0.02	0.00	0.00	0.95	0.78	0.76
MODAL	Mode	8	0.06	0.00	0.00	0.00	0.95	0.78	0.76
MODAL	Mode	9	0.06	0.00	0.03	0.00	0.95	0.81	0.76
MODAL	Mode	10	0.06	0.00	0.03	0.00	0.95	0.84	0.76
MODAL	Mode	11	0.06	0.00	0.00	0.00	0.95	0.84	0.76
MODAL	Mode	12	0.06	0.00	0.00	0.00	0.95	0.84	0.76
MODAL	Mode	13	0.06	0.01	0.00	0.01	0.96	0.84	0.77
MODAL	Mode	14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.96	0.84	0.77
MODAL	Mode	15	0.05	0.00	0.00	0.00	0.96	0.84	0.77
MODAL	Mode	16	0.05	0.00	0.00	0.00	0.96	0.84	0.77
MODAL	Mode	17	0.05	0.00	0.00	0.00	0.96	0.84	0.77
MODAL	Mode	18	0.05	0.00	0.00	0.00	0.96	0.84	0.78
MODAL	Mode	19	0.05	0.02	0.00	0.07	0.98	0.84	0.84
MODAL	Mode	20	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.84
MODAL	Mode	21	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.85
MODAL	Mode	22	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.85
MODAL	Mode	23	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.85
MODAL	Mode	24	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.85
MODAL	Mode	25	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.85
MODAL	Mode	26	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.85
MODAL	Mode	27	0.04	0.00	0.00	0.00	0.98	0.84	0.85
MODAL	Mode	28	0.04	0.00	0.01	0.00	0.98	0.85	0.85
MODAL	Mode	29	0.04	0.00	0.00	0.00	0.98	0.85	0.85
MODAL	Mode	30	0.04	0.01	0.00	0.01	0.99	0.85	0.86

	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A	FOGLIO 53 di 121

6.2.3 ANALISI SPETTRALE

Il modello di calcolo è stato oggetto di sei analisi sismiche distinte: le prime tre per lo SLV rispettivamente per la direzione di ingresso dell'azione sismica longitudinale, trasversale e verticale; le restanti tre per le analisi sismiche allo SLD sempre per le tre direzioni principali (dir X Y e Z).

Le sollecitazioni risultano non dimensionanti per l'impalcato stesso oggetto della presente relazione. Tuttavia nel paragrafo 6.3.5 sono riportati gli scarichi massimi sugli apparecchi di appoggio indotti dall'azione sismica.

6.3 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali dell'opera sono riportate nei paragrafi seguenti separate in paragrafi specifici per i singoli elementi: trave di riva; traversi; controvento superiore; controvento inferiore; apparecchi di appoggio.

6.3.1 TRAVE DI RIVA

La trave esterna più sollecitata è composta dalla successione di 5 conci rispettivamente della tipologia C1-C2-C3-C2-C1. Il dettaglio dell'assegnazione dei conci ai 24 frame (impiegati per la modellazione della singola trave) è riportato nella tabella seguente.

Elem Mod	Sezione iniz	Sezione fin	Soletta	Lunghezza	Ascissa iniz	Ascissa fin	
T4_D_101	C01	C01	NF	0.6	0.00	0.60	SPB
T4_D_102	C01	C01	NF	2	0.60	2.60	
T4_D_103	C01	C01	NF	2.5	2.60	5.10	
T4_D_104	C01	C01	NF	1.5	5.10	6.60	
T4_D_105	C02	C02	NF	1	6.60	7.60	
T4_D_106	C02	C02	NF	3	7.60	10.60	
T4_D_107	C02	C02	NF	3	10.60	13.60	
T4_D_108	C02	C02	NF	3	13.60	16.60	
T4_D_109	C02	C02	NF	2	16.60	18.60	
T4_D_110	C03	C03	NF	1	18.60	19.60	
T4_D_111	C03	C03	NF	2.5	19.60	22.10	
T4_D_112	C03	C03	NF	2.5	22.10	24.60	
T4_D_113	C03	C03	NF	2.5	24.60	27.10	
T4_D_114	C03	C03	NF	2.5	27.10	29.60	
T4_D_115	C03	C03	NF	1	29.60	30.60	
T4_D_116	C02	C02	NF	2	30.60	32.60	
T4_D_117	C02	C02	NF	3	32.60	35.60	
T4_D_118	C02	C02	NF	3	35.60	38.60	
T4_D_119	C02	C02	NF	3	38.60	41.60	
T4_D_120	C02	C02	NF	1	41.60	42.60	
T4_D_121	C01	C01	NF	1.5	42.60	44.10	
T4_D_122	C01	C01	NF	2.5	44.10	46.60	
T4_D_123	C01	C01	NF	2	46.60	48.60	
T4_D_124	C01	C01	NF	0.6	48.60	49.20	SPA

Le caratteristiche geometriche dei singoli conci sono descritte nella tabella seguente.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	55 di 121

			C01	C02	C03
<u>Geometria viadotto</u>	Campata (Terminale/Centrale)	C [-]	Terminale	Centrale	Centrale
	Soletta (F=Fessurata/NF=Non Fessurata)	S [-]	NF	NF	NF
	Luce di calcolo campata	L [m]	48.00	48.00	48.00
	Altezza trave acciaio	h [mm]	2800	2800	2800
	Larghezza complessiva impalcato	B [m]	3.35	3.35	3.35
	Numero travi in acciaio	n [-]	1	1	1
	Inclinazione travi in acciaio	α [°]	0	0	0
<u>Trave in acciaio</u>	<i>Ala inferiore</i>	L ₁ [mm]	800	800	800
		s ₁ [mm]	18	38	38
		L ₂ [mm]	0	0	0
		s ₂ [mm]	0	0	0
	<i>Ala superiore</i>	L ₃ [mm]	0	0	0
		s ₃ [mm]	0	0	0
		L ₄ [mm]	600	600	600
		s ₄ [mm]	18	33	38
	<i>Anima</i>	h _w [mm]	2764	2729	2724
		s _w [mm]	18.00	14.00	14.00
		s _{w, incl} [mm]	18.00	14.00	14.00

Per quanto concerne la larghezza efficace della soletta è stata valutata pari al valore minimo tra il semi l'interasse delle travi ed Le/8 (pari a 6 m). Nel caso specifico a 3 metri per le travi interne e 3.35 per le travi di riva.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	56 di 121

			C01	C02	C03
<u>Trave in acciaio</u>	Altezza	h [m]	2.800	2.800	2.800
	Baricentro verticale	y [m]	1.333	1.236	1.285
	Baricentro orizzontale	x [m]	0.000	0.000	0.000
	Area	A [m ²]	0.0750	0.0884	0.0913
	Costante torsionale	J _t [m ⁴]	0.0000	0.0000	0.0000
	Momento di inerzia verticale	J ₃ [m ⁴]	0.0801	0.1172	0.1238
	Momento di inerzia orizzontale	J ₂ [m ⁴]	0.0011	0.0022	0.0023
	Area taglio verticale	A ₂ [m ²]	0.0498	0.0382	0.0381
	Area taglio orizzontale	A ₃ [m ²]	0.0252	0.0502	0.0532

			C01	C02	C03
<u>Trave composta (n=E_s/E_c)</u>	Altezza	h [m]	3.110	3.110	3.110
	Baricentro verticale	y [m]	2.417	2.317	2.322
	Baricentro orizzontale	x [m]	0.000	0.000	0.000
	Area	A [m ²]	0.2178	0.2312	0.2341
	Costante torsionale	J _t [m ⁴]	0.0000	0.0000	0.0000
	Momento di inerzia verticale	J ₃ [m ⁴]	0.2150	0.2851	0.2857
	Momento di inerzia orizzontale	J ₂ [m ⁴]	0.1410	0.1581	0.1582
	Area taglio verticale	A ₂ [m ²]	0.0498	0.0382	0.0381
	Area taglio orizzontale	A ₃ [m ²]	0.1594	0.1844	0.1874

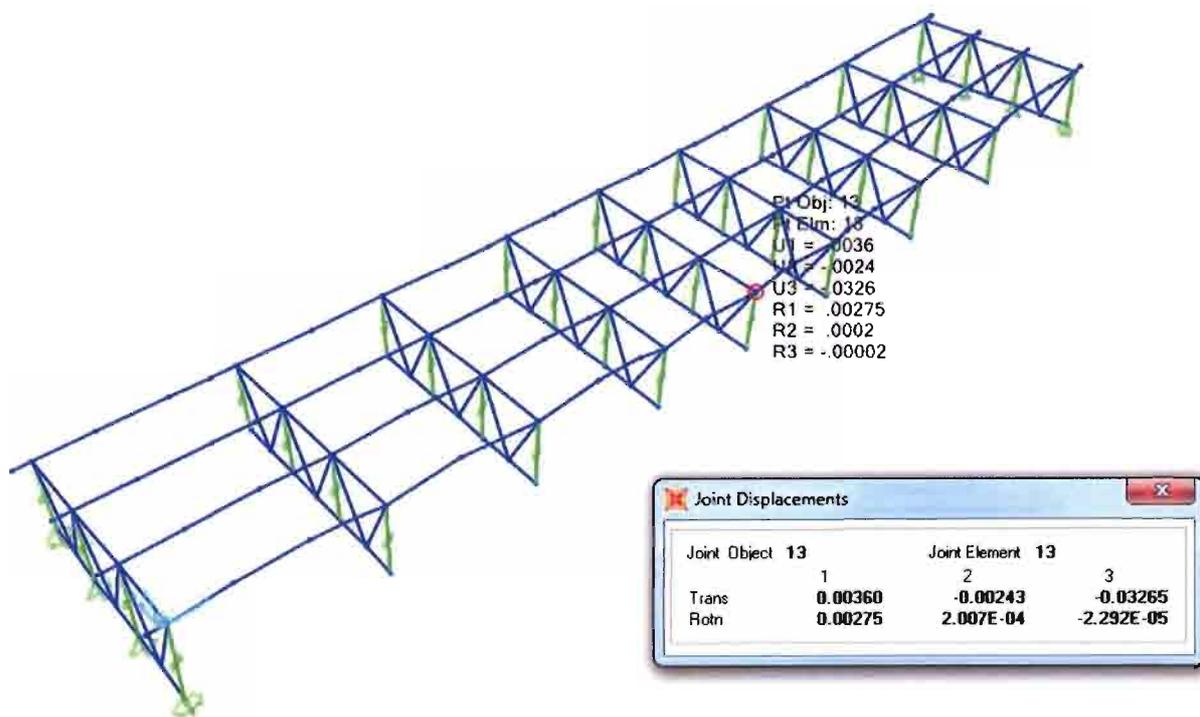
			C01	C02	C03
<u>Trave composta (n=(1+φ)E_s/E_c)</u>	Altezza	h [m]	3.110	3.110	3.110
	Baricentro verticale	y [m]	2.069	1.944	1.960
	Baricentro orizzontale	x [m]	0.000	0.000	0.000
	Area	A [m ²]	0.1351	0.1485	0.1515
	Costante torsionale	J _t [m ⁴]	0.0000	0.0000	0.0000
	Momento di inerzia verticale	J ₃ [m ⁴]	0.1671	0.2216	0.2238
	Momento di inerzia orizzontale	J ₂ [m ⁴]	0.0636	0.0808	0.0809
	Area taglio verticale	A ₂ [m ²]	0.0498	0.0382	0.0381
	Area taglio orizzontale	A ₃ [m ²]	0.0767	0.1017	0.1047

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	57 di 121

6.3.1.1 Verifiche di deformabilità

La verifica di deformabilità dell'impalcato è stata effettuata valutando la freccia indotta dal carico accidentale veicolare che risulta pari a 33 mm, valore inferiore a 60 mm pari ad 1/800 della luce dell'impalcato. Si riporta nel seguito una rappresentazione della deformata dell'impalcato con indicazione numerica dello spostamento massimo.



Carico veicolare Gruppo 1: abbassamento massimo 33 mm

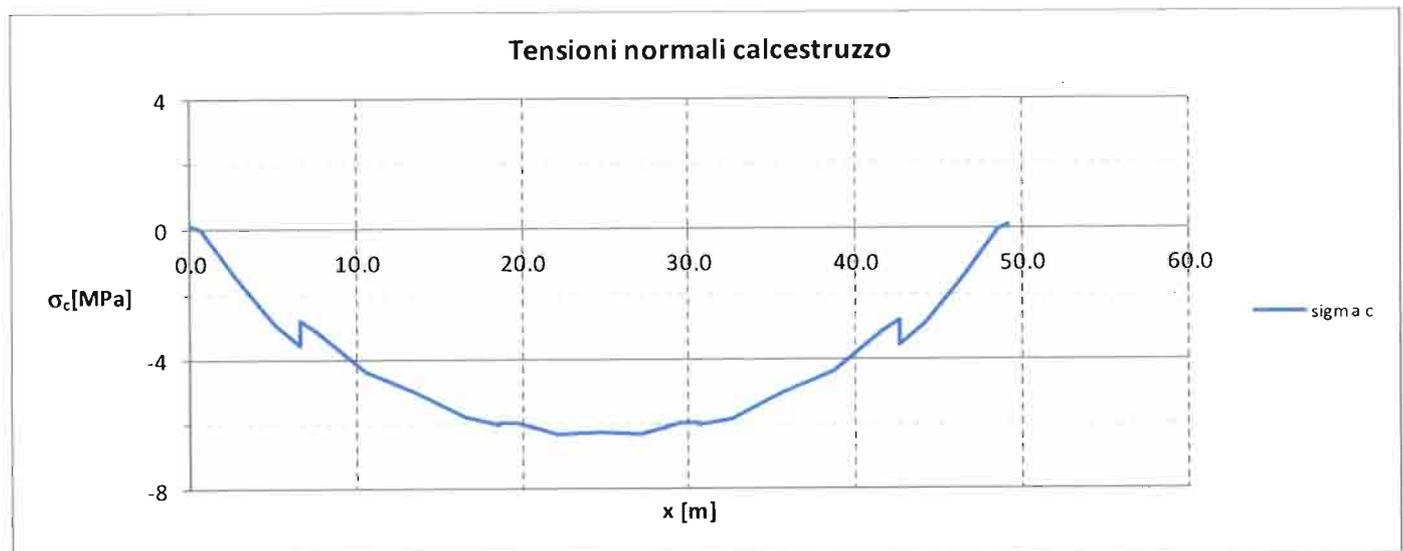
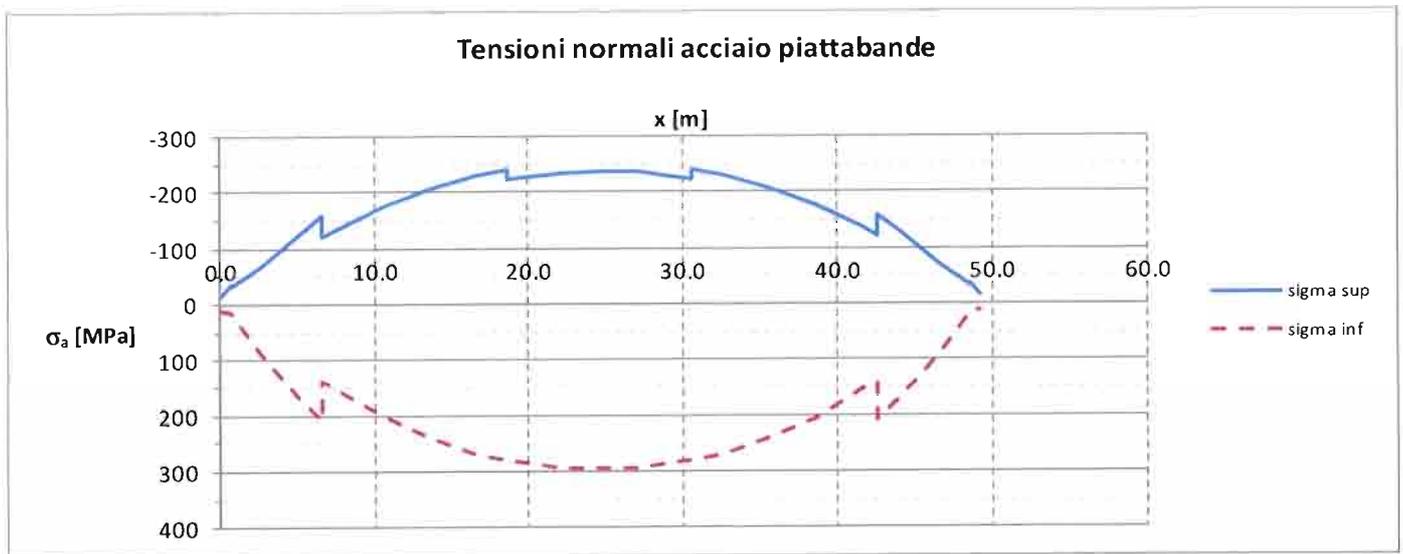
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	58 di 121

6.3.1.2 Verifiche di resistenza della sezione mista

Si procede nel seguito al calcolo dello stato tensionale a breve e lungo termine sulla trave. I risultati sono presentati in forma grafica.

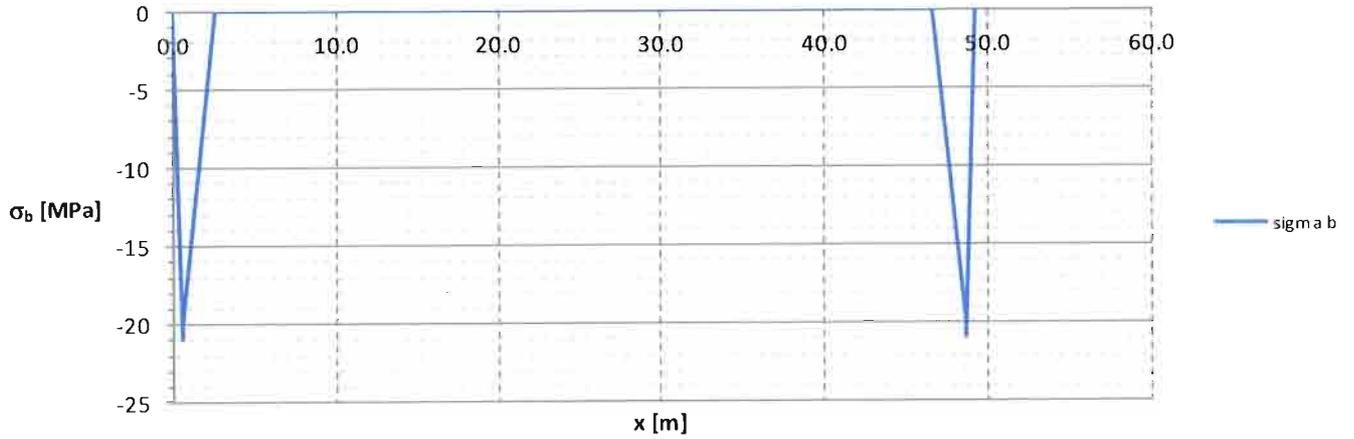
6.3.1.1 Breve termine



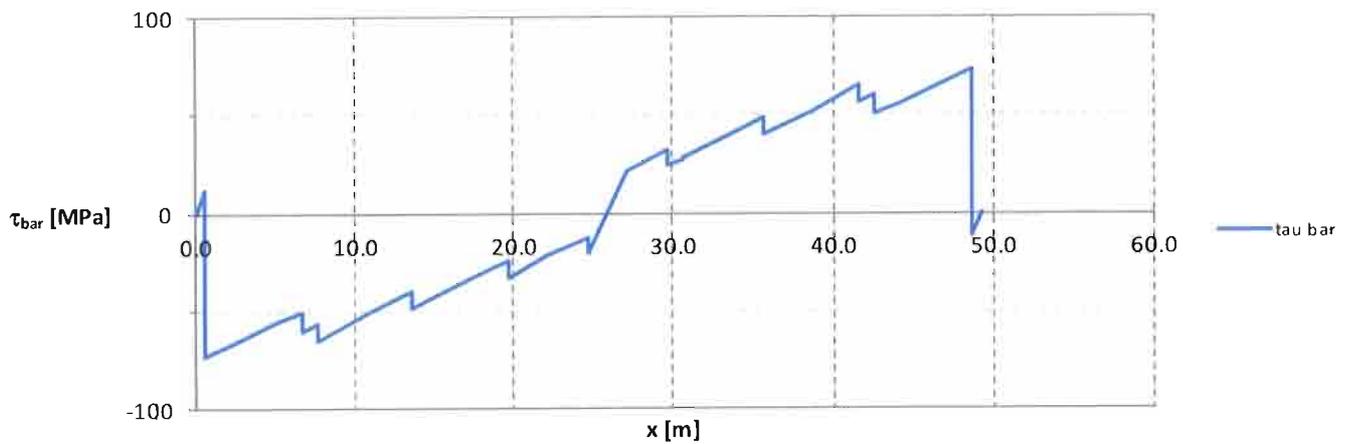
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	59 di 121

Tensioni normali armatura soletta



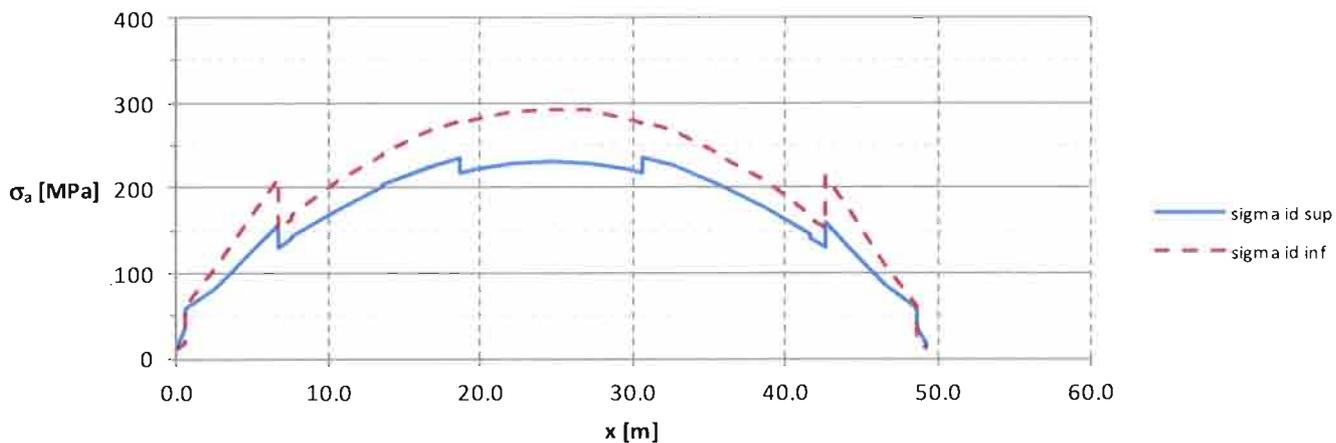
Tensione tangenziale baricentro anima



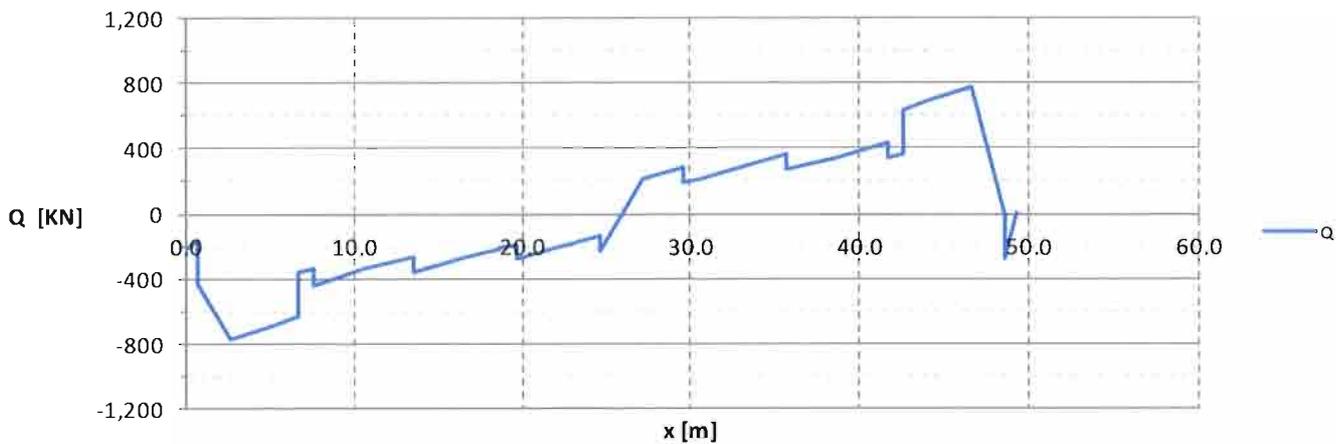
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	60 di 121

Tensioni ideali estremità anima



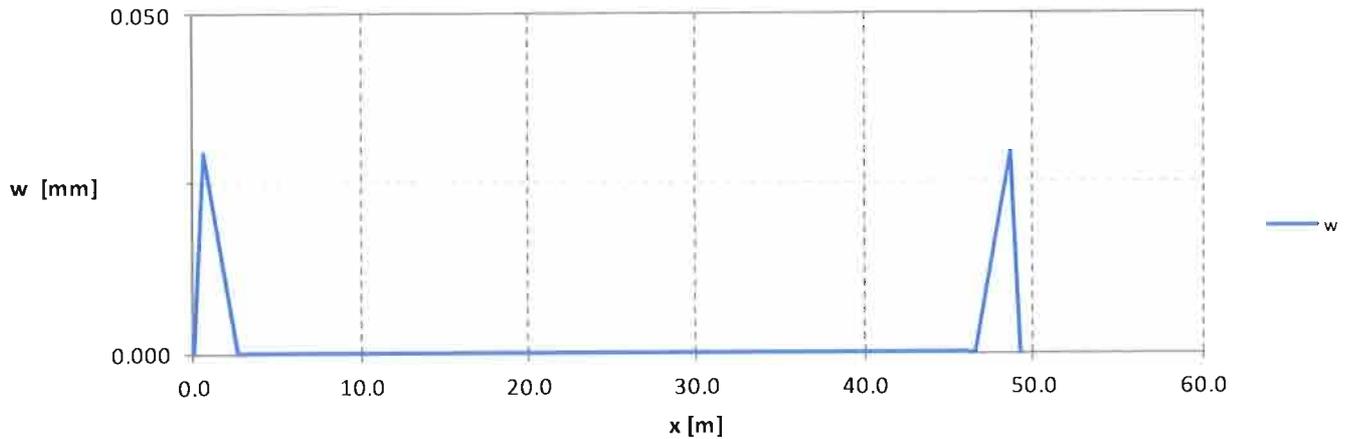
Sforzo di scorrimento



Impalcato - Relazione di calcolo

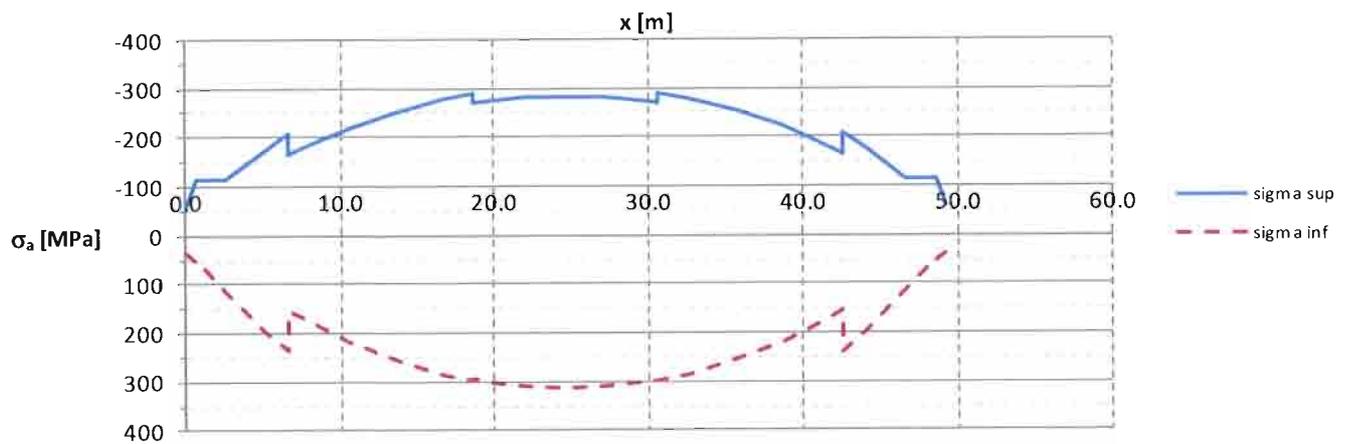
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	61 di 121

Apertura fessure



6.3.1.1 Lungo termine

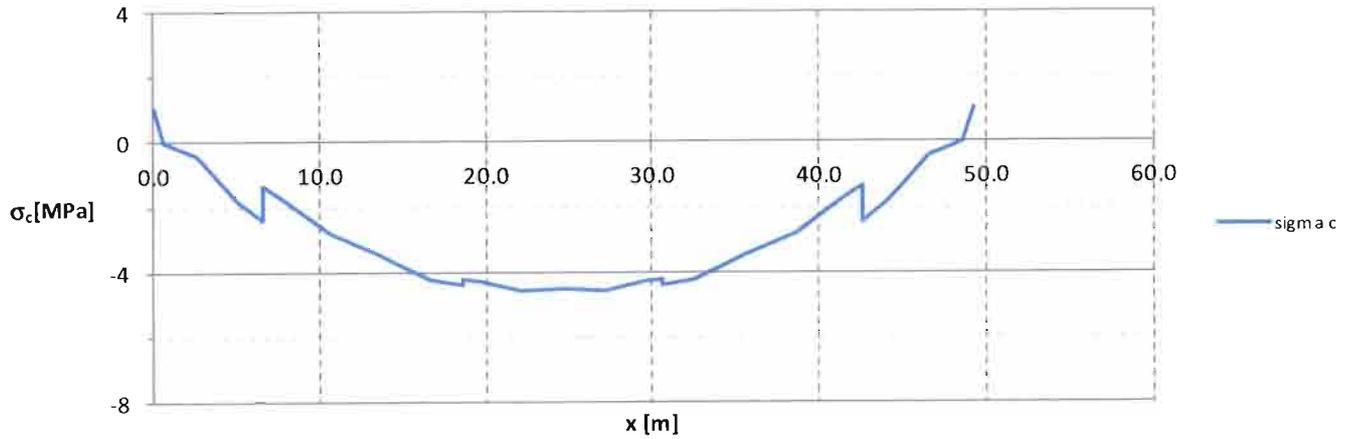
Tensioni normali acciaio piattabande



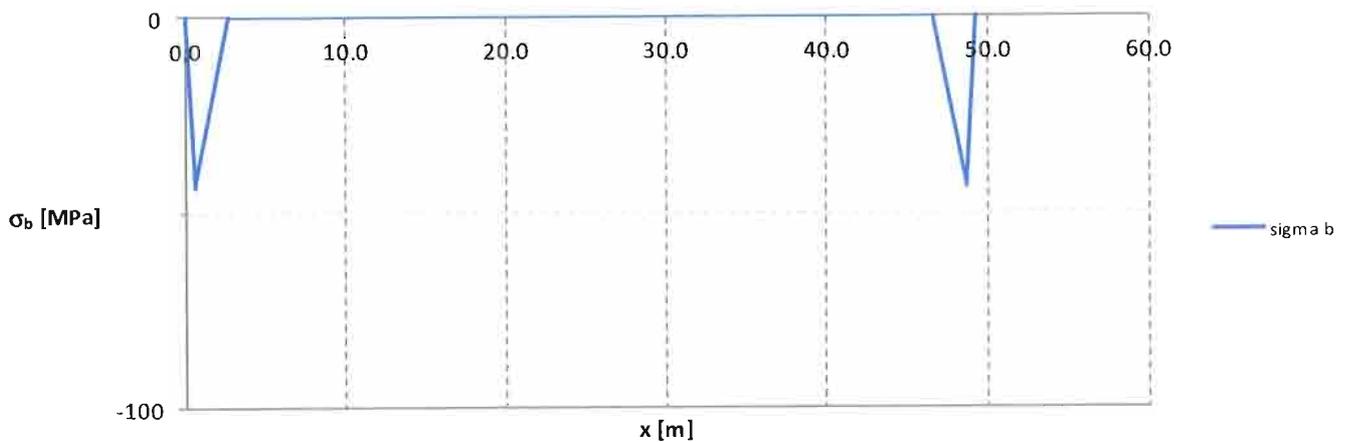
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	62 di 121

Tensioni normali calcestruzzo



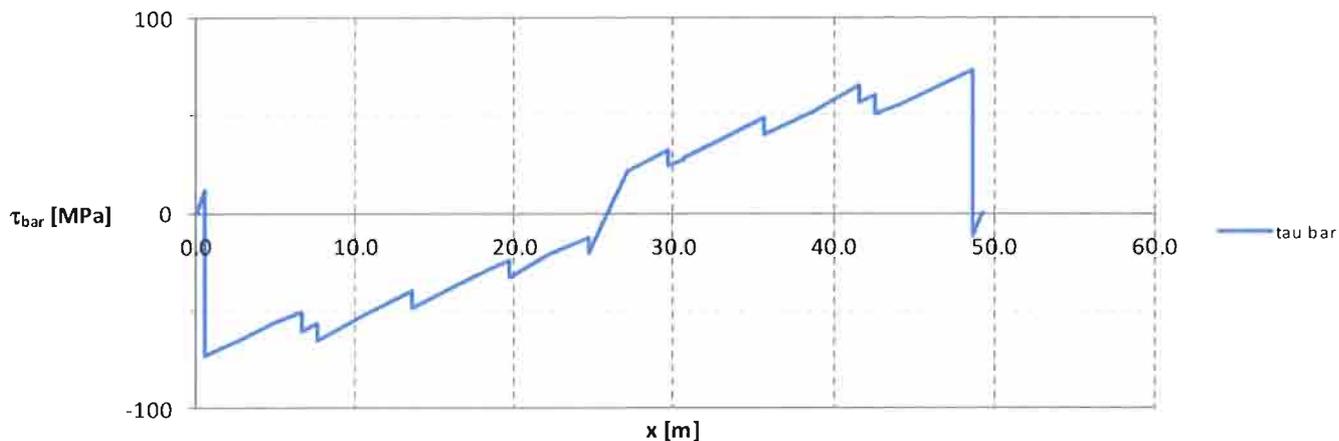
Tensioni normali armatura soletta



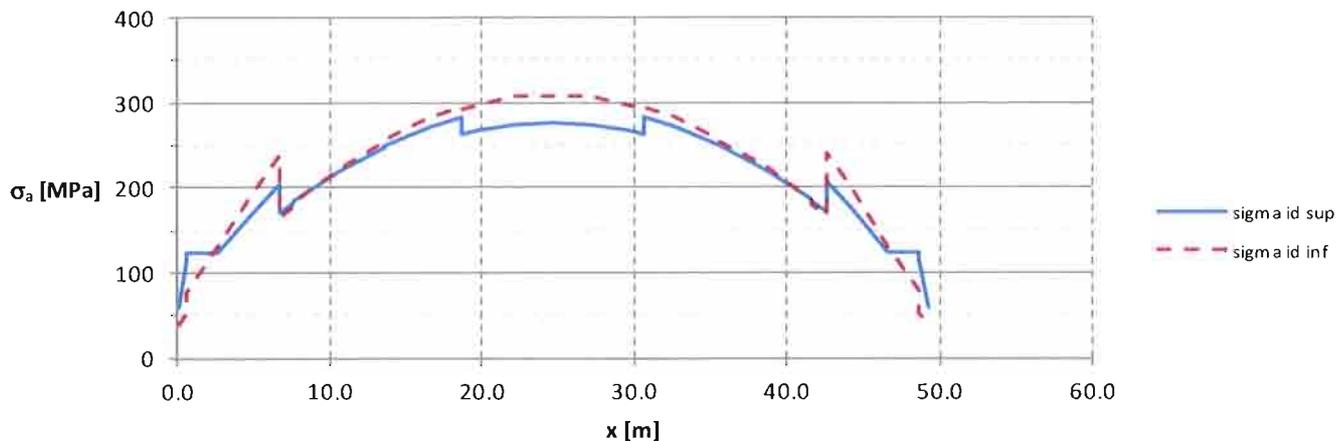
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	63 di 121

Tensione tangenziale baricentro anima



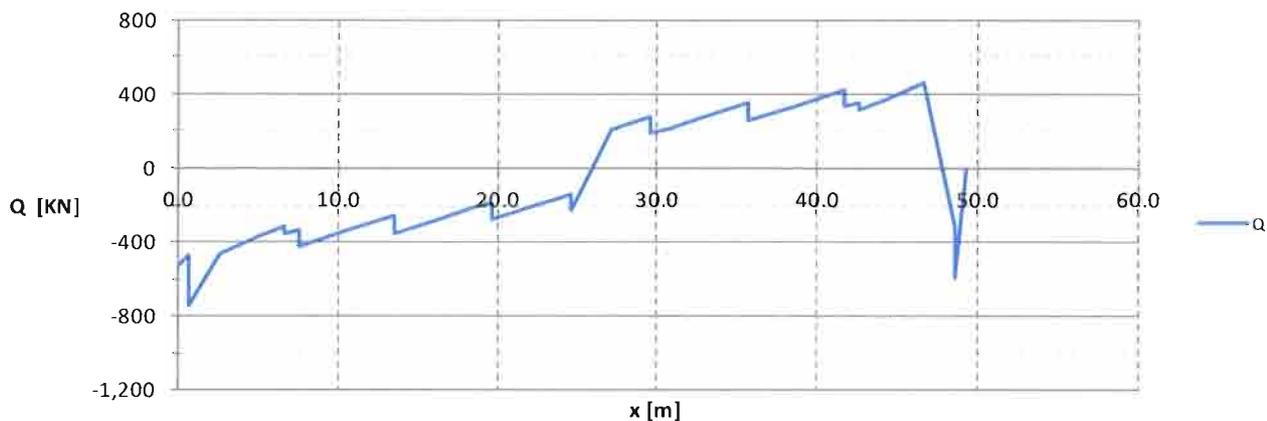
Tensioni ideali estremità anima



Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	64 di 121

Sforzo di scorrimento



Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	65 di 121

6.3.1.1.1 Rapporto sintetico di verifica

Per ogni tipologia di concio per la sola progressiva corrispondenza della quale si riscontrano le tensioni massime si riporta una sintesi numerica delle tensioni di calcolo.

Tipologia Concio		C01	C02	C03
Ascissa	[m]	42.60	30.60	24.60
TENSIONI TOTALI (t=0)				
Tensione al lembo superiore acciaio	$\sigma_{a,sup}$ [MPa]	-159.04	-241.21	-237.03
Tensione al lembo inferiore acciaio	$\sigma_{a,inf}$ [MPa]	210.63	282.52	295.73
Tensione al lembo superiore cls	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	-3.56	-6.04	-6.24
Tensione al lembo inferiore cls	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	-1.45	-3.18	-3.27
Tensione armatura sup. soletta	$\sigma_{b,sup}$ [MPa]	0.00	0.00	0.00
Tensione armatura inf. soletta	$\sigma_{b,inf}$ [MPa]	0.00	0.00	0.00
Taglio al baricentro	τ_{bar} [MPa]	50.60	27.92	-12.19
Tensione ideale anima superiore	$\sigma_{id,sup}$ [MPa]	159.75	235.58	229.88
Tensione ideale anima inferiore	$\sigma_{id,inf}$ [MPa]	212.26	277.99	290.57
TENSIONI TOTALI (t=inf)				
Tensione al lembo superiore acciaio	$\sigma_{a,sup}$ [MPa]	-207.16	-288.26	-283.06
Tensione al lembo inferiore acciaio	$\sigma_{a,inf}$ [MPa]	239.43	300.16	313.33
Tensione al lembo superiore cls	$\sigma_{c,sup}$ [MPa]	-2.44	-4.40	-4.49
Tensione al lembo inferiore cls	$\sigma_{c,inf}$ [MPa]	0.01	-1.42	-1.42
Tensione armatura sup. soletta	$\sigma_{b,sup}$ [MPa]	0.00	0.00	0.00
Tensione armatura inf. soletta	$\sigma_{b,inf}$ [MPa]	0.00	0.00	0.00
Taglio al baricentro	τ_{bar} [MPa]	50.60	27.93	-12.19
Tensione ideale anima superiore	$\sigma_{id,sup}$ [MPa]	206.67	281.78	275.03
Tensione ideale anima inferiore	$\sigma_{id,inf}$ [MPa]	240.04	294.32	306.88
Apertura fessure	w_k [mm]	-	-	-

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	66 di 121

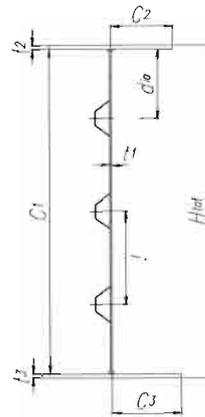
6.3.1.2 Verifiche di resistenza della trave metallica

Per i singoli conci si effettua la verifica della sola trave in acciaio (sezione di classe 4). La verifica viene effettuata in corrispondenza dell'ascissa in cui si riscontra il massimo valore della tensione normale e del taglio

6.3.1.1 Concio C1 Sezione

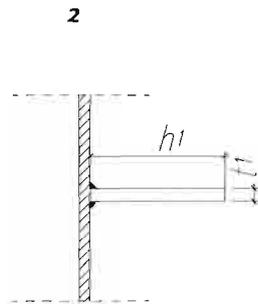
Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2800	mm	
C1=	2760	mm	
t1=	20	mm	
C2=	290	mm	
t2=	20	mm	
C3=	390	mm	
t3=	20	mm	
Irrigidimento=	2	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr, long=	1	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi, irr, long=	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	2500	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
As, lorda =	86800	mm ²	area sezione lorda
ZGs, lorda =	1361.7	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
Is, lorda, y =	9.040E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
YGs, lorda =	4.15	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
Is, lorda, z =	1.26E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
Ap, anima =	58800	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
Yp, anima =	6.12	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
Ip, anima =	4.536E+07	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima
Classe anima	4	Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)	
Classe ala sup.	4	Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)	
Classe ala inf.	4	Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)	

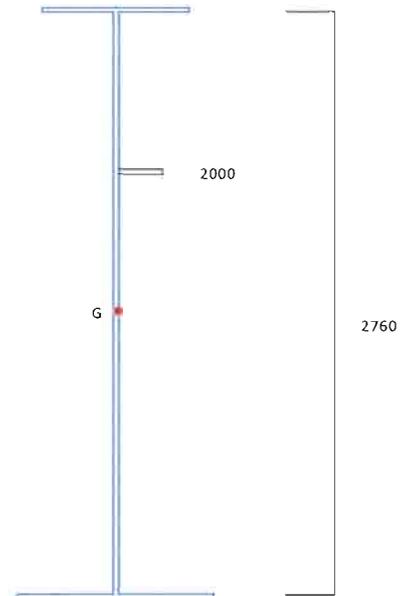


Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	67 di 121



n = 1
[mm]
t₁ = 20
h_i = 180



Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

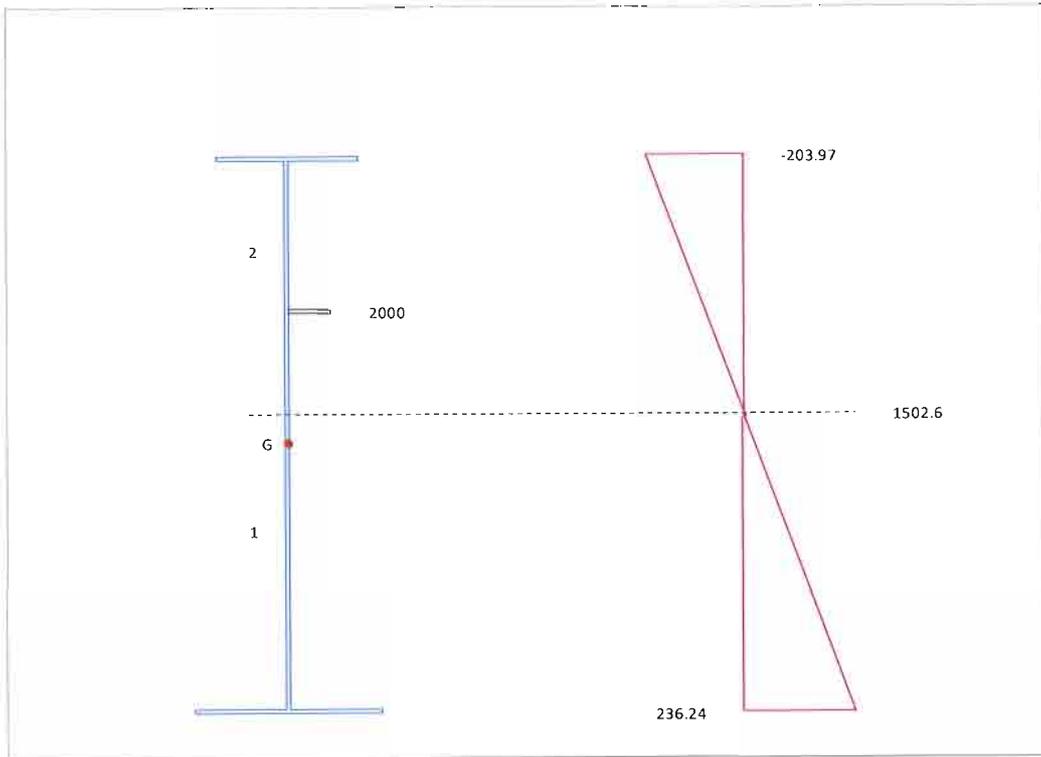
t ₁ =	20.0	mm	spessore irrigidimento
t ₂ =	-	mm	-
h _i =	180.0	mm	altezza irrigidimento
b _{min,i} =	-	mm	-
l =	-	mm	-
l _{coll.} =	506.0	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
a =	2500.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
A _{sl,i} =	13720	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
S _{sl,i,z} =	497200.0	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
y _{sl,i} =	26.24	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
I _{sl,i,z} =	3.66E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

Tensioni di progetto:

σ _{Edsup.} =	-207.16	N/mm ²	Tensione al lembo superiore
σ _{Edinf.} =	239.43	N/mm ²	Tensione al lembo inferiore

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	68 di 121



Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	69 di 121

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	1931.3	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	14418.0	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} =$	3027.8	kN	Taglio di progetto

$h_w =$	2760	mm	altezza pannello
$t =$	20	mm	spessore pannello
$n_{irJong} =$	1		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{ef} =$	2.847		
$k_c =$	9.487		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta =$	1.2		
$h_w/t =$	138.00		> 64.4501143411675 verifica necessaria!

$\sigma_E =$	1.00	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} =$	9.46	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f =$	243	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w =$	1.48		coefficiente di snellezza
$\chi_w =$	0.63		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{Rk} =$	11467.8	KNm	momento resistente di progetto

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$V_{bw,Rd} =$	6466.66	KN	contributo resistente dell'anima
---------------	---------	----	----------------------------------

$$M_{f,red} = \frac{M_{Rk}}{\gamma_{M1}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{(A_R + A_R) \cdot f_{yf}} \right)$$

$M_{f,red} =$	10919.47	KNm	momento resistente di progetto ridotto
---------------	----------	-----	--

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Rk}}{M_{f,red}} \right) \right]$$

$V_{bf,Rd} =$	-9.4	KN	contributo resistente delle piattabande
---------------	------	----	---

$$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 12342.28 \text{ KN}$$

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$V_{b,Rd} =$	6457.2	KN	> 3027.8 Verifica soddisfatta!
--------------	---------------	-----------	--

$\eta_3 =$	0.469
------------	--------------

Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{subpannello}$	$b_{edge/inf}$	$b_{edge/sup}$	b_{inf}	b_{sup}
2	750.0	0.4057	1.0000	750.0	326.5	FALSO	FALSO	423.5
1	1990.0	-2.8548	1.0000	516.2	FALSO	309.7	206.5	0.0

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	70 di 121

Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	b _{subpannello}	b _{eff}	b _{edge/inf,eff}	b _{edge/sup,eff}	b _{inf,eff}	b _{sup,eff}	x _{eff}
2	750.0	0.4057	1.0000	750.0	750.0	326.5	0.0	0.0	423.5	0.0
1	1990.0	-2.8548	1.0000	516.2	516.2	0.0	309.7	206.5	0.0	0.0

caratteristiche geometriche lorde irrigidimenti maggiormente compressi

	Irrigi.1	Irrigi.2		
$A_{s1,i}$	16600.10	-	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{s1,i,z}$	4.90E+05	-	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$y_{s1,i}$	19.52	-	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{s1,i,z}$	3.84E+07	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

verifica stabilità di piastra:

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

b ₁	=	760.0	mm	
b ₂	=	2000.0	mm	
a _c	=	6131.42	mm	
$\sigma_{cr,sl}$	=	788.63	Mpa	tensione critica euleriana
$\sigma_{\sigma,p}$	=	788.63	N/mm ²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

A _c	=	16422.67	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
A _{sl,eff}	=	3600.00	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho_{loc, bc, loc, t}$	=	13000.10	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
A _{c,eff,loc}	=	16600.10	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p$	=	1.0108		
λ_p	=	0.6745		snellezza relativa di piastra del pannello
ψ	=	-1.1582		
ρ	=	1		

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	71 di 121

verifica stabilità di colonna:

$b_c = 1277.4$ mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl} = 517.4$ mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} = 16600.10$ mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} = 3.842E+07$ mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} = 767.60$ N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso

$\sigma_{\sigma,c} = 1895.17$ N/mm² tensione critica di colonna

$A_{sl,1,eff.} = 16600.10$ mm ²	
$\beta_{\lambda,c} = 1.0000$	
$\lambda_c = 0.433$	snellezza relativa di colonna del pannello
$i = 48.11$ mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell'irrigiditore
$e_2 = 19.52$ mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 = 80.48$ mm	
$e = 80.48$ mm	
$\alpha = 0.49$	fattore di imperfezione
$\alpha_e = 0.641$	fattore di imperfezione amplificato
$\Phi = 0.6682$	

$\chi_c = 0.8494$ fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\xi = 0.0000$

$\rho_c = 0.849 = (\rho - \chi_c)\xi(2 - \xi) + \chi_c$

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} = 16.99$ mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} = 16.99$ mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} = -$ mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} = 84307.15$ mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} = 1339.44$ mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$Y_{Gs,lorda} = 3.63$ mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda efficace-asse anima
$e_{Nz} = -22.21$ mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$e_{Ny} = -0.52$ mm	
$I_{y,eff.} = 8.99E+10$ mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} = -6.15E+07$ mm ³	modulo di resistenza "y"
$I_{z,eff.} = 6.59E+16$ mm ⁴	
$W_{z,eff.} = 3.74E+14$ mm ³	
$N_{Ed} = 1931.3$ KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} = 14418.0$ KNm	Momento di progetto
$M_{Loc_Ed} = 0.00$ KNm	Momento LOCALE di progetto

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	72 di 121

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{y,eff}} + \frac{M_{z,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{z,eff}} \leq 1.0$$

0.7140 < 1 Verifica soddisfatta!

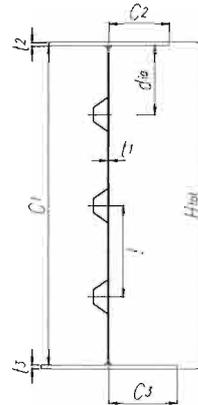
$$\eta_1 = 0.71$$

$$\eta_{comb.} = 0.71$$

6.3.1.1 Concio C2 Sezione

Geometria trave - pannello d'anima

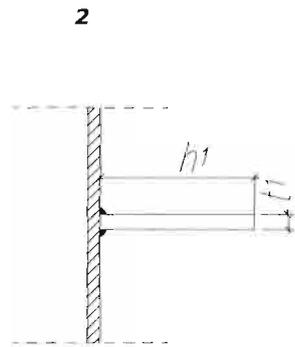
Htot=	2800	mm	
C1=	2725	mm	
t1=	16	mm	
C2=	292	mm	
t2=	35	mm	
C3=	392	mm	
t3=	40	mm	
Irrigidimento=	2	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr, long=	1	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi, irr, long=	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	3000	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
As, lorda =	100200	mm ²	area sezione lorda
ZGs, lorda =	1273.1	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
Is, lorda, y =	1.279E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
YGs, lorda =	3.52	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
Is, lorda, z =	2.38E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
Ap, anima =	47200	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
Yp, anima =	7.47	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
Ip, anima =	4.259E+07	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



Classe anima	4	Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
Classe ala sup.	3	Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
Classe ala inf.	3	Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	73 di 121

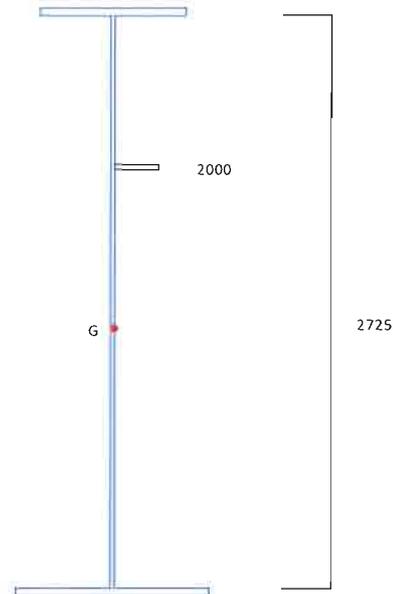


$$n = 1$$

[mm]

$$t_1 = 20$$

$$h_i = 180$$



Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

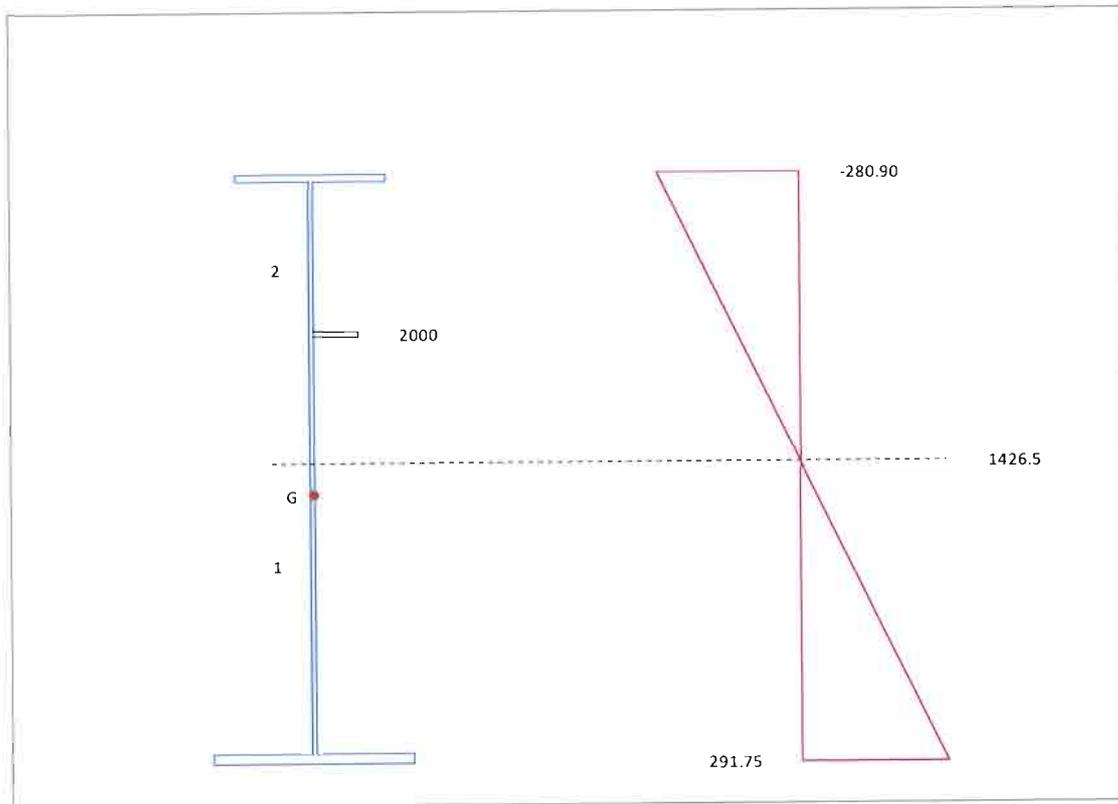
$t_1 = 20.0$	mm	spessore irrigidimento
$t_2 = -$	mm	-
$h_i = 180.0$	mm	altezza irrigidimento
$b_{min,i} = -$	mm	-
$l = -$	mm	-
$l_{coll.} = 408.8$	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
$a = 3000.0$	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
$A_{sl,i} = 10140.8$	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} = 433926.4$	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$y_{sl,i} = 34.79$	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} = 3.22E+07$	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	74 di 121

Tensioni di progetto:

$\sigma_{Edsup.} = -288.26 \text{ N/mm}^2$ Tensione al lembo superiore
 $\sigma_{Edinf.} = 300.16 \text{ N/mm}^2$ Tensione al lembo inferiore



Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	b _{subpannello}	b _{edge/inf}	b _{edge/sup}	b _{inf}	b _{sup}
2	715.0	0.4576	0.9265	715.0	314.8	FALSO	FALSO	400.2
1	1990.0	-2.2696	1.0000	608.6	FALSO	365.2	243.5	0.0

Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	b _{subpannello}	b _{eff}	b _{edge/inf,eff}	b _{edge/sup,eff}	b _{inf,eff}	b _{sup,eff}	X _{eff}
2	715.0	0.4576	0.9265	715.0	662.4	291.7	0.0	0.0	370.8	52.6
1	1990.0	-2.2696	1.0000	608.6	608.6	0.0	365.2	243.5	0.0	0.0

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	75 di 121

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	3268.1	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	26883.6	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} =$	983	kN	Taglio di progetto

$h_w =$	2725	mm	altezza pannello
$t =$	16	mm	spessore pannello
$N_{irr, long} =$	1		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{t1} =$	4.254		
$k_t =$	10.034		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta =$	1.2		
$h_w/t =$	170.31		> 66.2821597068191 verifica necessaria!

$\sigma_E =$	0.66	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} =$	6.57	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f =$	425.25	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w =$	1.77		coefficiente di snellezza
$\chi_w =$	0.55		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{rk} =$	20060.9	KNm	momento resistente di progetto

$$V_{bw, Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$V_{bw, Rd} =$	4497.13	KN	contributo resistente dell'anima
----------------	---------	----	----------------------------------

$$M_{f, red} = \frac{M_{Rk}}{\gamma_{M1}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M10}}{(A_n + A_k) \cdot f_{yf}} \right)$$

$M_{f, red} =$	19102.18	KNm	momento resistente di progetto ridotto
----------------	----------	-----	--

$$V_{bf, Rd} = \frac{b_f \cdot t^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t^2 \cdot f_{yf}}{1 \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f, red}} \right) \right]$$

$V_{bf, Rd} =$	-62.7	KN	contributo resistente delle piattabande
----------------	-------	----	---

$$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 9748.61 \text{ KN}$$

$$V_{b, Rd} = V_{bw, Rd} + V_{bf, Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$V_{b, Rd} =$	4434.4	KN	> 983 Verifica soddisfatta!
---------------	---------------	-----------	---------------------------------------

$$\eta_3 = 0.222$$

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	76 di 121

caratteristiche geometriche lorde irrigidimenti maggiormente compressi

	Irrigi.1	Irrigi.2	
$A_{sl,i} =$	14218.23	-	mm ² area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z} =$	4.38E+05	-	mm ³ momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i} =$	22.79	-	mm distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z} =$	3.58E+07	-	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

verifica stabilità di piastra:

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

$b_1 =$	725.0	mm	
$b_2 =$	2000.0	mm	
$a_c =$	6978.91	mm	
$\sigma_{cr,sl} =$	599.90	Mpa	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p} =$	599.90	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

$A_c =$	14055.80	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.} =$	3600.00	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\Sigma \rho_{loc} b_{c,loc} t =$	10147.31	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc} =$	13747.31	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p =$	0.9781		
$\lambda_p =$	0.7608		snellezza relativa di piastra del pannello
$\psi =$	-1.0386		
$\rho =$	1		

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	77 di 121

verifica stabilità di colonna:

$b_c = 1338.5$ mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,1} = 613.5$ mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} = 14218.23$ mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} = 3.583E+07$ mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} = 580.26$ N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} = 1265.99$ N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} = 13747.31$ mm ²	
$\beta_{A,c}^c = 0.9669$	
$\lambda_c = 0.521$	snellezza relativa di colonna del pannello
$i = 50.20$ mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 = 22.79$ mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 = 75.21$ mm	
$e = 75.21$ mm	
$\alpha = 0.49$	fattore di imperfezione
$\alpha_e = 0.625$	fattore di imperfezione amplificato
$\Phi = 0.7358$	
$\chi^c = 0.7964$	fattore di riduzione instabilità di colonna

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	78 di 121

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$$\zeta = 0.0000$$

$$\rho_c = 0.796 = (\rho - \chi_c)\xi(2 - \xi) + \chi_c$$

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	12.74	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{s1,1,eff.} =$	15.93	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{s1,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	98140.33	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} =$	1237.41	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$Y_{Gs.lorda} =$	2.86	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda efficace-asse anima
$e_{Nz} =$	-35.70	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$e_{Ny} =$	-0.66	mm	
$I_{y,eff.} =$	1.29E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-8.27E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$I_{z,eff.} =$	1.55E+17	mm ⁴	
$W_{z,eff.} =$	8.77E+14	mm ³	
$N_{Ed} =$	3268.1	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	26883.6	KNm	Momento di progetto
$M_{Loc.Ed} =$	0.00	KNm	Momento LOCALE di progetto

$$\frac{d}{eff} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{y,eff}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{z,eff}} \leq 1.0$$

0.8821 < 1 Verifica soddisfatta!

$$\eta_1 = 0.88$$

$$\eta_{comb.} = 0.88$$

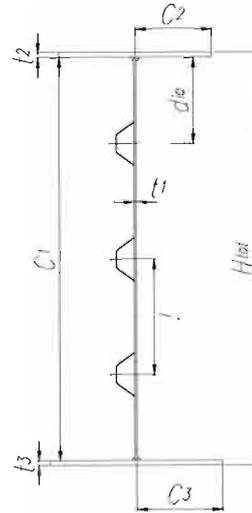
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	79 di 121

6.3.1.2 Concio C3 Sezione

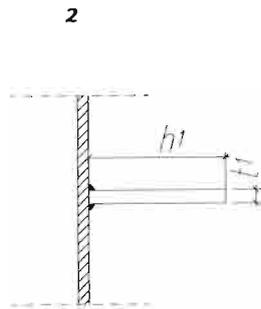
Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2800	mm	
C1=	2720	mm	
t1=	16	mm	
C2=	292	mm	
t2=	40	mm	
C3=	392	mm	
t3=	40	mm	
Irrigidimento=	2	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr, long=	1	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi, irr, long=	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	2500	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
A _{s, lorda} =	103120	mm ²	area sezione lorda
Z _{Gs, lorda} =	1315.3	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
I _{s, lorda, y} =	1.342E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
Y _{Gs, lorda} =	3.42	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
I _{s, lorda, z} =	2.47E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
A _{p, anima} =	47120	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
Y _{p, anima} =	7.49	mm	posizione "Y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
I _{p, anima} =	4.258E+07	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima
Classe anima	4	Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)	
Classe ala sup.	2	Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)	
Classe ala inf.	3	Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)	

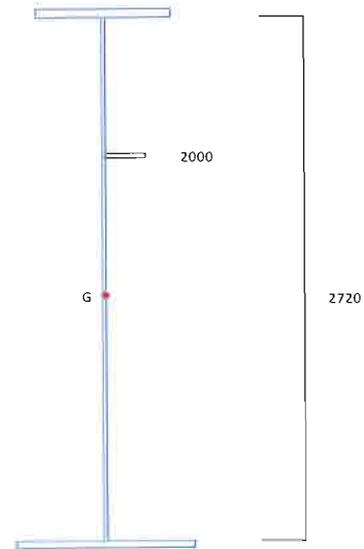


Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	80 di 121



n = 1
[mm]
t₁ = 20
h_i = 180



Irrigidimenti longitudinali sull'anima:

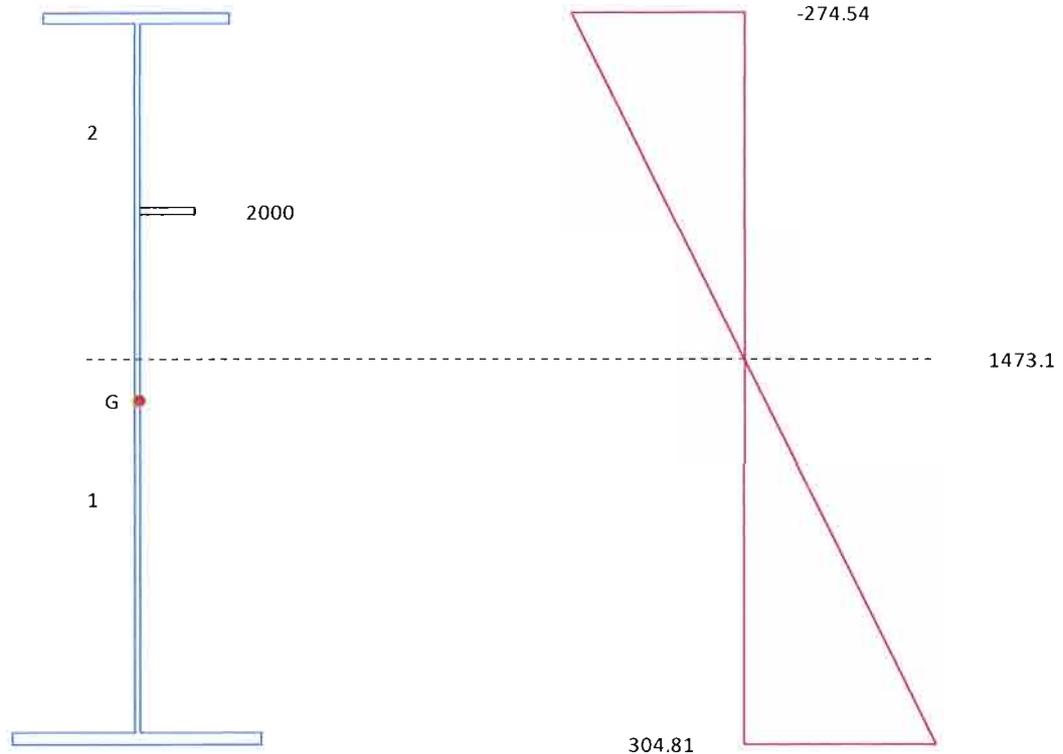
t ₁ =	20.0	mm	spessore irrigidimento
t ₂ =	-	mm	-
h _i =	180.0	mm	altezza irrigidimento
b _{min,i} =	-	mm	-
l =	-	mm	-
l _{coll.} =	408.8	mm	larghezza pannello collaborante con l'irrigidimento
a =	2500.0	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
A _{sl,i} =	10140.8	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
S _{sl,i,z} =	433926.4	mm ³	momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
y _{sl,i} =	34.79	mm	distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
I _{sl,i,z} =	3.22E+07	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

Tensioni di progetto:

σ _{E_dsup.} =	-283.06	N/mm ²	Tensione al lembo superiore
σ _{E_dinf.} =	313.33	N/mm ²	Tensione al lembo inferiore

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	81 di 121



Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	$b_{\text{edge/inf}}$	$b_{\text{edge/sup}}$	b_{inf}	b_{sup}
2	710.0	0.4414	0.9359	710.0	311.5	FALSO	FALSO	398.5
1	1990.0	-2.5152	1.0000	566.1	FALSO	339.7	226.4	0.0

Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	b_{att}	$b_{\text{edge/inf,att}}$	$b_{\text{edge/sup,att}}$	$b_{\text{inf,att}}$	$b_{\text{sup,att}}$	x_{att}
2	710.0	0.4414	0.9359	710.0	664.5	291.5	0.0	0.0	372.9	45.5
1	1990.0	-2.5152	1.0000	566.1	566.1	0.0	339.7	226.4	0.0	0.0

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	82 di 121

Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} = 3421.3$ kN Sforzo normale di progetto

$M_{Ed} = 28588.4$ kNm Momento di progetto

$V_{Ed} = 427$ kN Taglio di progetto

$h_w = 2720$ mm altezza pannello

$t = 16$ mm spessore pannello

$N_{irr,long} = 1$ numero di irrigidimenti longitudinali

$k_{tI} = 4.252$

$k_t = 10.026$ coefficiente per instabilità a taglio

$\eta = 1.2$

$h_w/t = 170.00 > 66.2558299927365$ verifica necessaria!

$\sigma_E = 0.66$ N/mm² tensione critica euleriana

$\tau_{cr} = 6.59$ N/mm² tensione tangenziale critica

$f_{yw} = 355.00$ N/mm² tensione di snervamento del pannello

$f_{yf} = 355.00$ N/mm² tensione di snervamento della piattabanda

$b_f = 486$ mm larghezza efficace della piattabanda

$\lambda_w = 1.77$ coefficiente di snellezza

$\chi_w = 0.55$ coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello

$M_{fk} = 22903.8$ KNm momento resistente di progetto

$$V_{bw,Rd} = \frac{Z_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$V_{bw,Rd} = 4493.51$ KN contributo resistente dell'anima

$$M_{f,red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{S10}} \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{S10}}{(A_R + A_R) \cdot f_{yf}} \right)$$

$M_{f,red} = 21809.21$ KNm momento resistente di progetto ridotto

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{S10}} \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,red}} \right) \right]$$

$V_{bf,Rd} = -70.5$ KN contributo resistente delle piattabande

$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 9730.72$ KN

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$V_{b,Rd} = 4423.1$ KN > 427 Verifica soddisfatta!

$\eta_3 = 0.097$

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	83 di 121

caratteristiche geometriche lorde irrigidimenti maggiormente compressi

	Irrigi.1	Irrigi.2	
$A_{sl,i}$	13919.08	-	mm ² area sezione lorda dell'irrigiditore
$S_{sl,i,z}$	4.35E+05	-	mm ³ momento statico sezione lorda dell'irrigiditore
$Y_{sl,i}$	23.28	-	mm distanza asse baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore - asse anima
$I_{sl,i,z}$	3.56E+07	-	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore

verifica stabilità di piastra:

piastra con un solo irrigiditore longitudinale in zona compressa:

b_1	=	720.0	mm	
b_2	=	2000.0	mm	
a_c	=	6948.59	mm	
$\sigma_{cr,sl}$	=	863.02	Mpa	tensione critica euleriana
$\sigma_{cr,p}$	=	863.02	N/mm²	tensione critica del pannello per instabilità di piastra

coefficiente di riduzione per comportamento a piastra:

A_c	=	13771.16	mm ²	area lorda pannello in compressione eccetto subpannelli esterni
$A_{sl,eff.}$	=	3600.00	mm ²	area effettiva irrigidimenti in zona compressa
$\sum \rho_{loc} b_{c,loc} t$	=	9910.27	mm ²	area effettiva pannello in zona compressa
$A_{c,eff,loc}$	=	13510.27	mm ²	area efficace pannello e irrigidimenti in zona compressa
$\beta_{A,c}^p$	=	0.9811		
λ_p	=	0.6353		snellezza relativa di piastra del pannello
ψ	=	-1.1102		
ρ	=	1		

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	84 di 121

verifica stabilità di colonna:

$b_c = 1286.9$	mm	distanza lembo maggiormente compresso - asse neutro
$b_{sl,1} = 566.9$	mm	distanza irr. maggiormente compresso - asse neutro
$A_{sl,1} = 13919.08$	mm ²	area sezione lorda dell'irrigiditore
$I_{sl,1} = 3.563E+07$	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione lorda dell'irrigiditore
$\sigma_{cr,sl} = 848.92$	N/mm ²	tensione critica euleriana irri. maggiormente compresso
$\sigma_{cr,c} = 1927.18$	N/mm²	tensione critica di colonna
$A_{sl,1,eff.} = 13510.27$	mm ²	
$\beta_{A,c}^c = 0.9706$		
$\lambda_c = 0.423$		snellezza relativa di colonna del pannello
$i = 50.60$	mm	raggio d'inerzia sezione lorda dell' irrigiditore
$e_2 = 23.28$	mm	distanza lamiera- baricentro sezione efficace irrigi.
$e_1 = 74.72$	mm	
$e = 74.72$	mm	
$\alpha = 0.49$		fattore di imperfezione
$\alpha_e = 0.623$		fattore di imperfezione amplificato
$\Phi = 0.6588$		
$\chi_c = 0.8591$		fattore di riduzione instabilità di colonna

coefficiente di riduzione per instabilità di piastra e di colonna:

$\zeta = 0.0000$

$\rho_c = 0.859$ $= (\rho - \chi_c)\xi(2 - \xi) + \chi_c$

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	85 di 121

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	13.75	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	17.18	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	102418,53	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} =$	1294,26	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$Y_{Gs.lorda} =$	2,96	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda efficace-asse anima
$e_{nz} =$	-21,02	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$e_{ny} =$	-0,46	mm	
$I_{y,eff.} =$	1,37E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	-9,09E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$I_{z,eff.} =$	1,32E+17	mm ⁴	
$W_{z,eff.} =$	7,48E+14	mm ³	
$N_{Ed} =$	3421,3	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	28588,4	KNm	Momento di progetto
$M_{Loc.Ed} =$	0,00	KNm	Momento LOCALE di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} f_y A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{\gamma_{M0} f_y W_{y,eff}} + \frac{M_{z,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{\gamma_{M0} f_y W_{z,eff}} \leq 1,0$$

0.9110 < 1 Verifica soddisfatta!

$$\eta_1 = 0.91$$

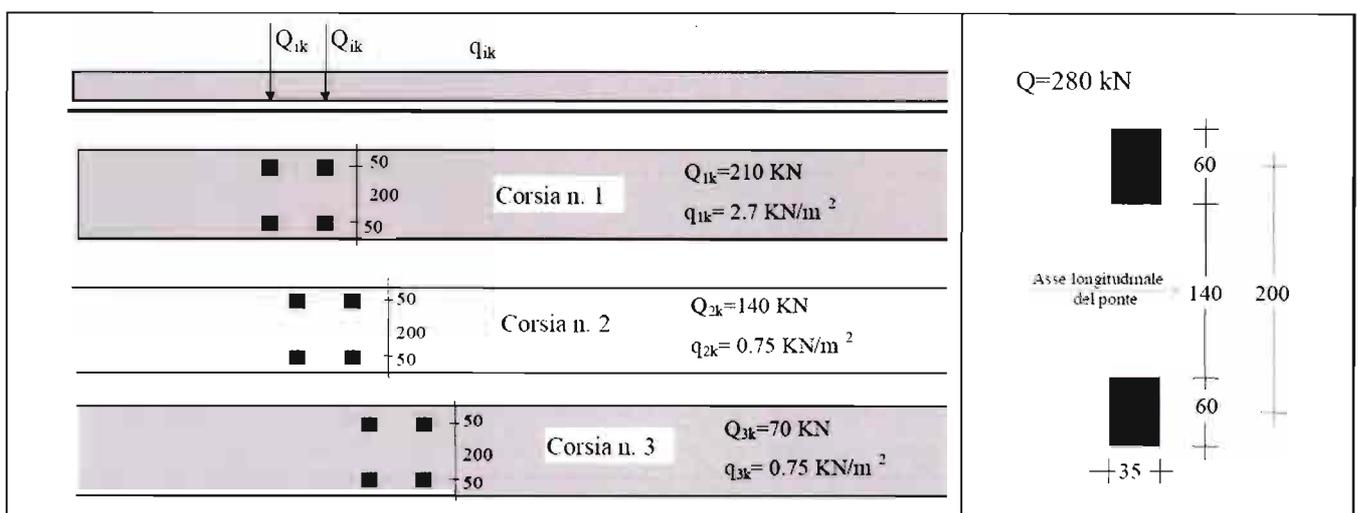
$$\eta_{comb.} = 0.91$$

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	86 di 121

6.3.1.1 Verifiche a Fatica

Le verifiche a fatica, in sede di progettazione definitiva, sono condotte sulla piattabanda inferiore (particolare $\Delta\sigma_a=71$ MPa). Il carico veicolare di fatica n° 1 impiegato per le verifiche è rappresentato nella figura seguente.



Lo stato tensionale limite sulla piattabanda inferiore è pari al valore di $(71 \text{ MPa} / \gamma_m) = 52.59 \text{ MPa}$ avendo assunto cautelativamente il valore di γ_m pari a 1.35 indicato in tabella C4.2.XII della circolare esplicativa delle vigenti NTC08.

Tabella C4.2.XII - Coefficienti parziali γ_{Mf} per verifiche a fatica

	Conseguenza della rottura per fatica	
	Moderate	Significative
Danneggiamento accettabile (strutture poco sensibili alla rottura per fatica)	$\gamma_{Mf}=1,00$	$\gamma_{Mf}=1,15$
Vita utile (strutture sensibili alla rottura per fatica)	$\gamma_{Mf}=1,15$	$\gamma_{Mf}=1,35$

Si è inoltre tenuto conto del coefficiente riduttivo k_s per i piatti con spessore superiore ai 25 mm.

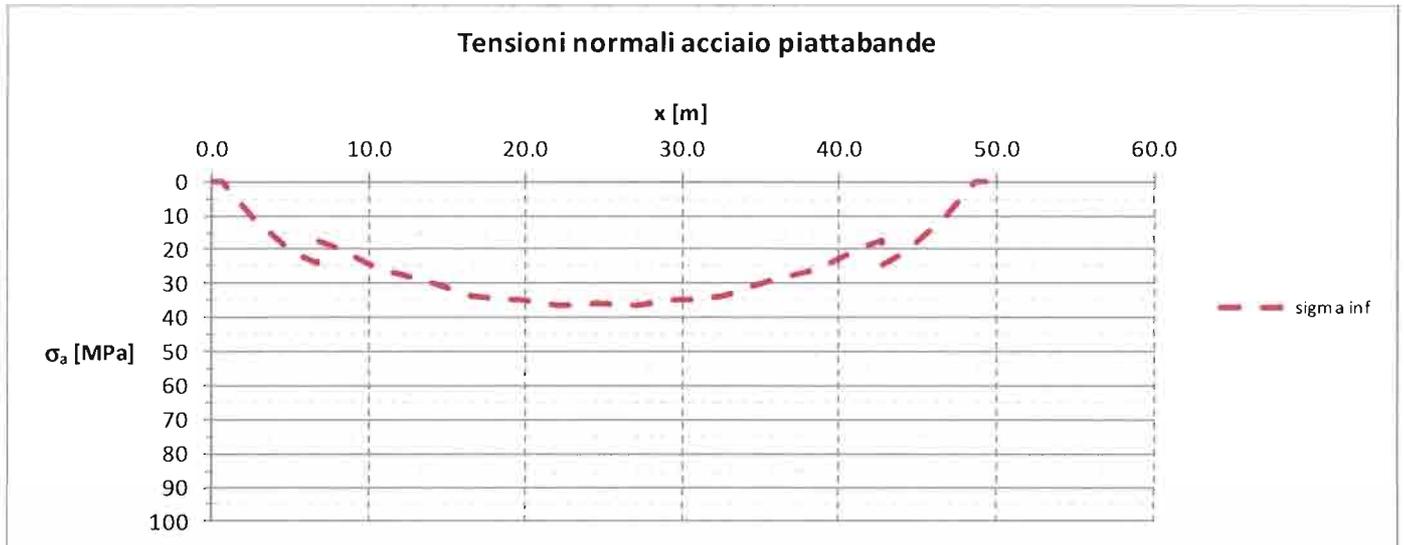
$$K_s = (25/t)^{0.2} = (25/40)^{0.2} = 0.91$$

Alla luce di quanto argomentato si evince come lo stato tensionale limite sulla piattabanda deve risultare inferiore a $(71 \text{ MPa} / \gamma_m) * K_s = 47.33 \text{ MPa}$.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	87 di 121

Lo stato tensionale sulla piattabanda inferiore indotto dal carico di fatica è esplicitato in forma grafica nella figura seguente; inoltre in corrispondenza della sezione iniziale e finale di ogni concio nella tabella successiva si riportano i valori numerici della tensione normale sulla piattabanda inferiore.



I valori numeri sono sintetizzati nella tabella seguente.

CONCIO	PROGRESSIVA	σ_n piattabanda inferiore
txt	[m]	[MPa]
C01	0	0.00
C01	6.6	24.53
C02	6.6	17.74
C02	18.6	34.65
C03	18.6	34.65
C03	24.6	35.98
C03	30.6	34.65
C02	30.6	34.64
C02	42.6	17.74
C01	42.6	24.53
C01	49.2	0.00

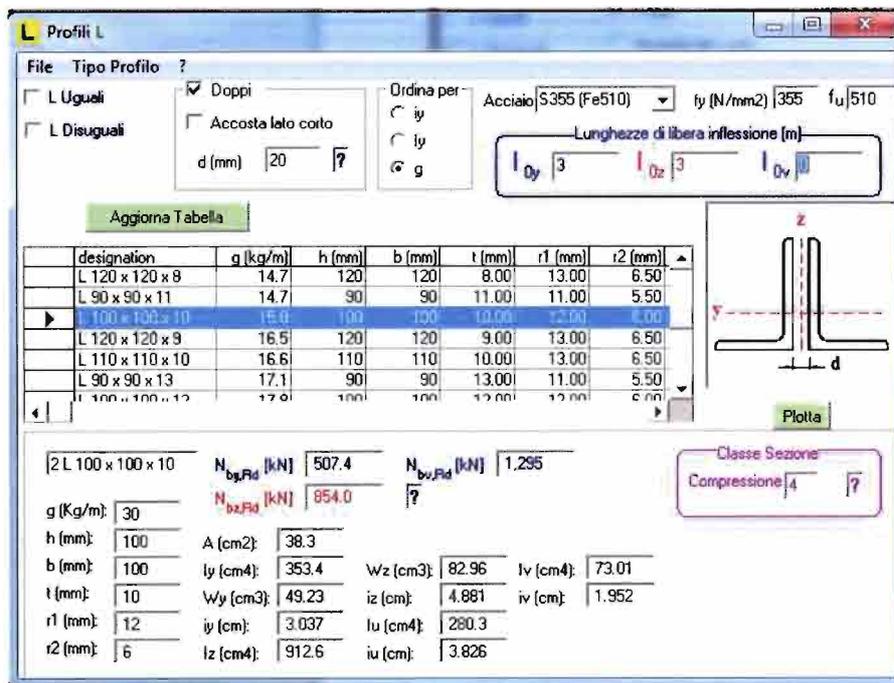
La verifica dimensionante si riscontrata alla progressiva 24.6 dell'impalcato (mezzeria) dove la tensione sulla piattabanda inferiore è pari a 35.98 MPa con valore di I.R. pari a 0.76 dove si è indicato con I.R. il rapporto tra la sollecitazione agente e la resistente per lo stato limite di Fatica. L'esito delle verifiche a fatica è pertanto positivo.

6.3.2 TRAVERSI

Nei tre paragrafi seguenti vengono riportate le verifiche degli elementi costituenti i traversi di campata: briglia superiore costituita da 2L100x10/20; diagonali realizzati mediante 2L120x12/20; briglia inferiore formata da 2L120x12/20. La conformazione a K dei traversi comporta la verifica dei singoli elementi costituenti il traverso stesso in campo elastico, risultando lo schema statico isostatico e non ammettendo di conseguenza la formazione di cerniere plastiche. Si procede pertanto nel seguito al calcolo

6.3.2.1 Briglia superiore (2L100x10/20)

La verifica della briglia superiore viene effettuata per la sola F0 in cui gli stessi si considerano efficaci per effetto delle azioni orizzontali trasversali quali il vento a ponte scarico. La sollecitazione agente risulta pari a $50 \times 1.5 = 75$ kN. La verifica risulta soddisfatta.



The screenshot shows the 'Profili L' software interface. It includes a table of L-profiles with the following data:

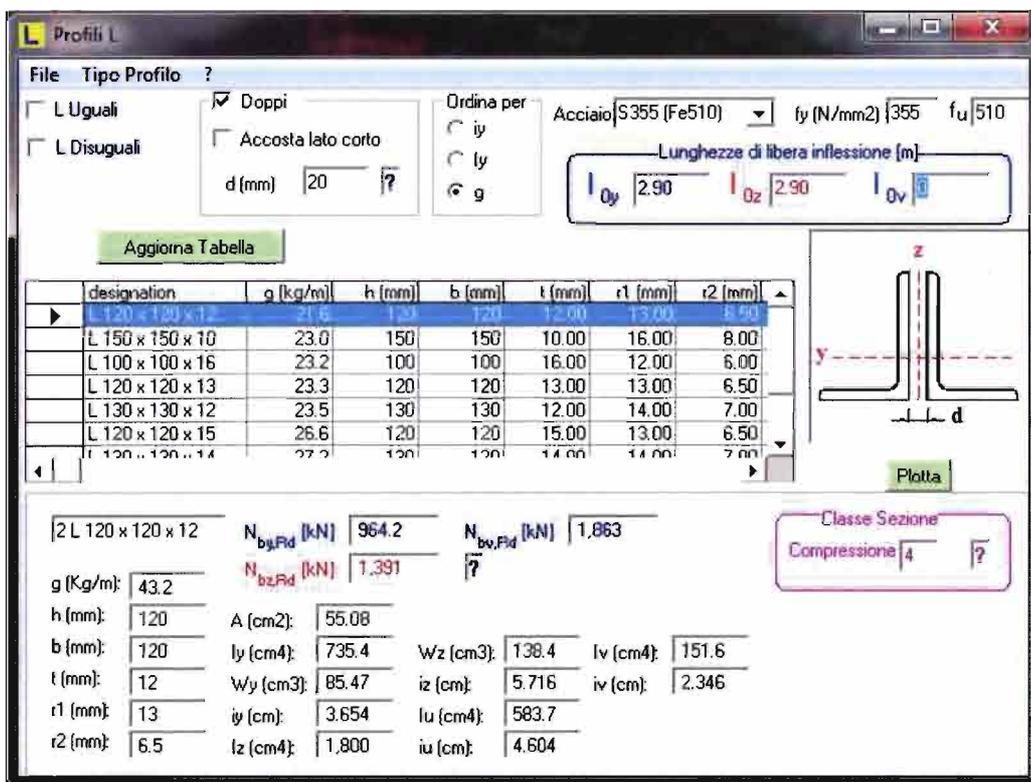
designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 120 x 120 x 8	14.7	120	120	8.00	13.00	6.50
L 90 x 90 x 11	14.7	90	90	11.00	11.00	5.50
L 100 x 100 x 10	15.8	100	100	10.00	13.00	6.50
L 120 x 120 x 9	16.5	120	120	9.00	13.00	6.50
L 110 x 110 x 10	16.6	110	110	10.00	13.00	6.50
L 90 x 90 x 13	17.1	90	90	13.00	11.00	5.50
L 100 x 100 x 12	17.0	100	100	12.00	13.00	6.50

Below the table, the software displays properties for the selected profile (2 L 100 x 100 x 10):

- $N_{bx,Rd}$ [kN]: 507.4
- $N_{bz,Rd}$ [kN]: 954.0
- $N_{bx,Rd}$ [kN]: 1.295
- $N_{bz,Rd}$ [kN]: ?
- g (Kg/m): 30
- h (mm): 100
- A (cm²): 38.3
- b (mm): 100
- I_y (cm⁴): 353.4
- W_y (cm³): 49.23
- i_y (cm): 3.037
- t (mm): 10
- W_z (cm³): 82.96
- i_z (cm): 4.881
- I_z (cm⁴): 912.6
- r1 (mm): 12
- i_y (cm): 3.037
- I_u (cm⁴): 280.3
- r2 (mm): 6
- i_z (cm): 9.126
- i_u (cm): 3.826
- Classe Sezione: Compressione 4

6.3.2.2 Diagonale (2L120x12/20)

La massima sollecitazione di compressione risulta pari a 449 kN mentre la massima sollecitazione di trazione risulta pari a 452 kN. Le sollecitazioni dimensionanti si ottengono in condizione statica con carico veicolare gruppo 1 dominante. La sollecitazione resistente risulta pari a 964 kN. L'indice di resistenza risulta pari a $449/964 = 0.47$.



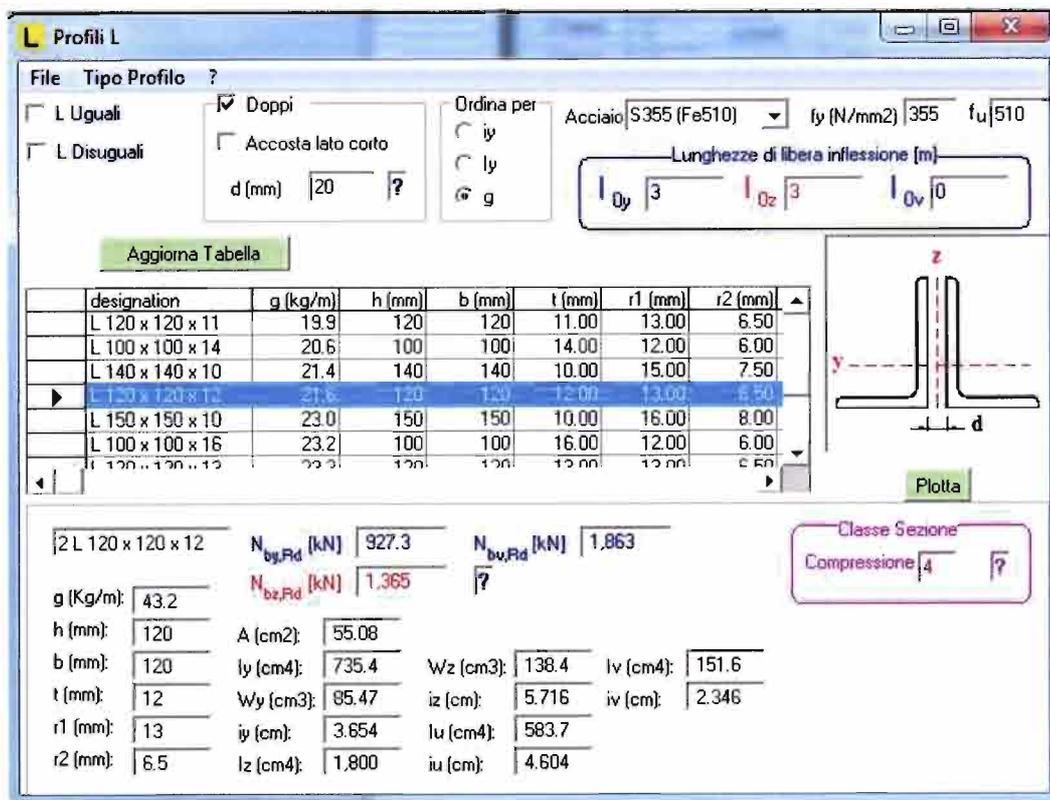
The screenshot shows the 'Profili L' software interface. At the top, there are settings for 'Tipo Profilo' (Doppi), 'Acciaio' (S355 (Fe510)), and 'Lunghezze di libera inflessione' (2.90 m). A table lists various L-profiles with their designations, weights, and dimensions. The selected profile is '2 L 120 x 120 x 12'. Below the table, a 'Classe Sezione' box indicates 'Compressione 4'. A detailed table of properties for the selected profile is provided below.

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
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 130 x 130 x 12	23.5	130	130	12.00	14.00	7.00
L 120 x 120 x 15	26.6	120	120	15.00	13.00	6.50
L 120 x 120 x 14	27.2	120	120	14.00	14.00	7.00

2 L 120 x 120 x 12	$N_{b,Rd}$ [kN]	964.2	$N_{b,Rd}$ [kN]	1.863
g (Kg/m):	$N_{bz,Rd}$ [kN]	1.391	?	
h (mm):	A (cm ²):	55.08		
b (mm):	I_y (cm ⁴):	735.4	W_z (cm ³):	138.4
t (mm):	W_y (cm ³):	85.47	i_z (cm):	5.716
r1 (mm):	i_y (cm):	3.654	I_u (cm ⁴):	583.7
r2 (mm):	I_z (cm ⁴):	1.800	i_v (cm):	2.346
			I_v (cm ⁴):	151.6

6.3.2.3 Briglia inferiore (2L120x12/20)

La massima sollecitazione agente risulta pari a 516 kN di trazione, ottenuta in condizione statica con carico veicolare gruppo 1 dominante. La sezione risulta pertanto verificata come si evince dal dettaglio del calcolo.



The screenshot shows the 'Profili L' software interface. The 'L Uguali' section is active, and the 'Doppi' option is checked. The material is set to 'Acciaio S355 (Fe510)' with $f_y = 355$ N/mm² and $f_u = 510$ N/mm². The free lengths are $l_{0y} = 3$ m, $l_{0z} = 3$ m, and $l_{0v} = 0$ m. The selected profile is L 120 x 120 x 12.

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	8.50
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	21.8	120	120	12.00	13.00	8.50
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

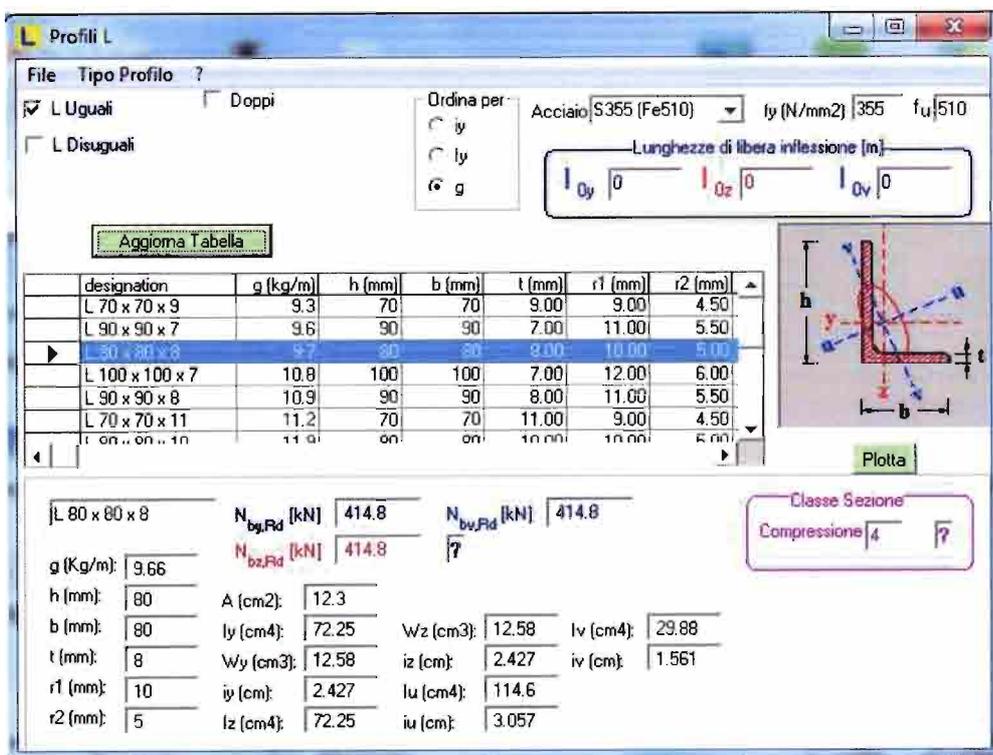
Technical data for 2 L 120 x 120 x 12:

- $N_{by,Rd}$ [kN]: 927.3
- $N_{bz,Rd}$ [kN]: 1.365
- $N_{bv,Rd}$ [kN]: 1.863
- g [Kg/m]: 43.2
- h [mm]: 120
- A [cm²]: 55.08
- b [mm]: 120
- I_y [cm⁴]: 735.4
- Wz [cm³]: 138.4
- I_v [cm⁴]: 151.6
- t [mm]: 12
- Wy [cm³]: 85.47
- iz [cm]: 5.716
- iv [cm]: 2.346
- r1 [mm]: 13
- iy [cm]: 3.654
- Iu [cm⁴]: 583.7
- iu [cm]: 4.604
- r2 [mm]: 6.5
- Iz [cm⁴]: 1.800

Classe Sezione Compressione: 4

6.3.3 CONTROVENTO SUPERIORE

Il controvento superiore, costituito da L80x8 mm disposte a croce di S.Andrea è considerato efficace per sollecitazioni agenti di sola trazione. Tali elementi vengono dimensionati con le sollecitazioni indotte dai carichi orizzontali in fase costruttiva. La sollecitazione massima agente risulta pari a $(42 \times 1.5) = 63$ kN. Si riporta nel seguito il dettaglio della verifica. LA verifica risulta soddisfatta.



The screenshot shows the 'Profili L' software interface. It includes a table of L-profiles with the following data:

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 70 x 70 x 9	9.3	70	70	9.00	9.00	4.50
L 90 x 90 x 7	9.6	90	90	7.00	11.00	5.50
L 80 x 80 x 8	9.7	80	80	8.00	10.00	5.00
L 100 x 100 x 7	10.8	100	100	7.00	12.00	6.00
L 90 x 90 x 8	10.9	90	90	8.00	11.00	5.50
L 70 x 70 x 11	11.2	70	70	11.00	9.00	4.50

Below the table, the properties for the selected L 80 x 80 x 8 profile are displayed:

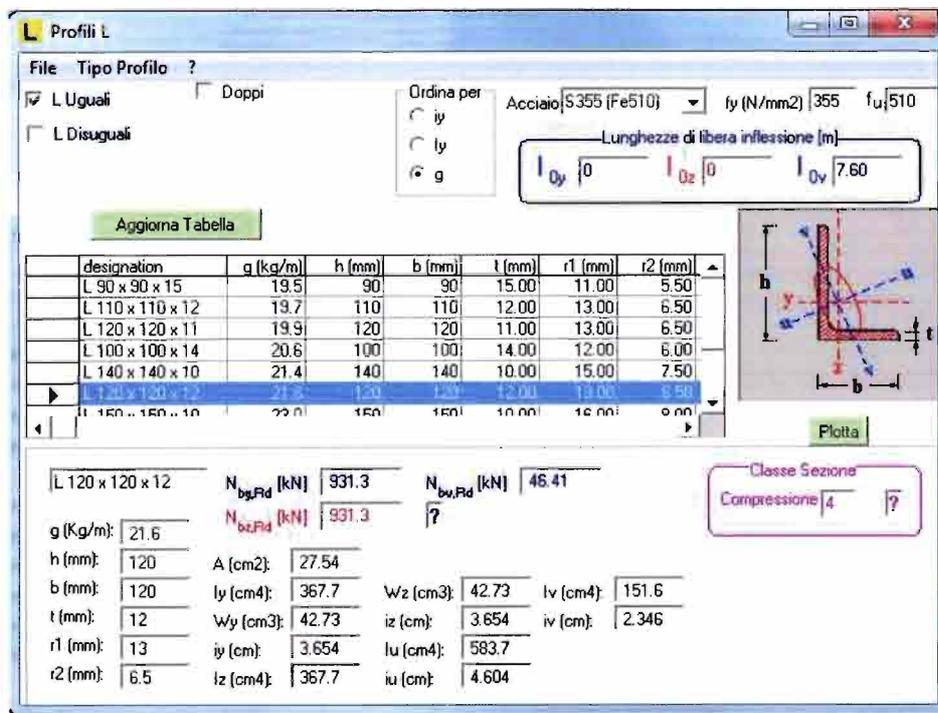
L 80 x 80 x 8	$N_{bx,Rd}$ [kN]	414.8	$N_{bz,Rd}$ [kN]	414.8	
g (Kg/m):	9.66				
h (mm):	80	A (cm ²):	12.3		
b (mm):	80	I_y (cm ⁴):	72.25	W_z (cm ³):	12.58
t (mm):	8	W_y (cm ³):	12.58	I_z (cm ⁴):	2.427
r1 (mm):	10	i_y (cm):	2.427	I_u (cm ⁴):	114.6
r2 (mm):	5	I_z (cm ⁴):	72.25	i_u (cm):	3.057
				I_v (cm ⁴):	29.88
				i_v (cm):	1.561

The interface also shows a diagram of the L-profile and a 'Classe Sezione' box indicating 'Compressione 4'.

6.3.4 CONTROVENTO INFERIORE

In fase zero per effetto del vento le sollecitazioni risultano pari a $(42 \text{ kN} \times 1.5) = 63 \text{ kN}$.

In SLV, per effetto dell'azione sismica trasversale, le sollecitazioni risultano pari a $82 \text{ kN} \times 2 = 164 \text{ kN}$. Le verifiche risultano soddisfatte come si evince dal sottostante dettaglio di calcolo.



The screenshot shows the 'Profili L' software interface. It includes a table of L-profiles and a detailed view of the selected L 120 x 120 x 12 profile.

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 90 x 90 x 15	19.5	90	90	15.00	11.00	5.50
L 110 x 110 x 12	19.7	110	110	12.00	13.00	6.50
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 120 x 120 x 12	$N_{bg,Rd}$ [kN]	931.3	$N_{bv,Rd}$ [kN]	46.41			
	$N_{bx,Rd}$ [kN]	931.3		?			
g (Kg/m):	21.6	A (cm ²):	27.54				
h (mm):	120	I_y (cm ⁴):	367.7	W_z (cm ³):	42.73	I_v (cm ⁴):	151.6
b (mm):	120	W_y (cm ³):	42.73	i_z (cm):	3.654	i_v (cm):	2.346
t (mm):	12	i_y (cm):	3.654	I_u (cm ⁴):	583.7		
r1 (mm):	13	i_z (cm ⁴):	367.7	i_u (cm):	4.604		
r2 (mm):	6.5						

Classe Sezione: Compressione 4

6.3.5 APPARECCHI DI APPOGGIO

Nelle tabelle seguenti, distinte per SLU SLV e SLE sono riportati i valori massimi delle reazioni degli appoggi. Con F1 si è indicata la forza in direzione longitudinale; con F2 si è indicata la forza in direzione trasversale con F3 si è indicata la forza in direzione verticale.

	SLU			
	F1	F2	F3_max	F3_min
MD	0	0	2024	1463
UL	0	180	3345	949
F	382	228	3351	946

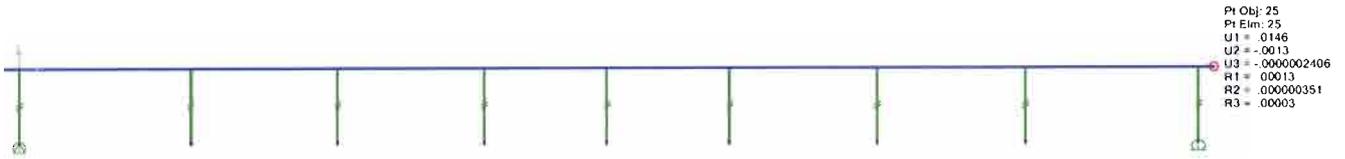
	SLV			
	F1	F2	F3_max	F3_min
MD	0	0	2376	115
UL	0	1187	1187	879
F	2410	1225	1751	899

	SLE			
	F1	F2	F3_max	F3_min
MD	0	0	2024	1138
UL	0	103	2478	1005
F	-209	157	2482	1009

Impalcato - Relazione di calcolo

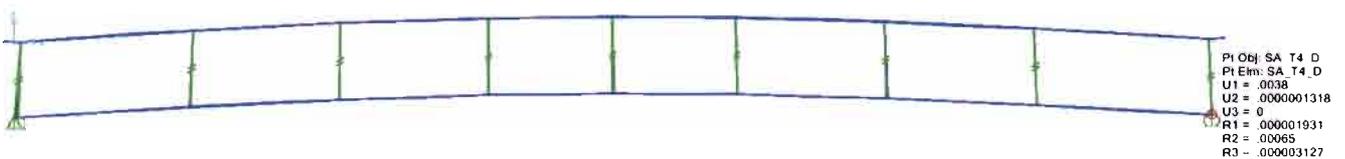
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	94 di 121

In condizione di esercizio lo scorrimento massimo dell'apparecchio di appoggio, (indotto da una variazione termica uniforme di 25°), risulta pari a 1.46 cm come si può evincere dalla sottostante figura.



Joint Displacements			
Joint Object	100	Joint Element	100
	1	2	3
Trans	0.01458	0.00128	0.00000
Rotn	-1.285E-04	0.00000	-2.989E-05

In combinazione sismica lo spostamento longitudinale massimo risulta pari a 3.74 mm.



Joint Displacements			
Joint Object	162	Joint Element	162
	1	2	3
Trans	0.00374	0.00000	0.00000
Rotn	0.00000	6.357E-04	1.893E-06

SISMA X 3.74mm

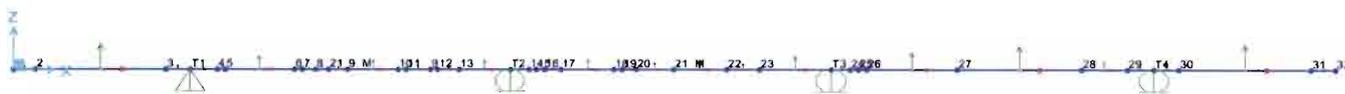
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO <i>VIABILITA' di SOPPRESSIONE PL al KM 143+833 - Via Calabroni</i>					
	Impalcato - Relazione di calcolo	COMMESSA IF0K	LOTTO 00 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0107 001	REV. A

7 EFFETTI LOCALI

Nel presenta capitolo si riportano le analisi ed i risultati oltre che le verifiche degli effetti locali della soletta. Per quanto concerne la normativa di riferimento, i materiali e l'analisi dei carichi si rimanda rispettivamente al capitolo 2 - 3 - 4. Nella restante porzione della relazione si descrive il modello di calcolo, si illustrano le analisi ed i risultati ottenuti e si riportano le verifiche di resistenza a taglio ed a flessione.

7.1 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo è costituito da una trave su quattro appoggi, rappresentativa di una striscia della soletta di larghezza unitaria con appoggi fissi in corrispondenza delle quattro travi metalliche. Si riporta nella figura seguente una fista unifilare del modello di calcolo. La luce complessiva risulta pari a 12.20 m suddivisa in tre campate da 3.00 metri e due sbalzi laterali di 1.60 m.



Modello di calcolo

7.2 Carichi applicati al modello

Al modello sono state applicati tutti i carichi di tipo strutturale e non strutturale ad eccezione del peso proprio del getto della soletta affidato esclusivamente alle predelle. Tutti i carichi di tipo lineare agenti sull'impalcato (barriera, sicurvia, velette ecc) sono stati applicati come forze nei nodi posizionati in corrispondenza del baricentro dei carichi. A titolo esemplificativo ma certamente non esaustivo nelle figure seguenti si riportano una rappresentazione di alcuni dei carichi applicati al modello.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	96 di 121



Carico G2: velette



Carico G2: Siccurvia



Carico G2: barriera anti lancio

Per quanto concerne i carichi uniformemente distribuiti sull'impalcato sono stati applicati come carichi uniformemente ripartiti sul frame. A titolo esemplificativo si riporta il caso di carico relativo alla pavimentazione.



Carico G2: pavimentazione

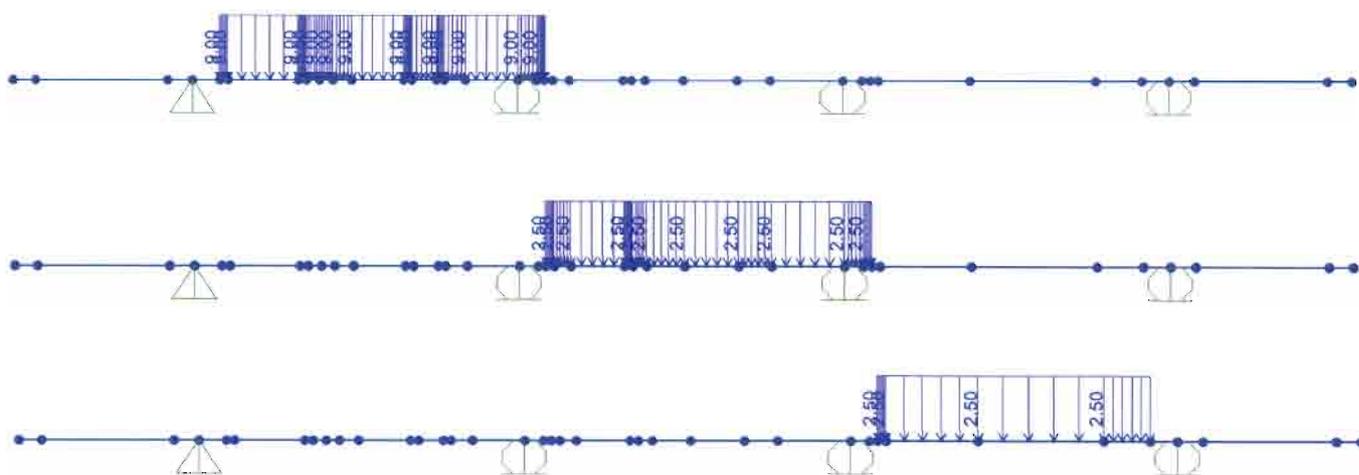
Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	97 di 121

Per i carichi accidentali veicolari si distingue tra il carico uniformemente distribuito ed il tandem. Per quanto concerne il distribuito si è applicato in analogia a quanto descritto precedentemente per caso di carico G2_pavimentazione.

È tuttavia opportuno precisare che per i carichi veicolari è stata variata la posizione di applicazione sull'impalcato al fine di massimizzare le sollecitazioni agenti.

A titolo esemplificativo si riporta la disposizione con prima corsia sull'essero sx.

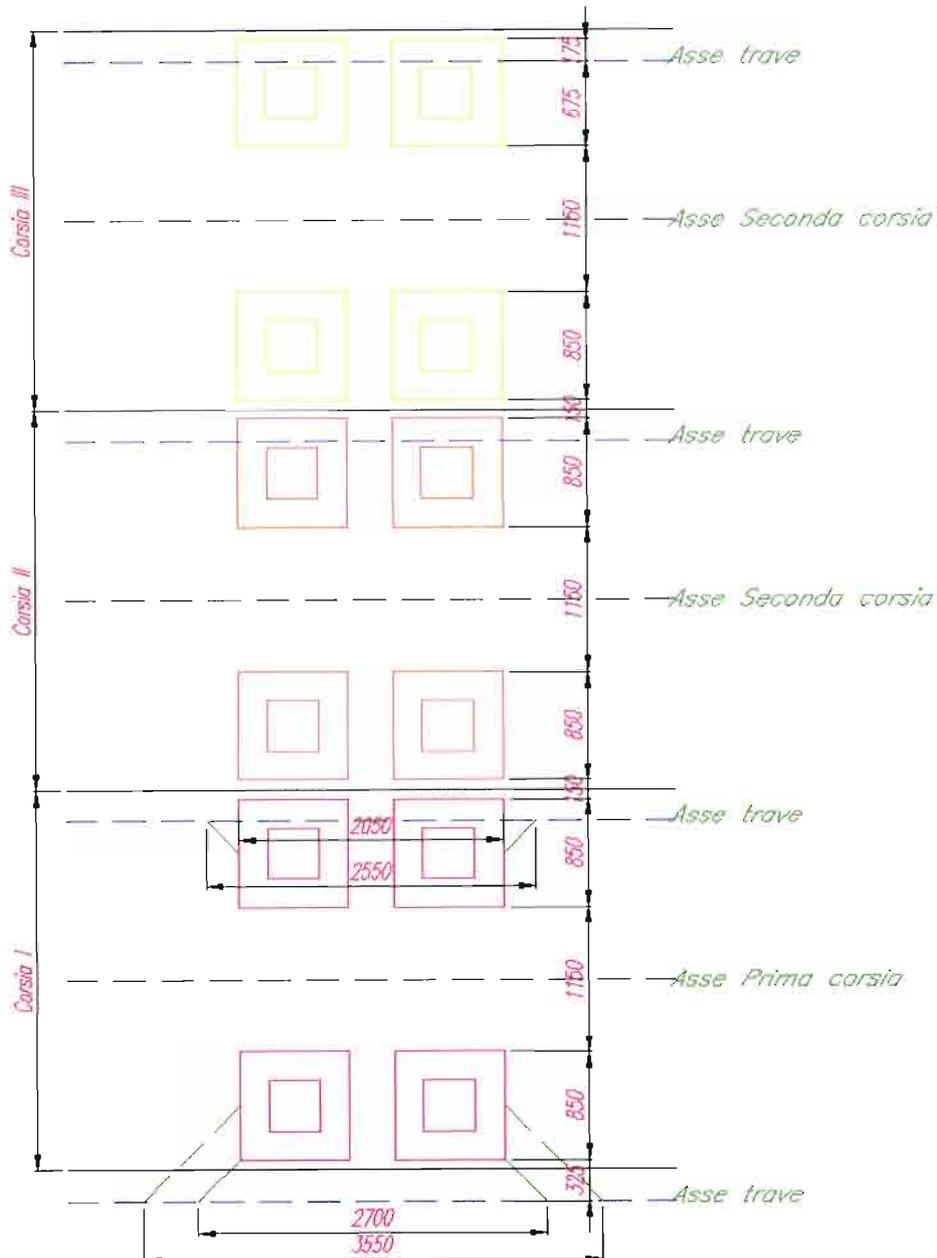


Carico veicolare: Gruppo 1 prima corsia esterna

Per quanto concerne il carico tandem l'impronta di carico è stata diffusa fino allo spessore medio della soletta determinando in tal modo le porzioni di frami a cui applicare il carico. L'entità del carico è stata determinata ripartendo il carico tandem su una lunghezza di impalcato L_{long} . Tale grandezza è stata determinata diffondendo i carichi a 45° sul piano orizzontale fino ad intercettare l'asse longitudinale delle travi. A titolo esemplificativo si riporta un esempio relativo allo schema di carico 1 ed allo schema di carico 2.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	98 di 121

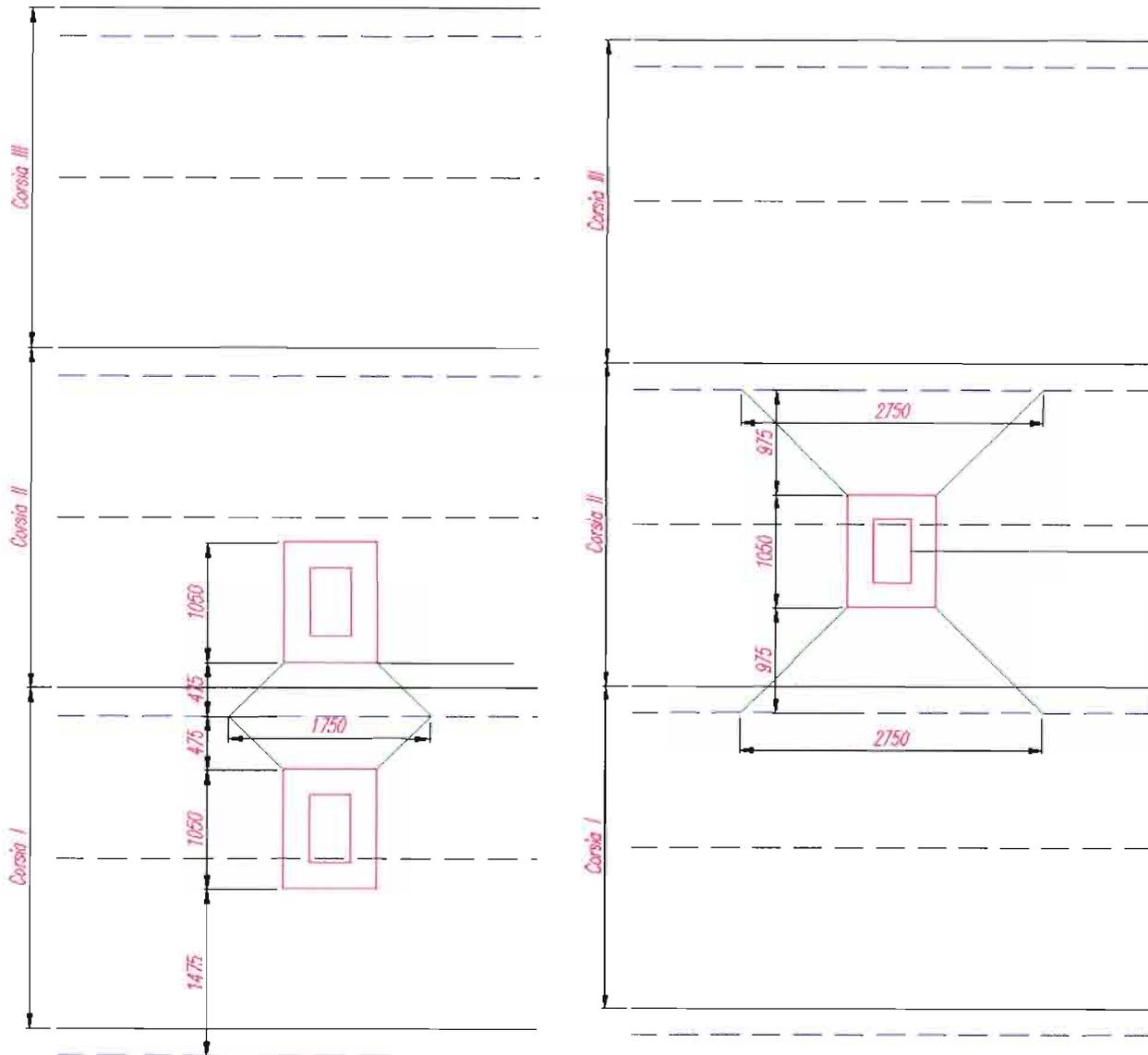


Carico veicolare: Gruppo 1 prima corsia esterna

Cautelativamente per lo schema di carico 1 si è assunto la lunghezza longitudinale di diffusione pari a 2050mm.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	99 di 121

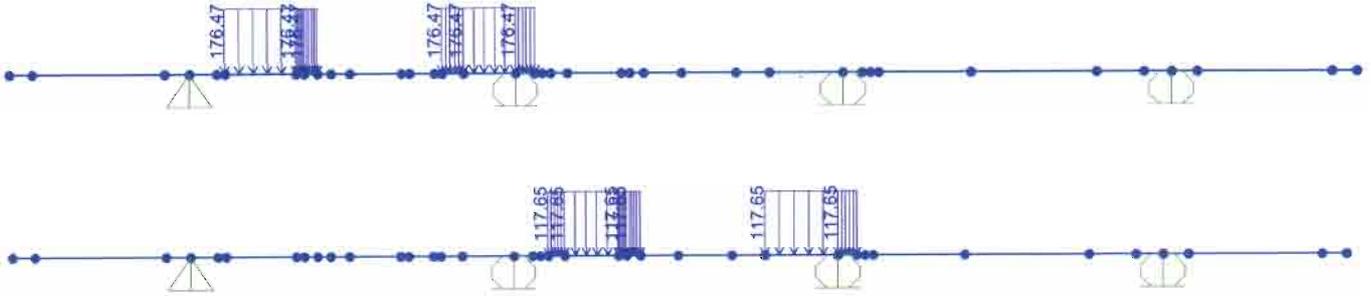


Carico veicolare: schema 2 max taglio e max flessione

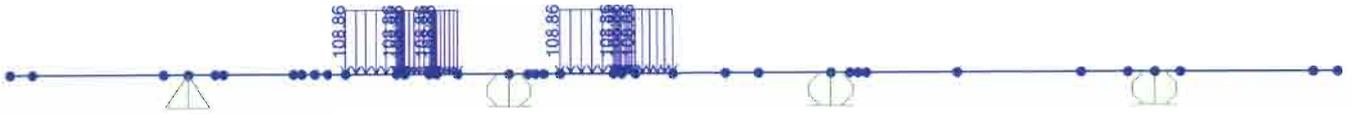
Per lo schema di carico 2 si è assunta cautelativamente per il taglio la larghezza di 1750 e per la flessione di 2750 mm.

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	100 di 121

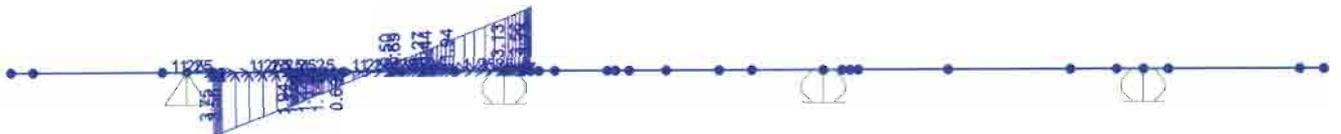


Carico veicolare: Gruppo 1 tandem



Carico veicolare: Schema 2

L'azione del vento è stata applicata come indicato nella figura seguente.



Vento

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	101 di 121

7.3 ANALISI E RISULTATI

Il modello di calcolo è stato impiegato per svolgere analisi elastiche lineari. I risultati relativi ai carichi elementari sono stati opportunamente combinati per ottenere le sollecitazioni dimensionanti impiegate per effettuare le verifiche di cui al capitolo seguente.

A titolo esemplificativo si riportano i diagrammi delle sollecitazioni elementari (tagli e momenti flettenti) relativi alle azioni di tipo G2 (barriere, sicurvia, velette e pavimentazione).



Involuppo G2: Taglio ($V_{max} = 5.4 \text{ kN}$)



Involuppo G2: Momento Flettente -6 kNm

Per i soli carichi accidentali dimensionati si riportano i diagrammi delle sollecitazioni elementari (tagli e momenti flettenti).



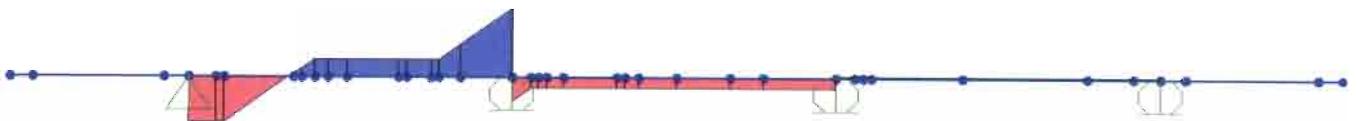
Urto su sicurvia: Taglio ($V_{max} = 46.38 \text{ kN}$)

Impalcato - Relazione di calcolo

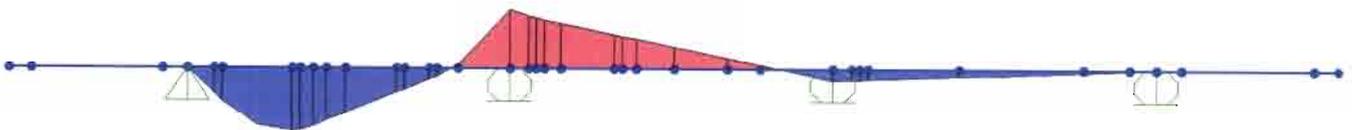
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1F0K	00 D 09	CL	1V0107 001	A	102 di 121



Urto su sicurvia: Momento Flettente -100 kNm



Tandem c1 esterno sx: Taglio ($V_{max} = 105$ kN)



Tandem c1 esterno sx: Momento Flettente +65 kNm



Tandem c1 centrale: Taglio ($V_{max} = 125$ kN)



Tandem c1 centrale: Momento Flettente +57 kNm

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	104 di 121

Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.133 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.000 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33457.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.024 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo 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:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	25.0
3	50.0	25.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.1	0.8	16
2	-43.1	18.1	16
3	43.1	18.1	16
4	43.1	0.8	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	105 di 121

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	16
2	1	4	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] 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	-106.00	0.00	0.00	0.00

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	-12.74	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	-12.06 (-3869.99)	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
---------	---	----	----

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	106 di 121

1 0.00 -6.63 (-3869.99) 0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 0.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-106.00	0.00	0.00	-134.81	0.00	1.272	20.1(3.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00836	-50.0	0.0	0.00261	-43.1	0.8	-0.01653	43.1	18.1

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 gcn.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.001106903	0.003500000	0.175	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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)

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	107 di 121

Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Arca barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.63	0.0	0.0	-39.1	33.5	18.1	833	20.1	9.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.55	0.0	0.0	-37.0	33.5	18.1	833	20.1	9.6	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e_{sm} * s_{rm}$. 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	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.9	0	0.125	16	61.0	-4.1490.00007	(0.00007)	174	0.022 (0.30)	-3869.99	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.85	0.0	0.0	-20.4	33.5	18.1	833	20.1	9.6	0.50

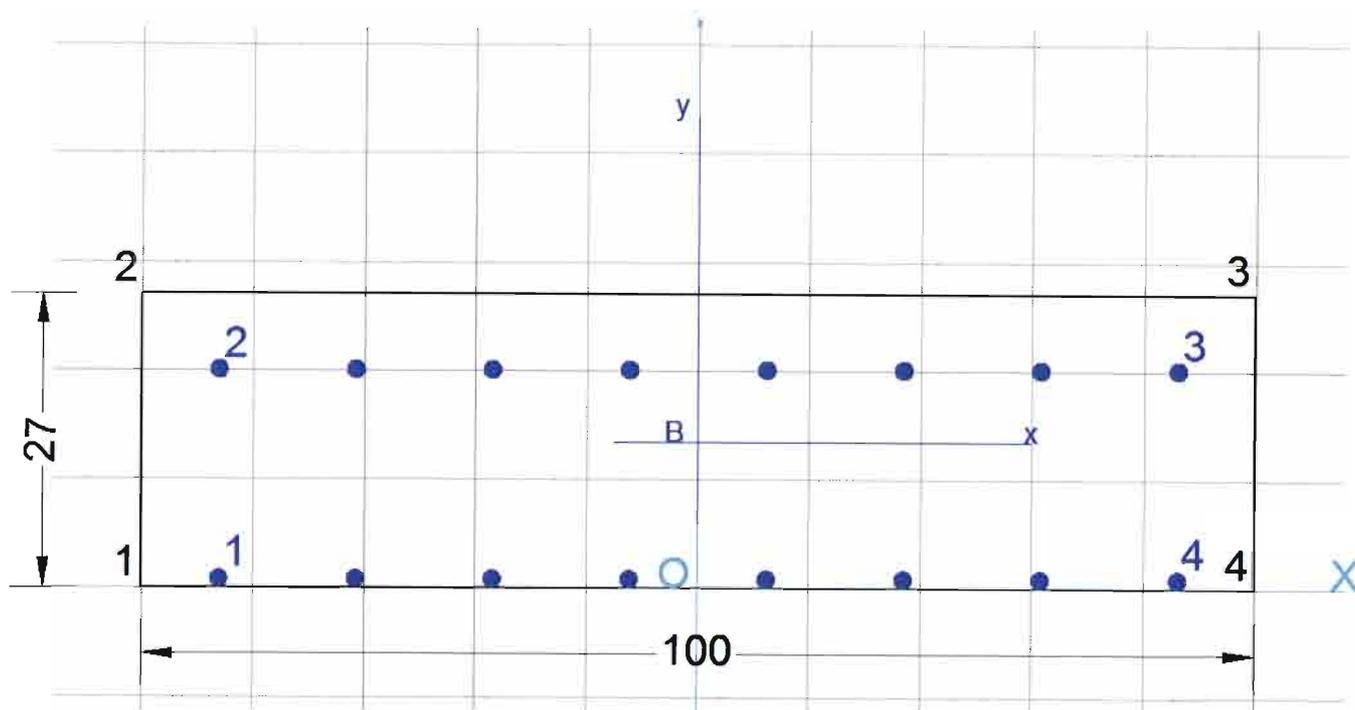
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.5	0	0.125	16	61.0	-16.0360.00004	(0.00004)	174	0.012 (0.20)	-3869.99	0.00

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	108 di 121

7.4.1.1 Sezione S_{T1-T2}



Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:	C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd:	18.133 MPa
Resis. compr. ridotta fcd':	0.000 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	33457.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.024 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	109 di 121

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo 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:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	27.0
3	50.0	27.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.1	0.8	16
2	-43.1	20.1	16
3	43.1	20.1	16
4	43.1	0.8	16

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	6	16
2	1	4	6	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] 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
---------	---	----	----	----	----

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	110 di 121

1	0.00	70.94	0.00	0.00	0.00
---	------	-------	------	------	------

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	51.90	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	36.28 (4934.78)	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	1.00 (4934.78)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	0.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.7	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

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

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	111 di 121

1	S	0.00	70.94	0.00	0.00	159.25	0.00	2.245	16.1(3.5)
---	---	------	-------	------	------	--------	------	-------	-----------

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max	
1	0.00350	-0.00355	-50.0	27.0	-0.00070	-43.1	20.1	-0.01245	-43.1	0.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Ccoeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000608868	-0.012939425	0.219	0.714

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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 [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1 * Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.67	50.0	27.0	-141.0	-30.8	0.8	831	16.1	12.3	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.27	50.0	27.0	-98.5	30.8	0.8	831	16.1	12.3	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 S1 Esito della verifica
 S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
 S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
 k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	112 di 121

Psi = $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * \text{srm}$. 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	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-2.2	0	0.125	16	184.1	0.0750.00020	(0.00020)	434	0.145	(0.30)	4934.78	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.09	50.0	27.0	-2.7	30.8	0.8	831	16.1	12.3	0.50

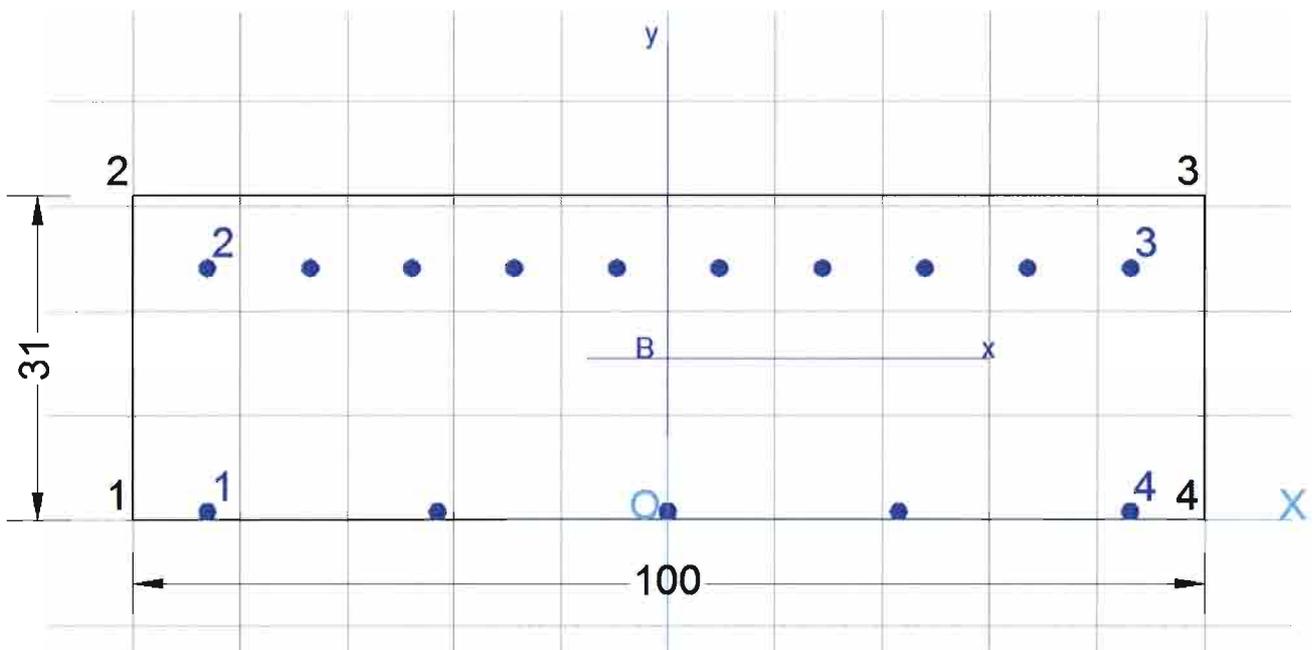
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.1	0	0.125	16	184.1-1216.6030	0.00001	(0.00001)	434	0.004	(0.20)	4934.78	0.00

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	113 di 121

7.4.1.1 Sezione S_T2



Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:	C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd:	18.133 MPa
Resis. compr. ridotta fcd':	0.000 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	33457.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.024 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	114 di 121

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	31.0
3	50.0	31.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.1	0.8	16
2	-43.1	24.1	16
3	43.1	24.1	16
4	43.1	0.8	16

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	16
2	1	4	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] 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

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	115 di 121

1	0.00	-121.90	0.00	0.00	0.00
---	------	---------	------	------	------

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	-89.78	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	-64.61 (-5953.97)	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	0.14 (5872.99)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	0.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

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

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	116 di 121

1 S 0.00 -121.90 0.00 0.00 -182.02 0.00 1.493 20.1(4.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max	
1	0.00350	-0.01128	-50.0	0.0	0.00261	-43.1	0.8	-0.02332	43.1	24.1

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.001112739	0.003500000	0.131	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 * Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	7.38	50.0	27.0	-205.0	33.5	24.1	1033	20.1	9.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.31	50.0	27.0	-147.6	33.5	24.1	1033	20.1	9.6	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	117 di 121

Psi	= $1 - \beta_{12} * (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} * (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * S_s / E_s$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e_{sm} * s_{rm}$. 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	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.3	0	0.125	16	61.0	0.5750.00042 (0.00030)	182	0.132 (0.30)	-5953.97	0.00	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.01	50.0	31.0	-0.5	-43.1	0.8	1016	10.1	21.6	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.0	0	0.125	16	61.0-87988.8950.00000 (0.00000)	246	0.000 (0.20)	5872.99	0.00		

Impalcato - Relazione di calcolo

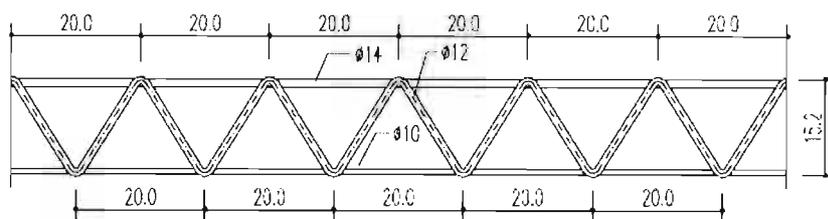
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	118 di 121

7.4.2 TAGLIO

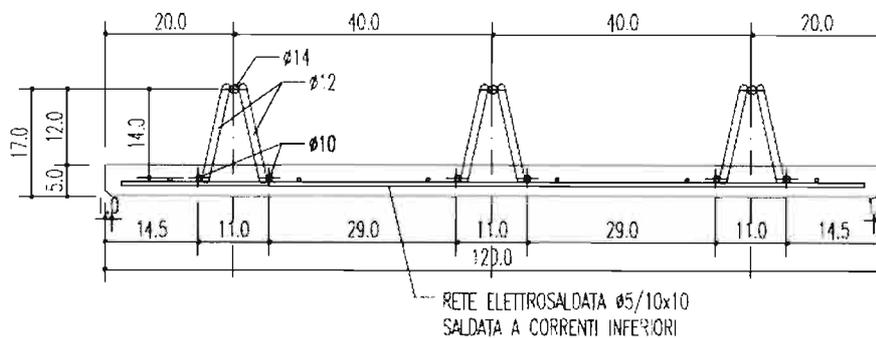
Le verifiche a taglio sono condotte a filo trave centrale, zona in cui si riscontra il massimo taglio agente pari a 243 kN. Al fine di ottenere un esito positivo della verifica a taglio è stata considerata efficace l'armatura inclinata del tralicetto della predalle il cui dettaglio è riportato nella sottostante figura. La sezione di verifica è stata considerata con altezza utile di 17 cm. Alla sollecitazione agente è stato sommato il taglio di 17.7 kN indotto dal peso della soletta. l'armatura a taglio è costituita da 5 staffe $\phi 12/20$ inclinate a 56° .

DETTAGLI

SCALA 1:10



PROSPETTO
LONGITUDINALE
SCALA 1:10



SEZIONE TRASVERSALE A-A
LASTRE TIPO A, B
SCALA 1:10

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	119 di 121

7.4.2.1 Sezione S_T2

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}

Cls condizioni calcestruzzo

Acciaio 1 acciaio barre longitudinali

Acciaio 2 acciaio armature trasversali

γ_c coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

γ_s coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

d mm altezza utile della sezione

A_c mm² area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl} numero di barre longitudinali

\varnothing_{bl} mm diametro delle barre longitudinali

n_{bw} numero di bracci delle staffe

\varnothing_{st} mm diametro delle staffe

s_{st} mm passo delle staffe

α ° inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed} KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V_{Ed} KN taglio di calcolo

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	120 di 121

Dati traliccio resistente

θ 40 ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$\text{ctg}\theta$ 1.19 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd} 144.5 KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V_{Rd} 261.6 KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Il dettaglio del calcolo è riportato nel seguito.

Caratteristiche materiali

Cls

R_{ck}	40	N/mm ²	resistenza cubica caratteristica a compressione
f_{ck}	33.20	N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
f_{cm}	41.20	N/mm ²	resistenza cilindrica media a compressione
f_{cd}	22.13	N/mm ²	resistenza cilindrica di progetto a compressione
f_{ctm}	3.10	N/mm ²	resistenza a trazione media
f_{ctm}	3.72	N/mm ²	resistenza a trazione media per fessurazione
E_{cm}	33643	N/mm ²	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 f_{cm})
ν	0		coefficiente di Poisson

Acciaio barre longitudinali

f_{yk}	450	N/mm ²
f_{yd}	391.3	N/mm ²

Acciaio staffe

f_{yk}	450	N/mm ²
f_{yd}	391.3	N/mm ²

Impalcato - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0K	00 D 09	CL	IV0107 001	A	121 di 121

Caratteristiche di aderenza delle barre

η	1.00		
f_{bk}	4.88	N/mm ²	tensione di aderenza caratteristica
f_{bd}	3.25	N/mm ²	tensione di aderenza di progetto

Calcoli preliminari

A_{sl}	2010.6	mm ²	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0118		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0118		rapporto considerato nei calcoli
σ_{cp}	0.000	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm ²	tensione media considerata nei calcoli
A_{sw}	565.5	mm ²	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

α	0.989	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
θ	0.698	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
f'_{cd}	11.067	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
N_{Rd}	3763	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.66		
$ctg\theta$	1.19		
V_{Rsd}	261.6	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	1100.0	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	261.6	KN	taglio resistente di calcolo