



# ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

## CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO –CALTANISSETTA–A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO DEFINITIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:  
TECHNITAL s.p.a. (mandataria)  
S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.  
DELTA Ingegneria s.r.l.  
INFRATEC s.r.l Consulting Engineering  
PROGIN s.p.a.

I RESPONSABILI DI PROGETTO

*Dott. Ing. M. Raccosta*  
Ordine Ing. Verona n° A1665  
*Prof. Ing. A. Bevilacqua*  
Ordine Ing. Palermo n° 4058  
*Dott. Ing. M. Carlino*  
Ordine Ing. Agrigento n° A628  
*Dott. Ing. N. Troccoli*  
Ordine Ing. Potenza n° 836  
*Dott. Ing. S. Esposito*  
Ordine Ing. Roma n° 20837

IL GEOLOGO

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI  
SPECIALISTICHE

*Dott. Ing. M. Raccosta*

VISTO:IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi*

VISTO:IL RESPONSABILE DEL  
SERVIZIO PROGETTAZIONE

*Dott. Ing. Antonio Valente*

DATA

PROTOCOLLO

## OPERE D'ARTE MAGGIORI – VIADOTTI OPERE SULL'ASSE PRINCIPALE

VIADOTTO SANTUZZA II  
RELAZIONE PRELIMINARE DI CALCOLO

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	FOGLIO	SCALA:
LO407B D 0501		P01VI10STRRE01B.dwg			
CODICE ELAB.		P01VI10STRRE01	B	01 di 01	
D					
C					
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS DEL 19/03/2007	Aprile 2007			
A	EMISSIONE	Ottobre 2006	P. Polani	F. Arciuli	C. Marro
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE

## INDICE

RELAZIONE TECNICA .....	3
1 Generalità .....	3
2 Criteri di calcolo .....	4
2.1 Impalcato .....	4
2.1.1 Statica longitudinale .....	4
2.1.2 Statica trasversale .....	5
3 Riferimenti normativi .....	6
RELAZIONE SUI MATERIALI .....	7
1 Conglomerati cementizi.....	7
2 Acciaio ad aderenza migliorata .....	9
3 Acciaio da carpenteria .....	9
4 Controventi .....	9
5 Bulloni ad alta resistenza.....	10
6 Pioli con testa tipo “Nelson” .....	10
7 Saldature .....	10
CALCOLI STATICI: PARTE I – IMPALCATO - .....	11
1 Generalità .....	11
2 Analisi dei carichi.....	11
3 Analisi strutturale .....	17
3.1 Criteri generali.....	17
3.2 Sollecitazioni di progetto.....	18
4 Verifiche dell’impalcato .....	23
4.1 Verifica di resistenza travi principali .....	23
4.2 Verifica di stabilità dei pannelli d’anima delle travi principali.....	30
4.3 Soletta .....	35
4.3.1 Verifica di resistenza della soletta.....	35
4.3.2 Verifica a fessurazione della soletta .....	40
PARTE II: - APPOGGI, GIUNTI E RITEGNI SISMICI - .....	46
1 Dimensionamento degli appoggi .....	46
2 Ritegni sismici .....	48
3 Giunti di dilatazione .....	48

**APPENDICE A:** Sollecitazioni di calcolo dell'impalcato

**APPENDICE B:** Modelli di calcolo dell'impalcato

# RELAZIONE TECNICA

## 1 Generalità

Nel presente elaborato sono riportati i calcoli statici del Viadotto SANTUZZA II, che sarà realizzato nell'ambito dei lavori per l'ammodernamento e l'adeguamento alla categoria B del D.M. 5.11.2001 della S.S. 640 "di Porto Empedocle" nel tratto dal km 44+000 allo svincolo con l'autostrada A19.

Il viadotto presenta due carreggiate separate. La sezione di ogni impalcato è costituita da due travi a doppio T, collegate da traversi ad anima piena posti circa a metà altezza delle travi.

Le caratteristiche geometriche della sezione corrente sono riportate in Figura 1.1 .

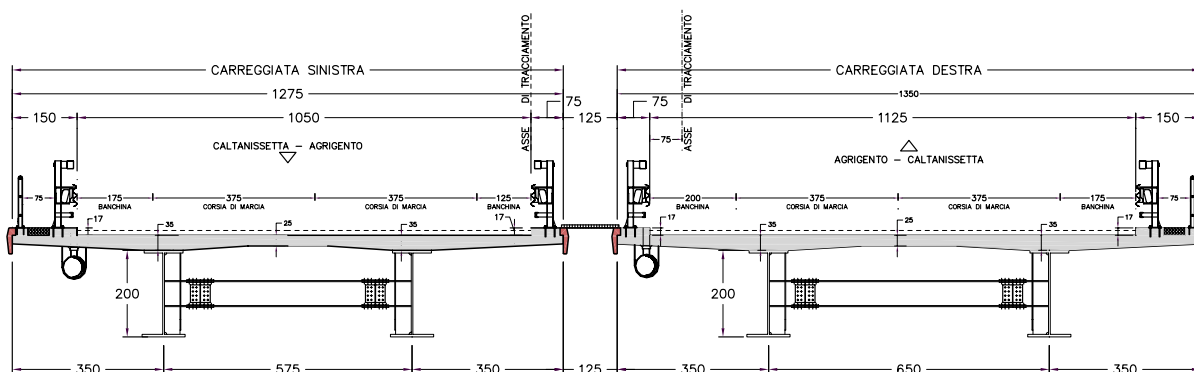


Figura 1.1 - Sezione trasversale impalcato

Gli impalcato destro e sinistro hanno larghezza complessiva rispettivamente di **13,50** e **12,75** m così suddivisa:

### IMPALCATO DESTRO:

- due corsie di marcia da **3,75** m e due banchine da **1,75** m e **2,00** m che costituiscono la sede stradale;
- un cordolo da **1,5** m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza, del parapetto e del marciapiede di servizio di **0,75** m;
- un cordolo da **0,75** m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza.

### IMPALCATO SINISTRO:

- due corsie di marcia da **3,75** m e due banchine da **1,25** m e **1,75** m che costituiscono la sede stradale;
- un cordolo da **1,5** m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza, del parapetto e del marciapiede di servizio di **0,75** m;
- un cordolo da **0,75** m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza.

Le travi metalliche poste ad interasse di 6,50 m nelle carreggiata destra e a 5,75 m nella carreggiata sinistra, sono collegate da traversi ad anima piena collocati con interasse di circa 6,00 m. Gli sbalzi laterali hanno lunghezza di 3,50 m.

La soletta, con spessore variabile da 25 cm in mezzeria all'impalcato a 35 cm in corrispondenza delle piattabande delle travi a 20 cm all'estremità degli sbalzi, è connessa alle travi mediante pioli Nelson.

Di seguito si elencano le altre caratteristiche salienti del viadotto:

- altezza delle travi principali costante pari a 2,00 m;
- sviluppo complessivo della carreggiata destra di 430 m (9 campate con luci di  $40+7\times 50+40$  m) e della carreggiata sinistra pari a 375,57 ( 8 campate con luci di  $39,30 + + 49,34 + 49,46 + 3 \times 49,40 + 49,50 + 39,77$  ) m;
- altezza massima da terra delle piattaforme stradali circa 20 m;
- ritegni sismici costituiti da 2 dispositivi elastici a doppio effetto da 300 t ubicati sulla spalla SA, per ogni impalcato.

## 2 Criteri di calcolo

### 2.1 Impalcato

#### 2.1.1 Statica longitudinale

Lo schema statico adottato è quello di un ponte bitrave continuo a più campate ad asse rettilineo con luci pari agli interassi delle pile misurate in asse impalcato.

L'analisi strutturale è condotta su una singola trave composta, sottoposta al peso proprio, ai sovraccarichi permanenti, alle distorsioni e all'aliquota dei carichi mobili che discende dalla ripartizione trasversale dei carichi.

La trave continua composta è discretizzata in conci di sezione costante, tenendo conto quindi delle variazioni geometriche, della fessurazione della soletta e delle azioni concentrate.

Nell'analisi strutturale si tiene conto delle fasi transitorie e di esercizio e si opera con i seguenti modelli:

*Modello 1*: ottenuto considerando le proprietà inerziali delle sole travi metalliche ed utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dal peso proprio dell'acciaio e della soletta.

*Modello 2*: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione composta con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 6. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di breve durata.

*Modello 3*: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione mista con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 20. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di lunga durata e dal ritiro.

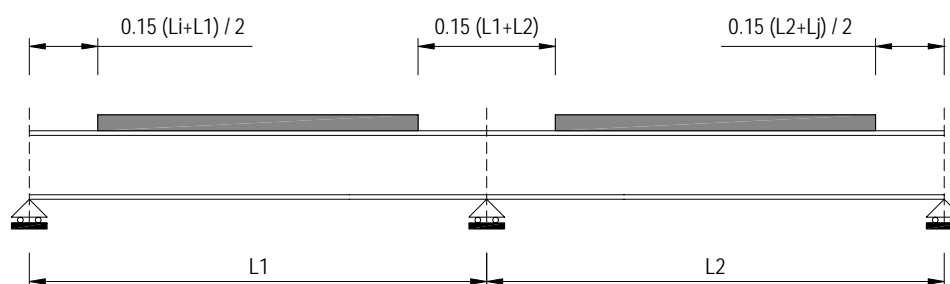


Figura 2.1 - Modellazione degli effetti dovuti alla fessurazione

Nei modelli 2 e 3 si tiene conto della riduzione di rigidità della sezione composta in prossimità degli appoggi interni per la fessurazione della soletta, trascurando il contributo inerziale del calcestruzzo su un tratto di lunghezza pari al 15 % delle luci delle due campate adiacenti e mettendo comunque in conto il contributo inerziale delle armature presenti entro la larghezza collaborante (Figura 2.1).

Per le verifiche di sicurezza, si considerano le seguenti quattro sezioni tipo:

*Sezione Tipo 1*: proprietà inerziali della sola membratura metallica soggetta alle sollecitazioni dovute al peso proprio dell'acciaio e della soletta di calcestruzzo.

*Sezione Tipo 2*: proprietà inerziali ideali della sezione mista con calcestruzzo omogeneizzato all'acciaio con coefficiente di omogeneizzazione  $n = 6$ . La sezione è utilizzata per le sollecitazioni prodotte dalle azioni di breve durata nelle regioni a momento flettente positivo.

*Sezione Tipo 3*: proprietà inerziali ideali della sezione mista con calcestruzzo omogeneizzato all'acciaio con coefficiente di omogeneizzazione  $n = 20$ . La sezione è utilizzata per le sollecitazioni prodotte dai sovraccarichi permanenti e dal ritiro nelle regioni a momento flettente positivo.

*Sezione Tipo 4*: proprietà inerziali della sezione costituita dalla membratura metallica e dalle barre di armatura con esclusione del calcestruzzo. La sezione è utilizzata nelle regioni a momento flettente negativo.

### 2.1.2 Statica trasversale

Il calcolo della soletta è stato effettuato su un tratto di sezione di lunghezza unitaria. Le sollecitazioni dei carichi permanenti sono riferite al metro. Per i carichi da traffico è stata

considerata una diffusione a 45° del carico fino all'appoggio. Il coefficiente di amplificazione dinamica per i carichi da traffico è pari ad 1,4.

Il dimensionamento dei traversi di campata è stato effettuato su schemi semplificati che consentono la valutazione della rigidità necessaria a garantire la stabilità delle piattabande compresse delle travi principali, sia nelle fasi transitorie che in quelle di esercizio.

### **3 Riferimenti normativi**

Le analisi delle azioni e le verifiche di sicurezza sono state condotte facendo riferimento alle seguenti normative:

- D.M. 16/01/96 “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- D.M. 16/01/96 “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D.M. 16/01/96 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- D.M. 04/05/90 “Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”;
- CNR 10011/97 “Costruzioni di Acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione”;
- CNR 10016/85 “Strutture composte di acciaio e calcestruzzo istruzioni per l'impiego nelle costruzioni”;
- CNR 10018/85 “Apparecchi di appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego”.

## RELAZIONE SUI MATERIALI

### 1 Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi da porre in opera saranno composti da:

- aggregato ( UNI 8520 - parti 2,11,12,14,15,20,22);
- acqua (UNI 8981/7);
- cemento (UNI/ENV 197/1);
- additivi superfluidificanti (UNI 8145 - ASTM C494/G) e ritardanti, se occorrenti per garantire le prestazioni del calcestruzzo in base al tempo di trasporto;

ed avranno le seguenti caratteristiche:

- calcestruzzo per soletta e marciapiedi:  $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$

Nella tabella seguente sono riportate, per ogni singola classe di esposizione ambientale (UNI EN 206-1 2001), le prescrizioni per il calcestruzzo che ne garantiscano la durabilità.

Elemento strutturale	Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	Descrizione condizioni ambientali	Situazioni possibili per l'applicazione della classe
Calcestruzzo per opere non armate (magri)	-		-
Calcestruzzo per pali	XC2	Ambiente bagnato, raramente asciutto	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo
Calcestruzzo per zattere di pile e spalle	XC2 - XF3	Ambiente bagnato, raramente asciutto - Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo
Calcestruzzo per elevazione spalle	XC2 - XF3	Ambiente bagnato, raramente asciutto - Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo
Calcestruzzo per elevazione pile	XC4 - XF1	Ambiente ciclicamente bagnato ed asciutto - Moderata saturazione d'acqua, senza uso di agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo
Calcestruzzo per soletta, cordoli e marciapiedi	XC4 - XD3 - XF4	Ambiente ciclicamente bagnato ed asciutto - Elevata saturazione d'acqua, con limitato uso di agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua - Parti di ponti esposte agli agenti antigelo e soggette a spruzzi contenenti cloruri
Calcestruzzo per baggioli	XC4 - XF1	Ambiente ciclicamente bagnato ed asciutto - Moderata saturazione d'acqua, senza uso di agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo



Prescrizioni per il calcestruzzo in relazione alla durabilità ed alla resistenza necessaria per le verifiche strutturali					
Elemento strutturale	Rapport o massimo A/C	Dosaggio minimo di cemento	Classe di resistenza Rck (N/mm <sup>2</sup> )	Copriferro min (mm)	Informazioni aggiuntive
		(kg/m <sup>3</sup> )			
Calcestruzzo per opere non armate (magri)	-	-	15	-	
Calcestruzzo per pali	0,60	280	30	60	E' da prevedersi l'uso di additivi fluidificanti e/o superfluidificanti
Calcestruzzo per zattere di pile e spalle	0,50	320	30	40	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per elevazione spalle	0,50	320	35	35	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per elevazione pile	0,50	300	35	35	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per soletta, cordoli e marciapiedi	0,45	340	40	30	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per banchi	0,50	300	45	30	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo

## 2 Acciaio ad aderenza migliorata

Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurne l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo FeB44 k controllato in stabilimento, aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 430 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- modulo elastico  $E_s = 206.000 \text{ MPa}$

## 3 Acciaio da carpenteria

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio tipo Fe 510 (grado C), conforme alle prescrizioni del D.M. 9.1.1996 e delle Istruzioni CNR 10011, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione  $f_t \geq 510 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento  $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
- resilienza  $KV \geq 27 \text{ J a } -20 \text{ }^\circ\text{C}$
- allungamento (lamiere)  $\epsilon_t \geq 21\%$

Nei tratti a direttrice curva la carpenteria metallica dovrà presentare curvatura continua. E' esclusa la realizzazione per tratti rettilinei consecutivi (spezzata) approssimanti la curva.

Tutte le giunzioni per l'assemblaggio dei conci delle travi portanti, sia quelle da eseguire in officina che quelle in cantiere, saranno di tipo saldato a completa penetrazione.

I traversi intermedi, di pila e di spalla saranno collegati alle travi principali attraverso giunzioni bullonate.

La carpenteria metallica sarà protetta con tre mani di vernice, due applicate in officina e la terza in opera, a conferire il colore finale.

## 4 Controventi

Le aste del controvento orizzontale ed i relativi elementi di collegamento, saranno realizzati in acciaio tipo Fe 510, conforme alle prescrizioni del D.M. 09.01.1996 e alle Istruzioni CNR 10011, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione  $f_t \geq 510 \text{ MPa}$

- tensione di snervamento  $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
- resilienza  $KV \geq 27 \text{ J a } -20 \text{ }^\circ\text{C}$
- allungamento (lamiera)  $\varepsilon_t \geq 21\%$

## 5 Bulloni ad alta resistenza

Le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloni ad alta resistenza aventi le seguenti caratteristiche (UNI 3740):

- vite classe 10.9 (UNI5712)
- tensione di rottura a trazione  $f_t \geq 1000 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento  $f_y \geq 900 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica  $f_{k,N} \geq 700 \text{ MPa}$
- dado classe 10 (UNI 5713)
- rosette C50 (UNI 5714)
- forza di serraggio  $N_s = 0,8 f_{k,N} A_{res}$
- coppia di serraggio  $T_s = 0,2 N_s d$

## 6 Pioli con testa tipo “Nelson”

- materiale base ST37-3K – DIN 17100
- tensione di snervamento  $f_{yk} \geq 355 \text{ Mpa}$
- tensione di rottura a trazione  $f_u \geq 510 \text{ Mpa}$

## 7 Saldature

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le indicazioni delle Norme CNR 10011/97. Tutte le giunzioni per l'unione dei conci delle travi principali e dei traversi saranno eseguite con saldature testa a testa a completa penetrazione di 1<sup>a</sup> classe.

# CALCOLI STATICI: PARTE I – IMPALCATO -

## 1 Generalità

I calcoli sono condotti con riferimento alla geometria della carreggiata destra utilizzando uno schema statico a trave continua su 9 campate con luci  $40 + 7 \times 50 + 40$  m. Il calcolo è significativo anche per la carreggiata sinistra in quanto l'impalcato consta di 8 campate con luci poco differenti alla carreggiata destra; pertanto le sollecitazioni a cui sono sottoposte le travi principali possono ritenersi equivalenti (nella trave continua a molte campate le sollecitazioni cambiano pochissimo all'introduzione od eliminazione di una campata).

## 2 Analisi dei carichi

```
+-----+
|   RELAZIONE TECNICA: Analisi dei Carichi   |
+-----+
```

Peso proprio della struttura (g1)

-----

- Carpenteria Metallica (g1,1)

Travi principali.....	=	22,52	kN/m
Carpenteria secondaria.....	=	4,67	kN/m

- Soletta (g1,2)..... $25 \text{ kN/mc} \times 3,858 \text{ mq} = 96,44$  kN/m

Carichi permanenti (g2)

-----

Marciapiedi.....	$25 \text{ kN/mc} \times (1,50 \times 0,17 + 0,75 \times 0,17 \text{ mq})$	=	9,56	kN/m
Pavimentazione stradale.....	$20 \text{ kN/mc} \times 11,25 \text{ m} \times 0,11 \text{ m}$	=	24,75	kN/m
Velette.....	$2 \times 1,80 \text{ kN/m}$	=	3,60	kN/m
Canalette smaltimento acque.....	$1 \times 0,50 \text{ kN/m}$	=	0,50	kN/m
Parapetti.....	$1 \times 0,50 \text{ kN/m}$	=	0,50	kN/m
Sicurvia.....	$2 \times 1,00 \text{ kN/m}$	=	2,00	kN/m

Carichi permanenti totali.....= 40,92 kN/m

Ritiro del calcestruzzo (e2)

-----

Il ritiro del calcestruzzo è stato schematizzato attraverso le seguenti azioni statiche equivalenti:

Forza assiale d'estremità..... $N_{cr} = E_a \times e_c \times A_{collrit} / n_r = -8348$  kN

Momento flettente d'estremità..... $M_{cr} = N_c \times z = 5451$  kNm

avendo assunto:

contrazione finale da ritiro..... $e_c = 2,10E-04$   
 coefficiente di omogeneizzazione a tinf..... $n_r = 20$   
 modulo elastico dell'acciaio..... $E_a = 206010$  MPa  
 area della soletta collaborante..... $A_{collrit} = 3,859E+06$  mmq  
 distanza fra il baricentro della soletta in cls  
 e il baricentro della sezione composta a tinf  $z = 0,653$  m

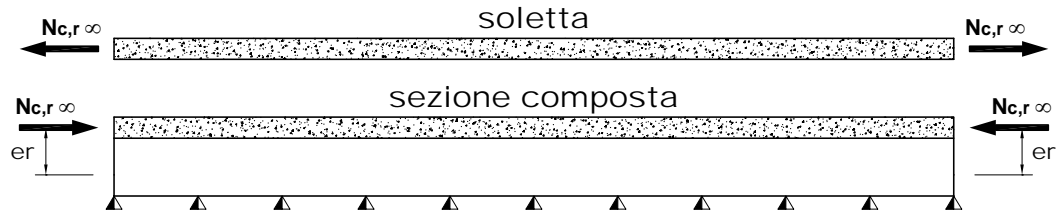


Figura 2.1- Azioni statiche equivalenti al ritiro

Variazioni termiche ( $e_3$ )

-----  
 Gli effetti prodotti dalle variazioni termiche differenziali fra la soletta in calcestruzzo e le travi metalliche sono stati valutati con azioni statiche equivalenti concentrate alle estremità dell'impalcato. Sono state prese in esame le seguenti variazioni termiche:

Variazione termica differenziale positiva 10 °C

Forza assiale d'estremità..... $N_{cdT+} = E_a \times a \times 10 \times A_{colldT} / n_0 = 13251$  kN  
 Momento flettente d'estremità..... $M_{cdT+} = N_{cdT+} \times z = -4346$  kNm

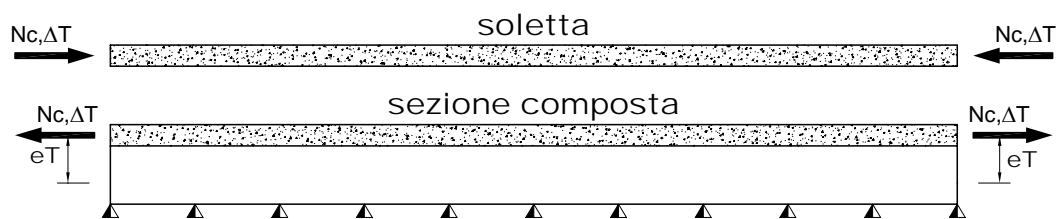


Figura 2.2 - Azioni statiche equivalenti alla variazione termica positiva

Variazione termica differenziale negativa -5 °C

Forza assiale d'estremità..... $N_{cdT-} = E_a \times a \times -5 \times A_{colldT} / n_0 = -6625$  kN  
 Momento flettente d'estremità..... $M_{cdT-} = N_{cdT-} \times z = 2173$  kNm

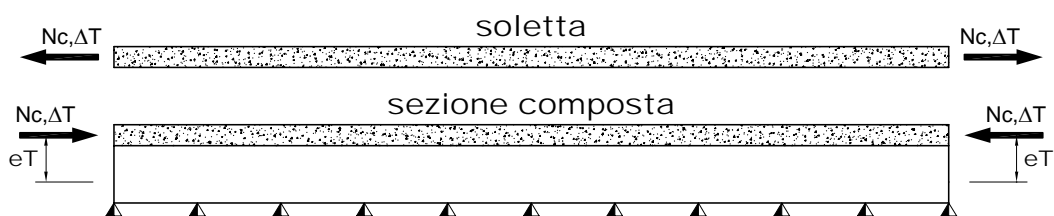


Figura 2.3 - Azioni statiche equivalenti alla variazione termica negativa

avendo assunto:

- coefficiente di dilatazione termica..... $\alpha = 1,00E-05$
- coefficiente di omogeneizzazione a  $t_0$ ..... $n_0 = 6$
- modulo elastico dell'acciaio..... $E_a = 206010$  MPa
- area della soletta collaborante..... $A_{collDT} = 3,859E+06$  mm<sup>2</sup>
- distanza fra il baricentro della soletta in cls
- e il baricentro della sezione composta a  $t_0$ ... $z = 0,328$  m

**Carichi mobili ( $q_1$ )**

Si considerano i seguenti carichi mobili:

- $q_{1,a}$ : mezzo convenzionale da 600 kN a 3 assi avente ingombro longitudinale di 15 m
- $q_{1,b}$ : carico di 30 kN/m uniformemente distribuito al di fuori dell'ingombro del  $q_{1,a}$

In senso trasversale i carichi  $q_{1,a}$  e  $q_{1,b}$  sono stati distribuiti su corsie convenzionali di larghezza pari a 3,50 m in modo tale da ottenere la distribuzione trasversale più gravosa per la singola trave (Figura 2.4).

Il carico sulla trave maggiormente sollecitata risulta (Figura 2.5):

- carico d'asse: ..... = 298 kN
- carico uniforme:..... = 45 kN/m

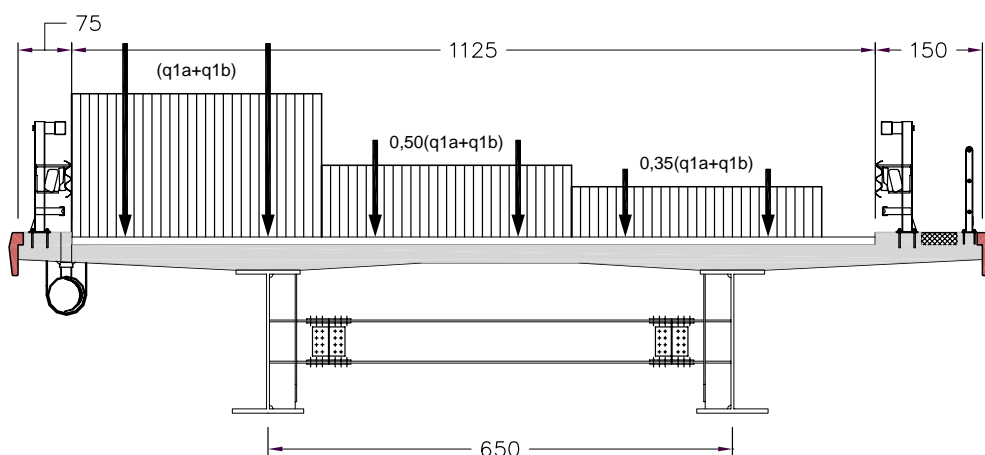


Figura 2.4 - Distribuzione trasversale dei carichi da traffico

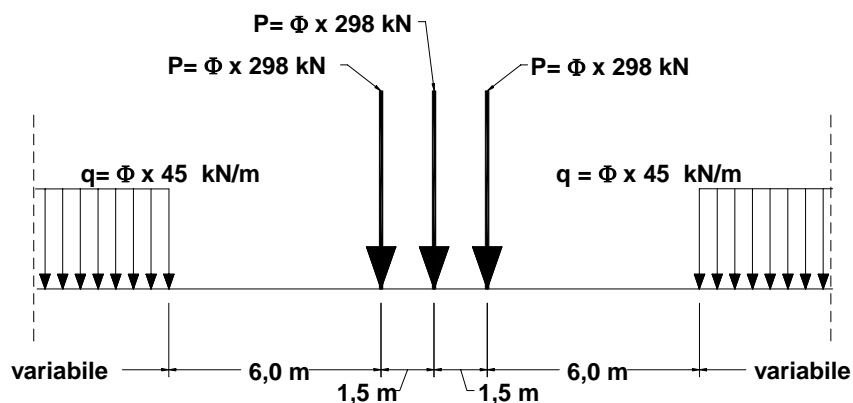


Figura 2.5 - Carico mobile agente sulla trave più sollecitata

Effetto dinamico dei carichi mobili ( $q_2$ )

$$\emptyset = 1,4 - (L - 10) / 150 = 1,20 \quad \text{per } L = 40,00 \text{ m}$$

$$\emptyset = 1,4 - (L - 10) / 150 = 1,13 \quad \text{per } L = 50,00 \text{ m}$$

Azione del vento ( $q_5$ )

L'azione del vento è riconducibile ad un carico orizzontale uniforme di  $2,50 \text{ kN/m}^2$ , diretto ortogonalmente all'asse longitudinale del ponte, agente sulla proiezione, nel piano verticale, delle superfici direttamente investite dal vento. La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposta al vento è assimilata ad una parete rettangolare continua di altezza costante pari a **3,00 m** dalla pavimentazione stradale.

Tale azione dà luogo ad una sollecitazione torcente che provoca una flessione differenziale dalle due travi portanti.

Con riferimento allo schema riportato in Figura 2.6, risulta:

$$q_5 = \frac{Rb_v}{i} = \frac{2,50 \cdot 5,46 \cdot (5,46/2)}{6,50} = 5,7 \text{ kN/m}$$

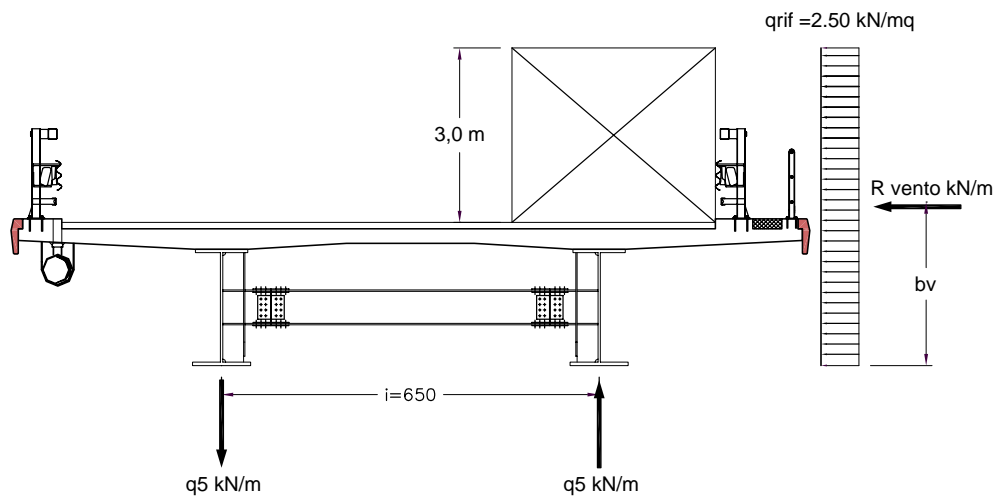


Figura 2.6 - Schematizzazione delle azioni dovute al vento

### Azione del sisma ( $q_6$ )

L'azione sismica orizzontale (longitudinale e trasversale) è valutata mediante la seguente espressione:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot W$$

essendo:

$$C = (S-2)/100 = 0,04$$

coefficiente di intensità sismica

$$R = 1$$

coefficiente di risposta

$$I = 1$$

coefficiente di protezione sismica

$$\varepsilon = 1,2$$

coefficiente di fondazione

$$\beta = 2,5$$

coefficiente di struttura (appoggi e ritegni sismici)

$$W$$

peso proprio e carichi permanenti



RIEPILOGO DEI CARICHI AGENTI SULLA TRAVE SINISTRA		
CARPENTERIA METALLICA [g <sub>1,1</sub> ]		
Peso trave continua .....	=	da geometria conci
Peso elementi secondari .....	=	2,50 kNm <sup>-1</sup>
PESO DELLA SOLETTA IN C.A. [g <sub>1,2</sub> ] .....	=	48,22 kNm <sup>-1</sup>
CARICHI PERMANENTI [g <sub>2</sub> ] .....	=	19,26 kNm <sup>-1</sup>
RITIRO DEL CALCESTRUZZO [ε <sub>2</sub> ]		
Forza assiale N .....	=	-4173,93 kN
Momento flettente M .....	=	2725,58 kNm
VARIAZIONE TERMICA NEGATIVA [ε <sub>3</sub> ]		
Forza assiale N .....	=	-3312,64 kN
Momento flettente M .....	=	1086,55 kNm
VARIAZIONE TERMICA POSITIVA [ε <sub>3</sub> ]		
Forza assiale N .....	=	6625,28 kN
Momento flettente M .....	=	-2173,09 kNm
AZIONE DEL VENTO [q <sub>5</sub> ] .....	=	5,73 kNm <sup>-1</sup>
CARICHI MOBILI CON EFFETTO DINAMICO [q <sub>1</sub> ×q <sub>2</sub> ]		
Carico dovuto al sistema Tridem [P] .....	=	894 × φ kN
Carico uniforme [q] .....	=	45 × φ kNm <sup>-1</sup>
n.b.		
Forza assiale positiva = trazione		
Momento f. positivo tende le fibre inferiori		
φ = coefficiente dinamico		

Figura 2.7 – Riepilogo dei carichi sulla trave più sollecitata

### **3 Analisi strutturale**

#### **3.1 Criteri generali**

L'analisi strutturale è stata condotta per la trave maggiormente sollecitata (trave di sinistra) su un modello agli elementi finiti di tipo "trave" ottenuto discretizzando la struttura in conci di caratteristiche geometriche ed inerziali costanti. Le analisi sono state eseguite per le seguenti condizioni di carico:

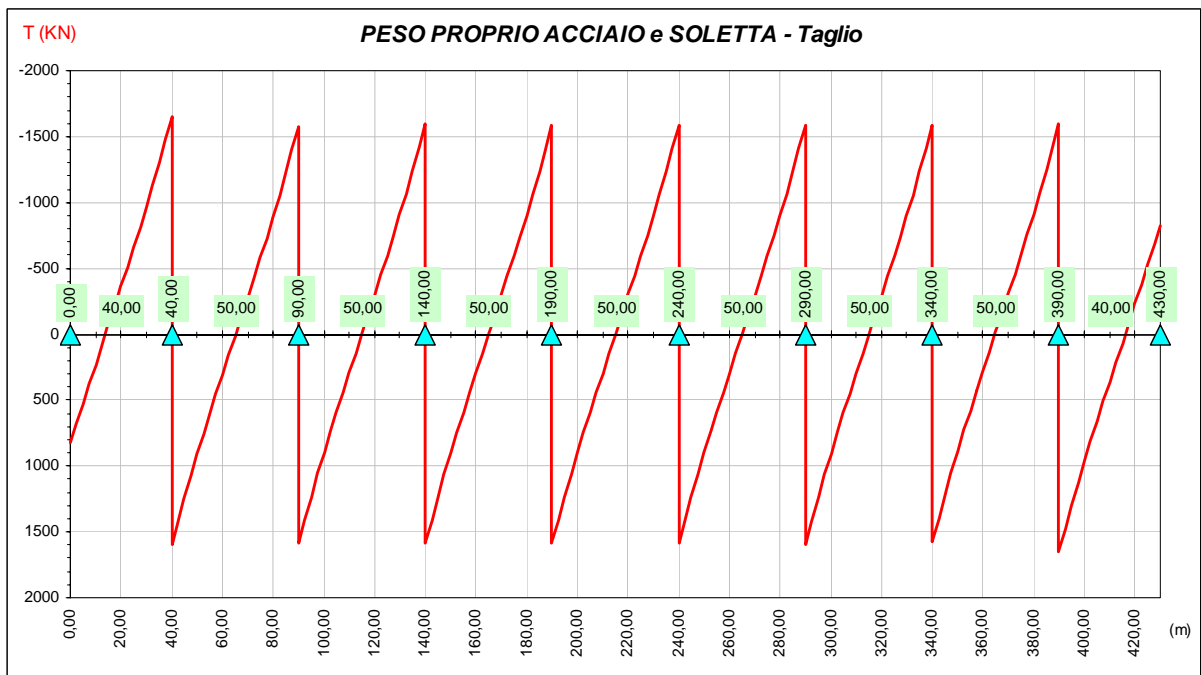
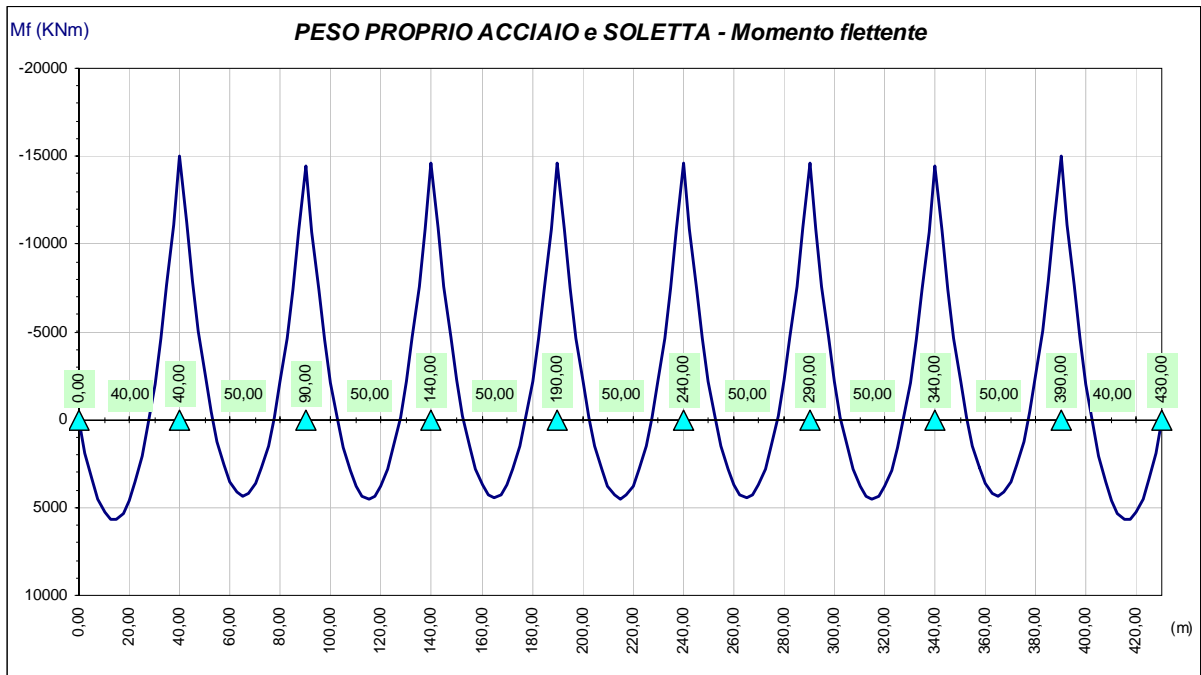
- a) peso proprio della carpenteria metallica e della soletta (modello solo acciaio)
- b) carichi permanenti (modello per carichi di lunga durata);
- c) ritiro (modello per carichi di lunga durata);
- d) variazione termica differenziale (modello per carichi di breve durata);
- e) carichi mobili (modello per carichi di breve durata);
- f) vento (modello per carichi di breve durata).

La larghezza collaborante della soletta, per la definizione delle caratteristiche inerziali della sezione è stata valutata secondo le indicazioni della norma CNR 10016.

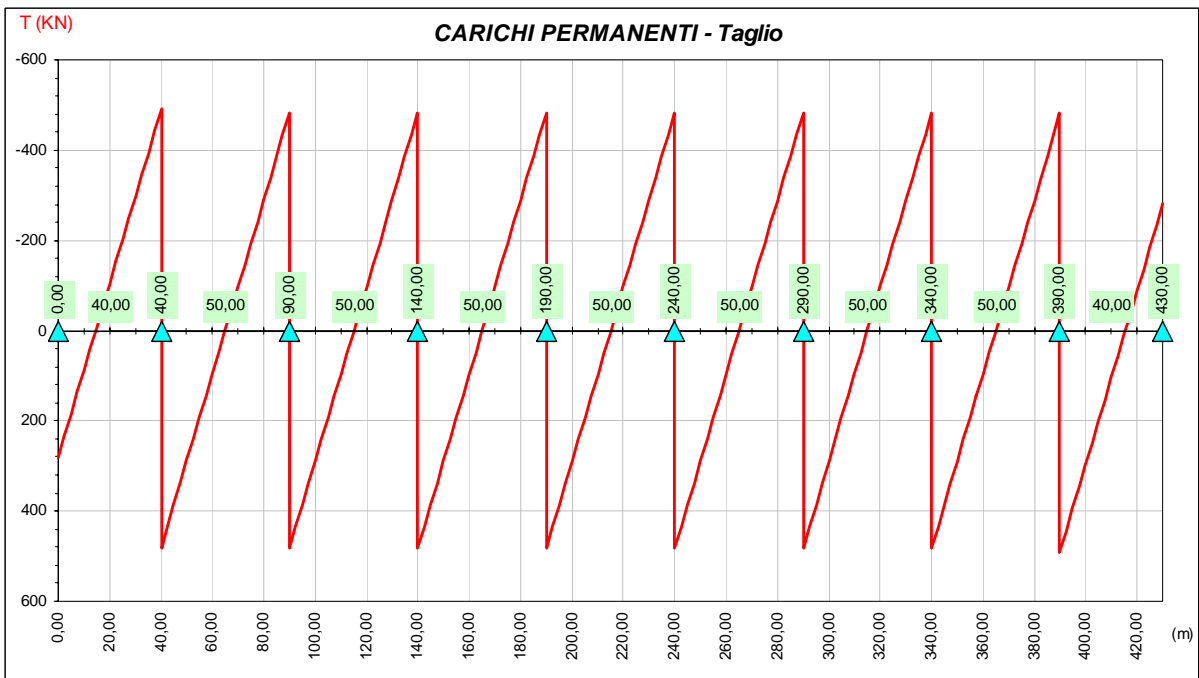
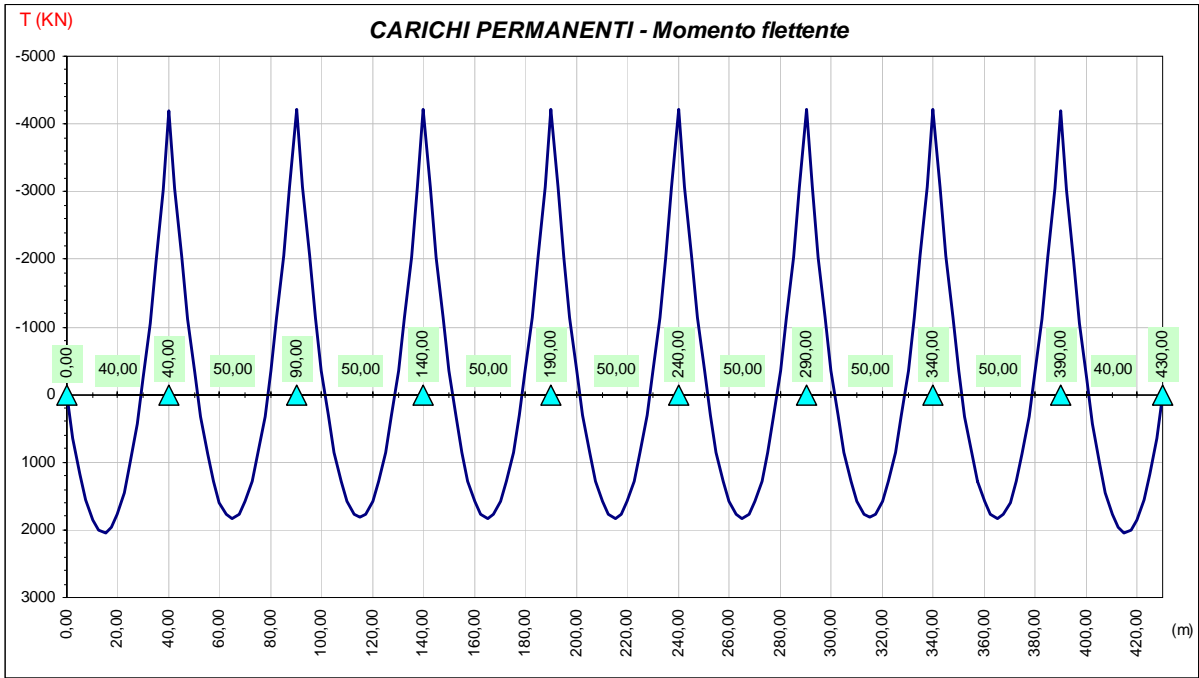
Ai fini delle verifiche di resistenza, per quanto riguarda la condizione di carico a), la soletta è stata considerata realizzata in un unico getto. Con tale ipotesi si sovrastimano le tensioni sulle travi metalliche e quindi si perviene ad una verifica conservativa della sicurezza.

### 3.2 Sollecitazioni di progetto

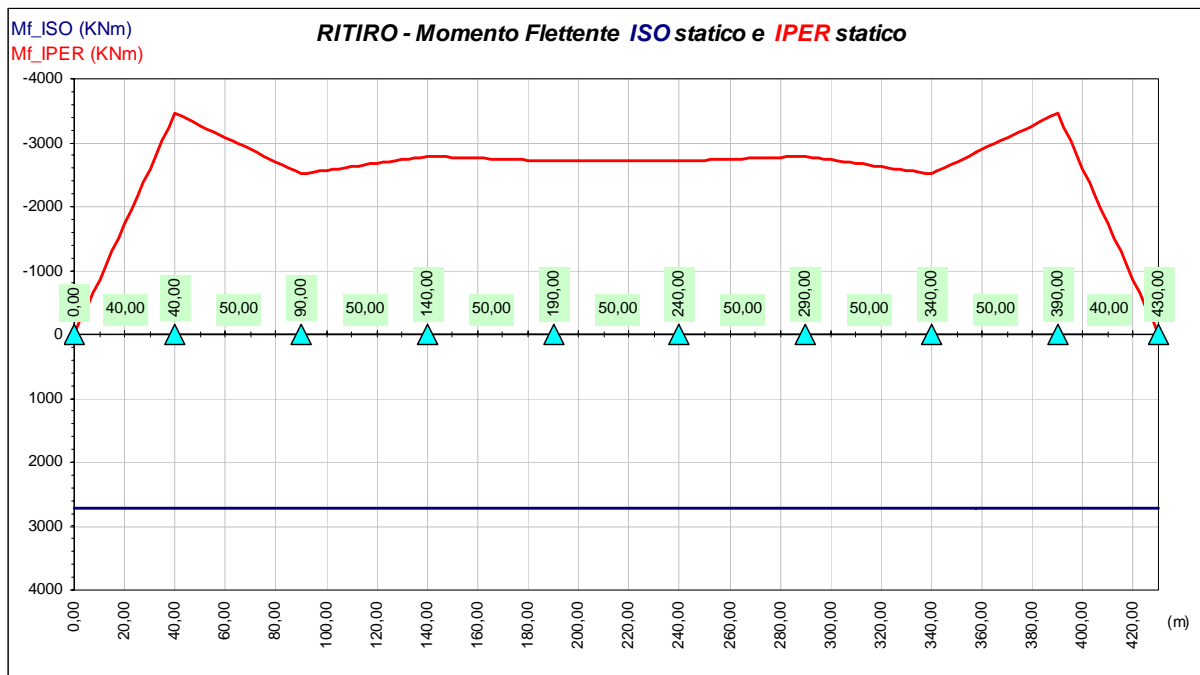
- a) peso proprio della carpenteria metallica e della soletta (modello solo acciaio);



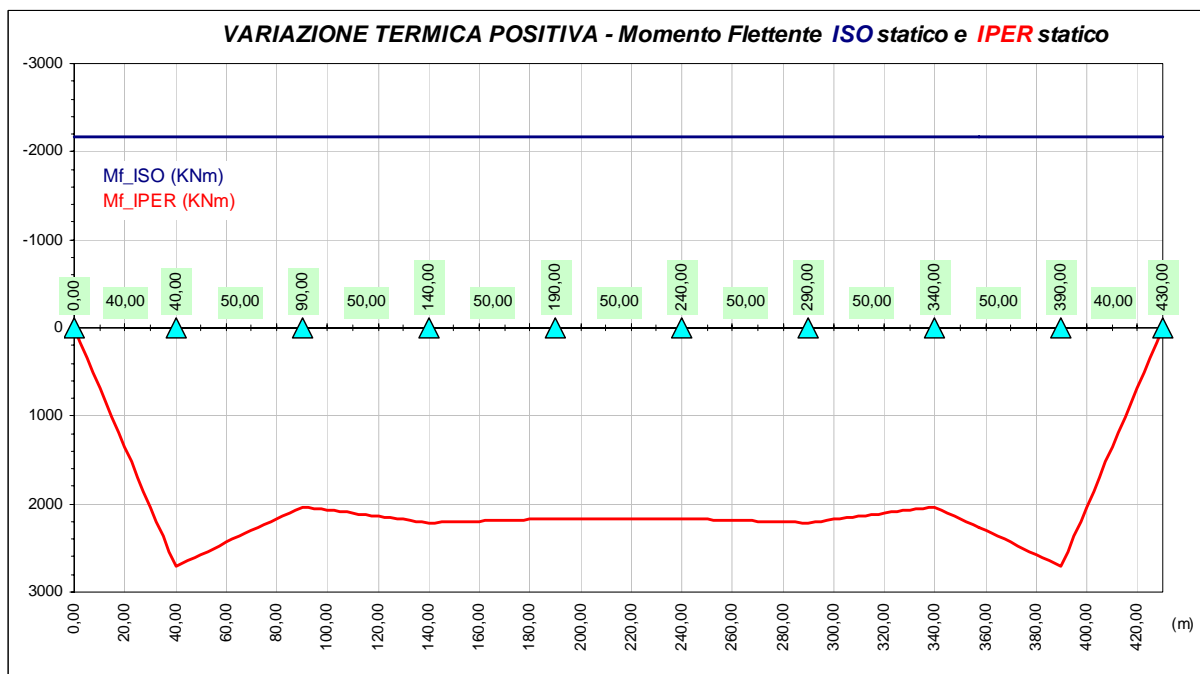
- b) carichi permanenti (modello per carichi di lunga durata);

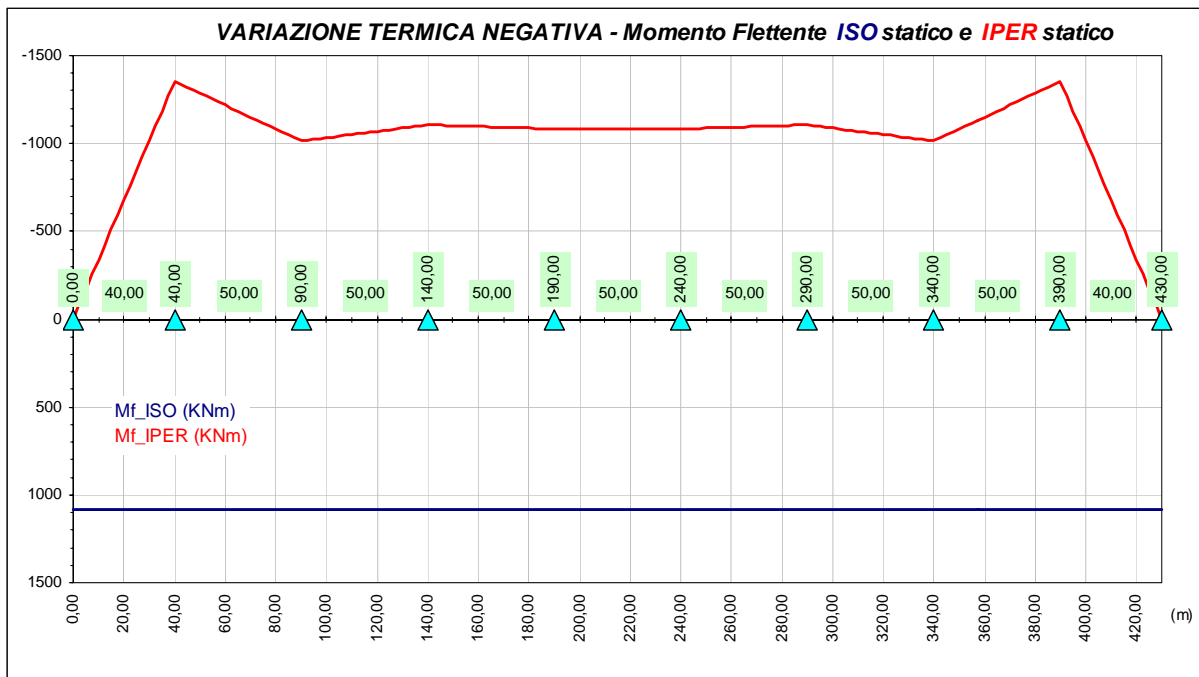


- c) ritiro (modello per carichi di lunga durata);

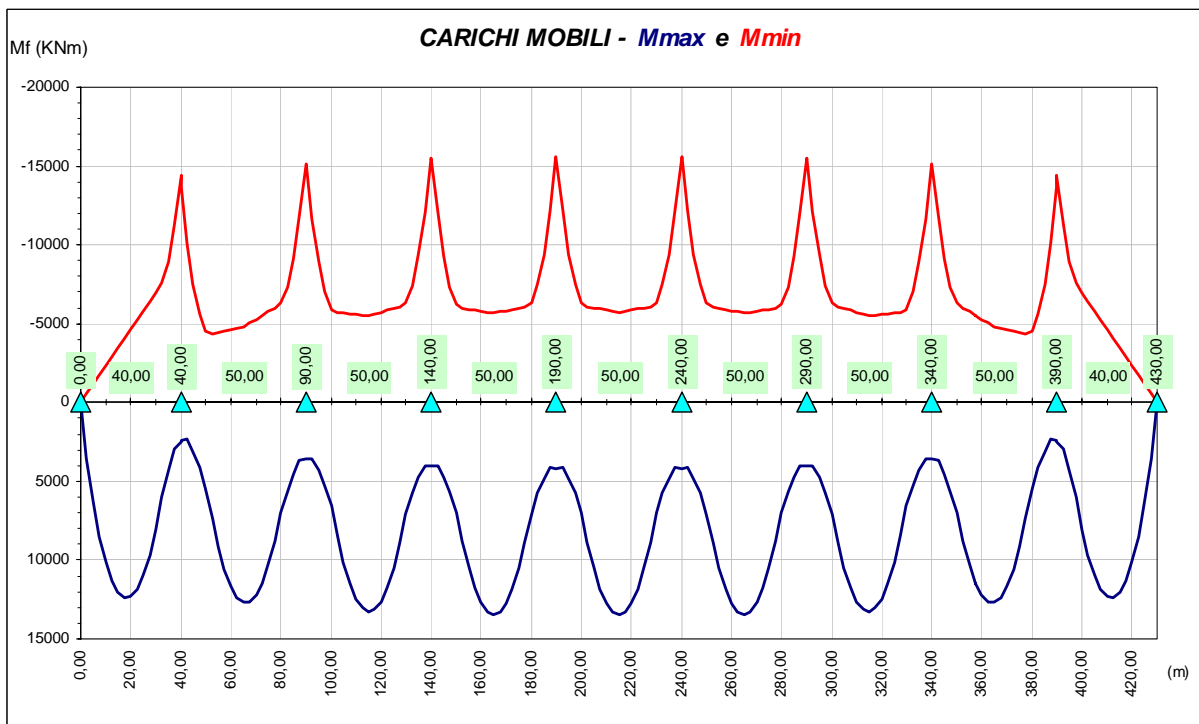


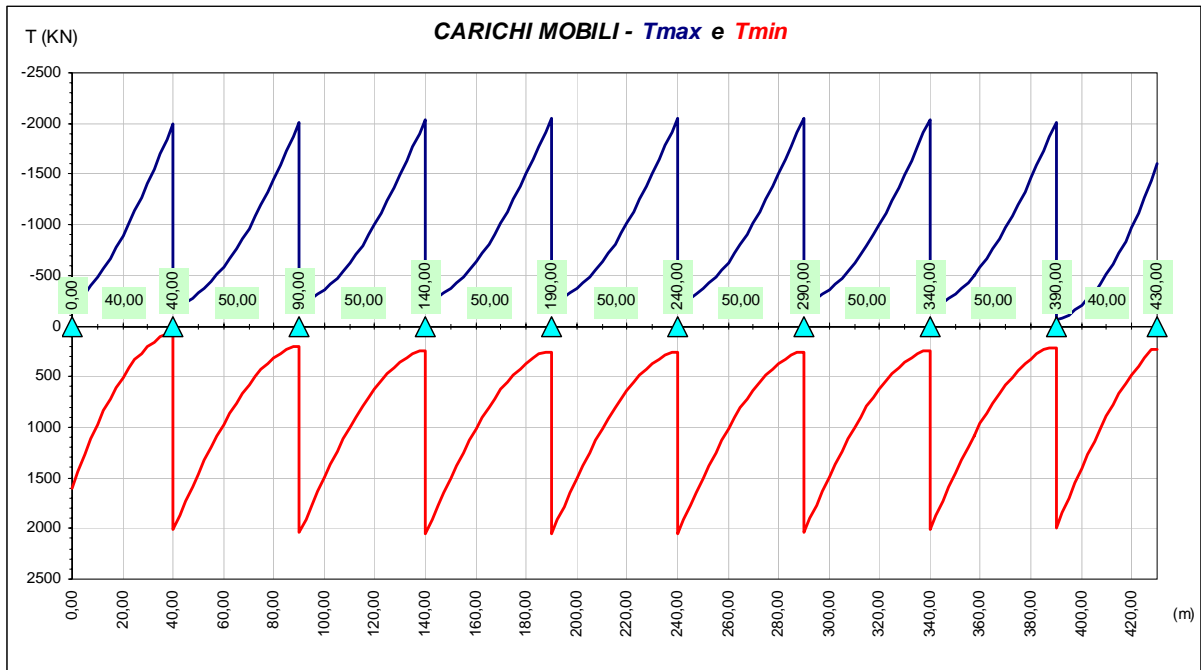
- d) variazione termica differenziale (modello per carichi di breve durata);



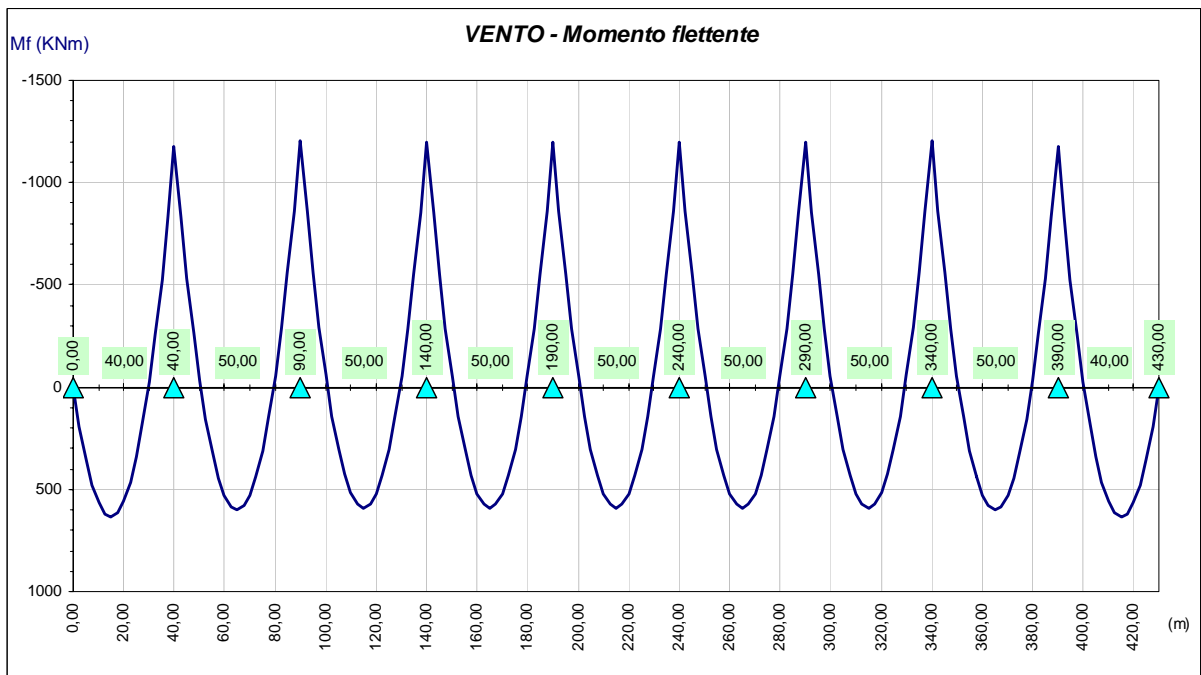


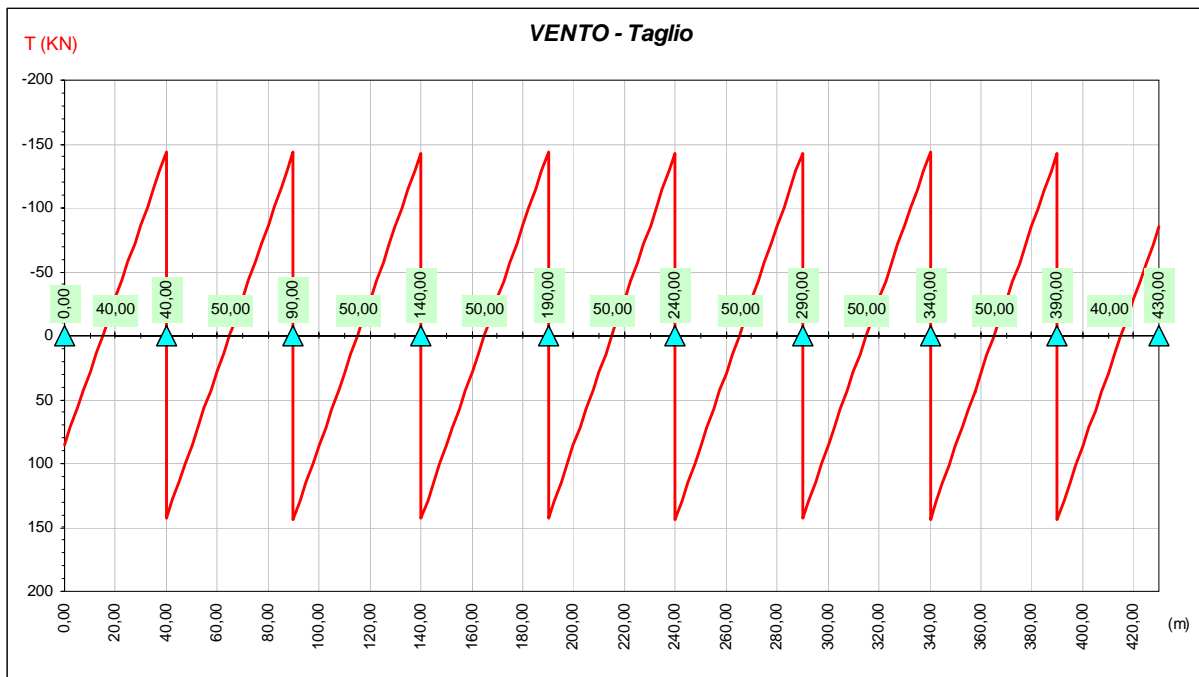
- e) carichi mobili (modello per carichi di breve durata);





- f) vento (modello per carichi di breve durata).





## 4 Verifiche dell'impalcato

### 4.1 Verifica di resistenza travi principali

Le verifiche sono condotte per le seguenti combinazioni di carico:

$$I) F_d = G_k + Q_k + 0,6 Q_5 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

essendo:

- $G_k$  pesi propri e carichi permanenti ( $g_1 + g_2$ );
- $Q_k$  carichi mobili ( $q_1 + q_2$ );
- $Q_5$  azione del vento ( $q_5$ );
- $\varepsilon_2$  ritiro del calcestruzzo;
- $\varepsilon_3 = (-5 \text{ } ^\circ\text{C})$  variazione termica differenziale negativa ;

$$II) F_d = G_k + Q_k + 0,6 Q_5 + \varepsilon_3$$

dove:

- $\varepsilon_3 = (+10 \text{ } ^\circ\text{C})$  variazione termica differenziale positiva

Per quanto riguarda i carichi mobili, sezione per sezione, sono considerati i massimi e minimi del momento flettente con i valori del taglio concomitante e i tagli massimi e minimi con i concomitanti momenti flettenti, al fine di determinare la più gravosa condizione di verifica.



Nelle verifiche di resistenza è omessa (per il solo sisma verticale) la combinazione AV definita al punto 3.9 del DM 04 maggio 1990 riguardante i ponti stradali, in quanto non dimensionante e non significativa in rapporto alle combinazioni analizzate, con carichi accidentali come condizione dominante. Secondo il punto 3.9, le azioni sismiche verticali devono essere calcolate in assenza di carico accidentale, considerando le sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti, ed in accordo con le vigenti “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica” (DM 16 gennaio 1996). Le azioni verticali da applicare alle strutture mediante analisi statica sono equivalenti ad un sistema di forze uniformemente distribuite, proporzionali alle masse presenti, con valore pari a:

$$F_v = m \cdot C \cdot I \cdot W$$

essendo:

- C il coefficiente di intensità sismica (0,04 per zone di III categoria);
- $m = 2$ ;
- $I = 1$  il coefficiente di protezione sismica
- W peso complessivo masse.

Il viadotto (carreggiata destra) ha un impalcato di larghezza pari a 13,50 m ed un peso complessivo a metro lineare di circa 165 kN/m. Nella combinazione di sisma verticale andrebbe considerato un carico uniformemente distribuito che nel caso più sfavorevole (zone di II categoria) può essere pari al 8 % delle masse verticali ovvero pari circa a 13,2 kN/m.

Gli impalcati sono stati calcolati considerando nell'ingombro della carreggiata tre corsie convenzionali di carico, per un carico totale di 1,85 volte la singola colonna di carico nominale ( $q_{1a} + q_{1b}$ ), da maggiorare successivamente in base al coefficiente di amplificazione dinamica. Di conseguenza, il carico accidentale medio uniformemente distribuito è sicuramente uguale o superiore a  $q_{1b} \times 1,85 = 30 \text{ kN/m} \times 1,85 = 55,5 \text{ kN/m}$  ovvero almeno pari al 34 % del peso della struttura. Inoltre, i carichi accidentali sono posizionati in base alle linee di influenza, in modo da ottenere le massime sollecitazioni, mentre il carico sismico uniformemente distribuito agisce sull'intera struttura. Appare quindi lecita la scelta di trascurare la combinazione AV per il sisma verticale, in rapporto alle combinazioni di verifica I) e II) sopra descritte.

Le resistenze di progetto dei materiali costituenti la sezione sono:

Acciaio da carpenteria Fe 510:

$$\text{per elementi di spessore } t \leq 40 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{a,amm} = 240 \text{ MPa}$$

$$\text{per elementi di spessore } t > 40 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{a,amm} = 210 \text{ MPa}$$

$$\text{Calcestruzzo } R_{ck} 40: \quad \Rightarrow \quad \sigma_{c,amm} = 12,25 \text{ MPa}$$

$$\text{Acciaio per armature FeB44K:} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{s,amm} = 255 \text{ MPa}$$

Nelle zone a momento negativo si trascura il contributo del calcestruzzo teso e si considera agente il solo effetto iperstatico del ritiro e/o della variazione termica.

Le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico sulle sezioni più significative dell'impalcato. Le grandezze geometriche ed inerziali delle sezioni tengono conto delle fasi costruttive e di esercizio a breve e a lungo termine.

Il calcolo delle tensioni è stato effettuato sezione per sezione, con le proprietà inerziali della sezione tipo associata all'azione presa in considerazione.

In presenza di stati di sollecitazione pluriassiali la tensione ideale di confronto è determinata mediante l'espressione indicata nella CNR - UNI 10011.

Le tensioni ideali calcolate in riferimento a ciascuna sezione tipo sono state sommate fra loro e quindi confrontate con le tensioni di progetto.

Si riportano nel seguito le rappresentazioni grafiche delle verifiche per le combinazioni di carico precedentemente individuate (confronto tra tensioni ideali di calcolo e tensioni di progetto).

Le curve di colore blu (grigio scuro) rappresentano l'involuppo delle tensioni ideali di calcolo per le combinazioni di carico precedentemente individuate, mentre quelle rosse (grigio chiaro) le tensioni resistenti di progetto.

La verifica è stata effettuata nelle 5 fibre di riferimento della sezione composta specificate nella Figura 4.1 e sull'armatura superiore della soletta.

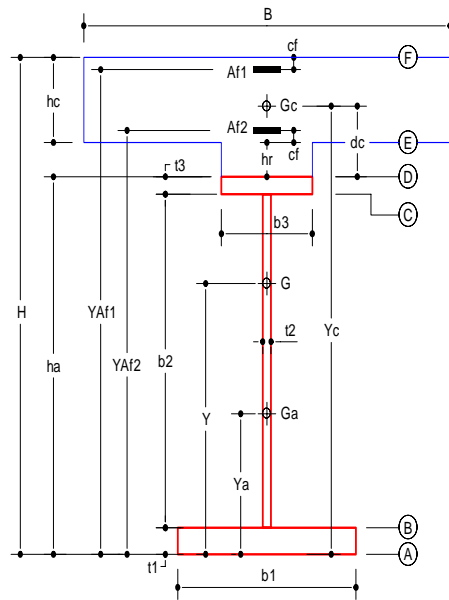
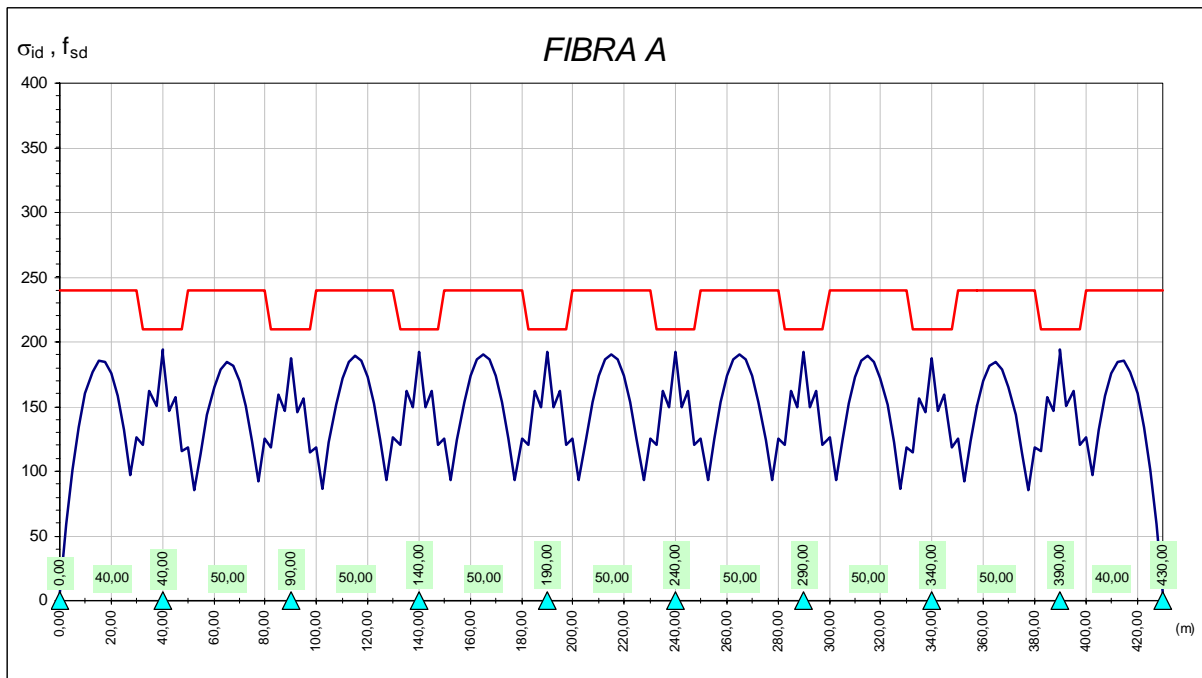
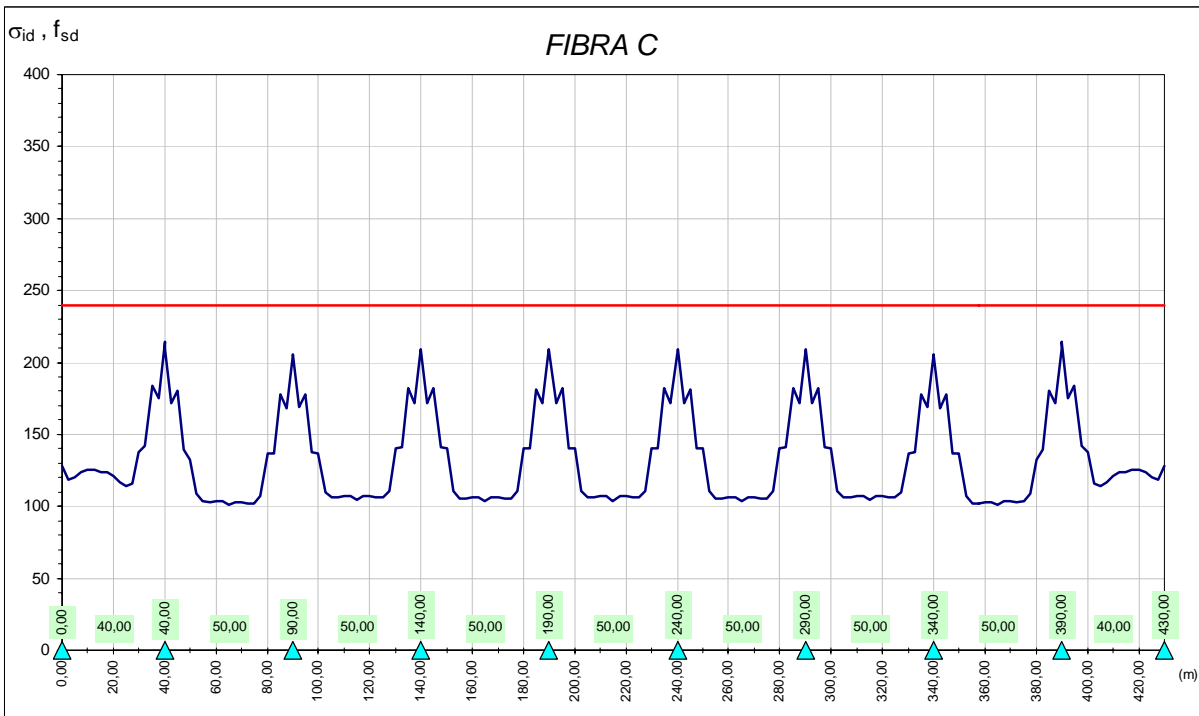
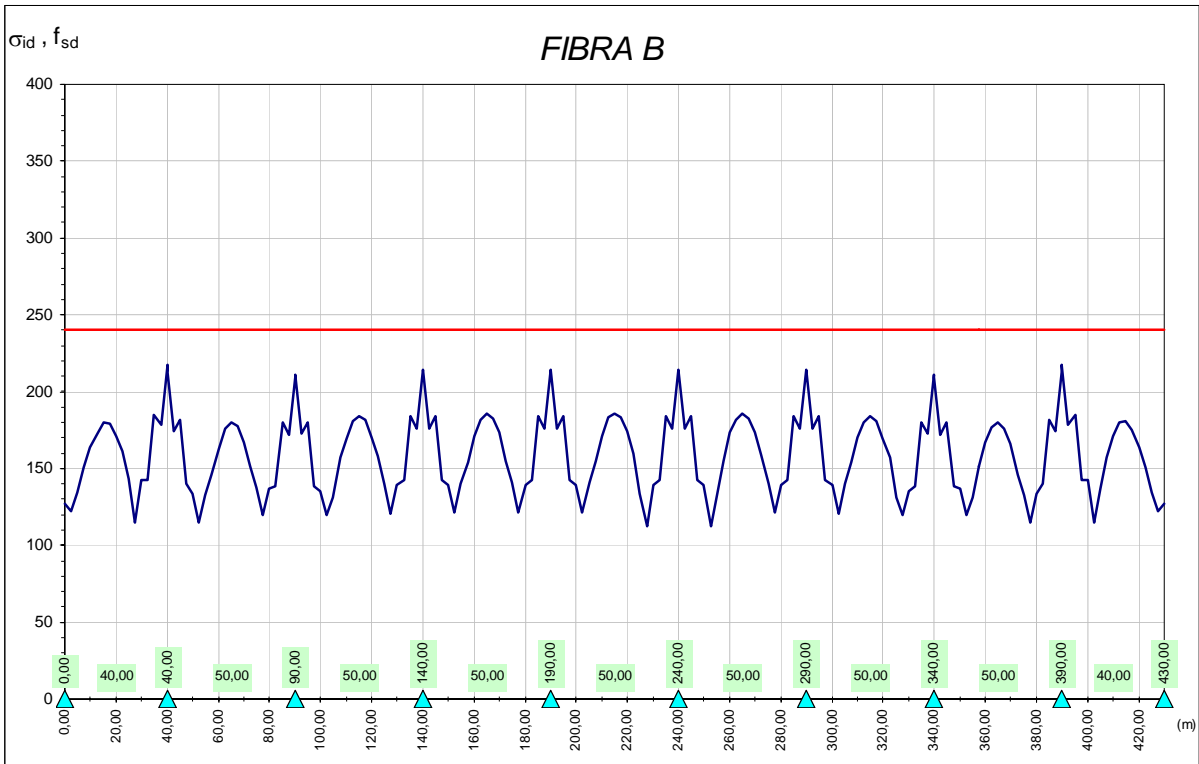
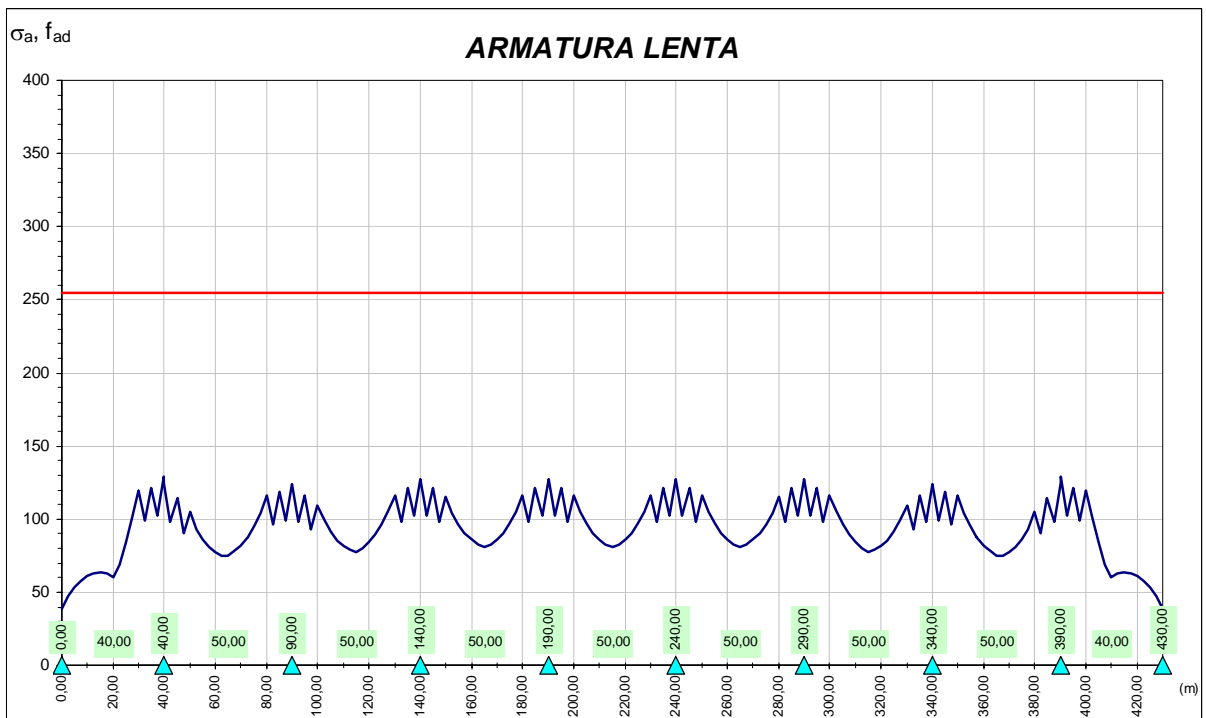
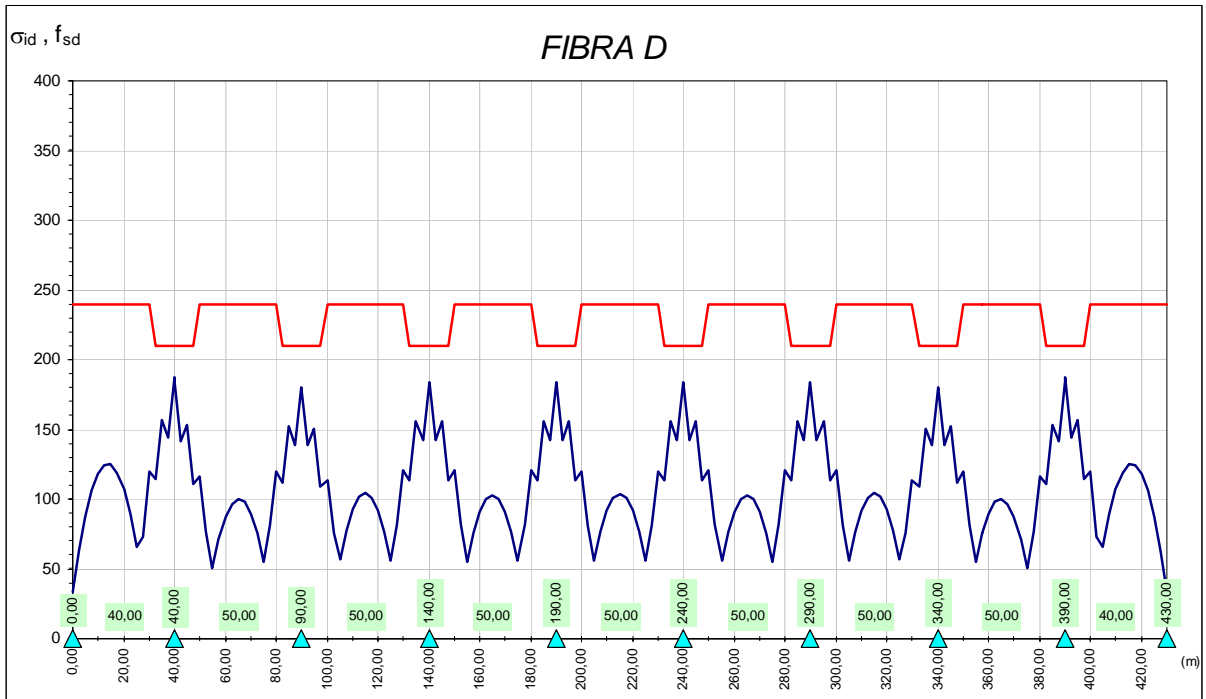
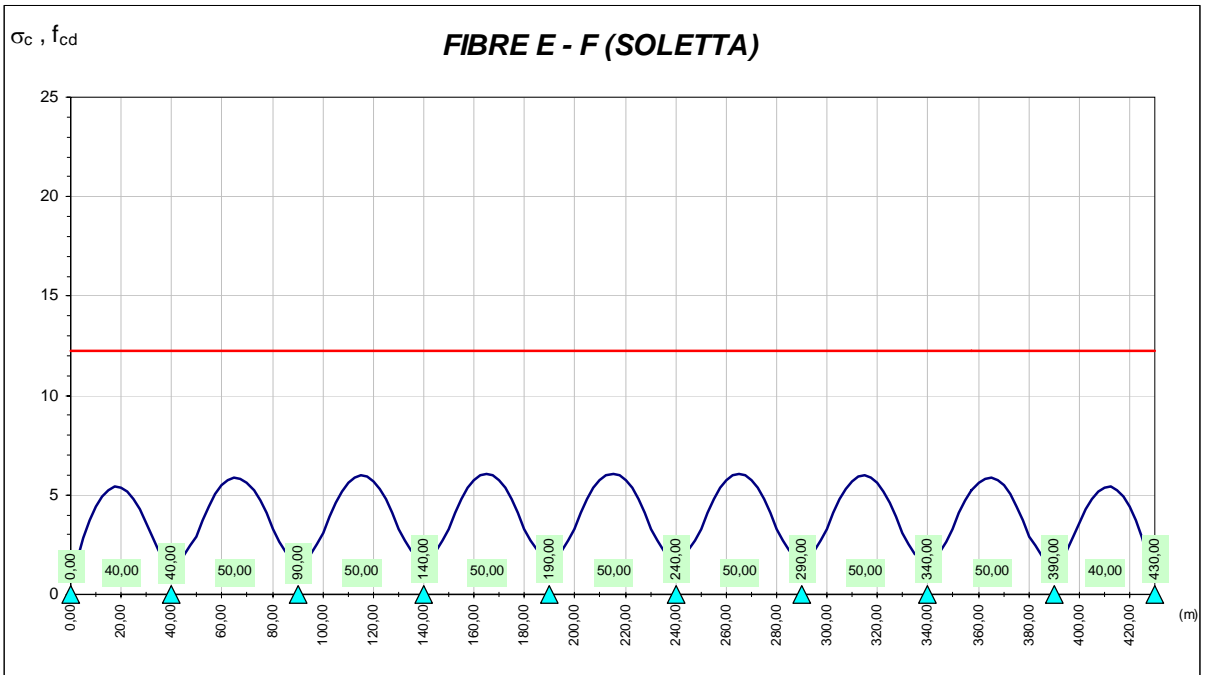


Figura 4.1 – Fibre di riferimento per le verifiche di resistenza









## 4.2 Verifica di stabilità dei pannelli d'anima delle travi principali

Le verifiche sono state effettuate per le combinazioni di carico precedentemente espone facendo riferimento ai criteri suggeriti dalle CNR 10011.

L'anima delle travi metalliche è stata considerata suddivisa in pannelli rettangolari, compresi fra due montanti verticali di irrigidimento successivi, soggetti alle tensioni normali e tangenziali di calcolo. I pannelli sono stati considerati incastrati a livello della piattabanda superiore ed incernierati a livello di quella inferiore..

La verifica consiste nel controllare che sia:

$$\beta_V \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{cr,id}$$

oppure nel caso risulti  $\sigma_{cr, id} > 0,8 f_d = 0,8 f_y$

$$\beta_V \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{cr,red}$$

dove:

$$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}}{\frac{1+\psi}{4} + \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4} \frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}}$$

e

$$\sigma_{cr,red} = f_d \frac{20 + \sqrt{25 - 15(f_y / \sigma_{cr,id})^2}}{25 + (f_y / \sigma_{cr,id})^2}$$

con il seguente significato dei simboli:

- tensione di riferimento.....  $\sigma_{cr,0} = 186200 (t/h^2) (MPa)$
- altezza netta del pannello..... h
- spessore del pannello ..... t
- tensioni ideali di imbozzamento ( $\tau = 0$ ) .....  $\sigma_{cr} = K\sigma \sigma_{cr,0} (MPa)$
- tensioni ideali di imbozzamento ( $\sigma = 0$ ).....  $\tau_{cr} = K\tau \sigma_{cr,0} (MPa)$
- coefficienti di imbozzamento .....  $K\tau - K\sigma$
- coefficiente di distribuzione lineare delle tensioni normali  $\psi$
- tensione normale massima di compressione.....  $\sigma$

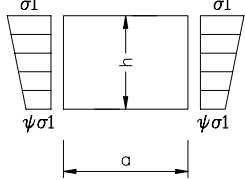
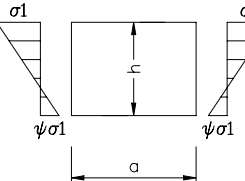
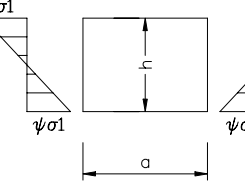
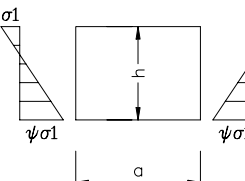
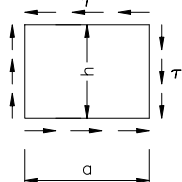
Caso	Condizioni di carico del pannello	Tensioni ideali di imbozzamento	$\alpha = a/h$	Coefficiente di imbozzamento
1	Compressione variabile linearmente $1 \leq \psi \leq 0$		$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \sigma_E$	$k_{\sigma} = \frac{8.4}{1.1 + \psi}$
				$k_{\sigma} = \left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^2 \frac{2.1}{1.1 + \psi}$
2	Compressione e trazione variabili linearmente con preponderante tensione di compressione $-1 < \psi < 0$		$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \sigma_E$	$k_{\sigma} = (1 + \psi)k_1 - \psi k_3 + 10\psi(1 + \psi)$ $k_1$ dal caso 1 per $\psi = 0$ $k_3$ dal caso 3 per $\psi = -1$
3	Compressione e trazione var. linearmente, con uguali valori massimi di compressione e trazione $\psi = -1$		$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \sigma_E$	$k_{\sigma} = 23.9$
	o preponderante tensione di trazione $\psi < -1$			$k_{\sigma} = 15.87 + \frac{1.87}{\alpha^2} + 8.6\alpha^2$
4	Tensione tangenziale uniformemente distribuita		$\tau_{cr} = k_{\tau} \sigma_E$	$k_{\tau} = 5.34 + \frac{4}{\alpha^2}$
				$k_{\tau} = 4 + \frac{5.34}{\alpha^2}$

Tabella 4.1- Coefficienti d'imbozzamento



- lunghezza del pannello ..... a
- rapporto fra i lati del pannello .....  $\alpha = a / h$
- coefficiente di sicurezza per verifiche T.A.....  $v = 1,5$
- $\beta = \frac{\sigma_N + 0,80\sigma_M}{\sigma_N + \sigma_M}$  per  $\alpha \leq 1,5$ ;  $\beta = 1$  per  $\alpha > 1,5$  essendo  $\sigma_N$  e  $\sigma_M$  i valori delle tensioni

dovute allo sforzo normale N ed al momento flettente M agenti sul pannello d'anima.

Nelle pagine successive si riportano il dettaglio della verifica del pannello maggiormente sollecitato e la verifica sintetica di tutti i pannelli individuati.

Caratteristiche del pannello			
Pannello	N_pan	<b>7</b>	
Ascissa inizio	Inizio	34,26	m
Ascissa fine	Fine	40,00	m
Lunghezza del pannello	a	574,0	cm
Campata	n°	1	

Sollecitazioni di verifica			
Combinazione	n°	1	
Condizione carichi mobili		V max	
Forza assiale	N	-3369	kN
Momento flettente	M	-29155	kNm
Taglio	V	-4205	kN
Tensione punto C (bordo superiore)	$\sigma_c$	152,8	N/mm <sup>2</sup>
Tensione punto B (bordo inferiore)	$\sigma_b$	-157,8	N/mm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale	$\tau$	-78,4	N/mm <sup>2</sup>

Verifica di stabilità			
Tensione di compressione massima ( $\sigma_1$ )	$\sigma_1$	-157,8	N/mm <sup>2</sup>
Tensione all'altro estremo ( $\sigma_2$ )	$\psi \cdot \sigma_1$	152,8	N/mm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale	$\tau$	-78,4	N/mm <sup>2</sup>
Tensione dovuta ad N	$\sigma_N =$	-2,5	N/mm <sup>2</sup>
Tensione dovuta ad M	$\sigma_M =$	-155,3	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente $\psi$ ( $\psi = \sigma_2 / \sigma_1$ )	$\psi$	-0,97	
Coefficiente $\alpha$ ( $\alpha = a / b_{ani}$ )	$\alpha$	3,14	
Modulo elastico dell'acciaio	E_acciaio	206000	N/mm <sup>2</sup>
Tensione di snervamento (fsy)	fsy	355	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo fsd (fsd = fsy / $\gamma_m$ )	fsd	355	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di imbozzamento	$K_\sigma =$	29,07	
Coefficiente di imbozzamento	$K_\tau =$	5,79	
Coefficiente correttivo di $k_\sigma$ e $k_\tau$		1,26	
Tensione di riferimento	$\sigma_{cr,0} =$	48,0	N/mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cr} =$	-1396,4	N/mm <sup>2</sup>
	$\tau_{cr} =$	278,2	N/mm <sup>2</sup>
Tensione critica ideale	$\sigma_{cr,id} =$	345,3	N/mm <sup>2</sup>
Tensione ideale	$\sigma_{id} =$	208,2	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente per metodo di verifica	$v =$	<b>1,5</b>	
	$\beta =$	1,00	
<b>VERIFICA</b>	$(\sigma_{cr,id} / \sigma_{id}) \geq \beta \times v$	<b>SODDISFATTA</b>	
	$\sigma_{cr,id} / \sigma_{id} =$	1,659	> 1,50

Tabella 4.2 – Verifica dettagliata del pannello n°7



Pann. N°	Camp. N°	Ascissa Iniziale [m]	Sez. N°	Ascissa Finale [m]	Sez. N°	Lungh. Pannello [m]	Ala superiore		Ala inferiore		Anima		Tipo sezione	s,cr,id ----- s,id	coeff. limite b x v	Comb.	Cond. car. mob.	Pos. sez. ver.	Sollecitazioni		
							b3 [cm]	t3 [cm]	b1 [cm]	t1 [cm]	b2 [cm]	t2 [cm]							N [kN]	M [kNm]	T [kN]
66	8	362,24	210	367,80	214	5,56	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	3,207	1,500	1	V max	DX	1810	7470	-1021
67	8	367,80	214	373,36	217	5,56	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	2,667	1,500	1	V max	DX	705	5018	-1722
68	8	373,36	217	378,92	220	5,56	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	1,642	1,500	1	V max	DX	-1630	566	-2457
69	8	378,92	220	384,48	223	5,56	90,0	5,417	110,0	5,612	189,0	2,403	med.	1,970	1,500	1	V max	DX	-1681	-13077	-3246
70	8	384,48	223	390,00	226	5,52	90,0	8,717	110,0	8,717	182,6	2,953	med.	1,716	1,500	1	V max	DX	-3262	-28733	-4064
71	9	390,00	227	395,71	230	5,71	90,0	8,627	110,0	8,627	182,7	2,938	med.	1,661	1,500	1	V min	SX	-3368	-29155	4205
72	9	395,71	230	401,42	233	5,71	90,0	5,254	110,0	5,503	189,2	2,376	med.	1,924	1,500	1	V min	SX	-1664	-12455	3340
73	9	401,42	233	407,13	236	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	1,738	1,500	1	V min	SX	-1537	1709	2514
74	9	407,13	236	412,84	240	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	2,508	1,500	1	V min	SX	725	6430	1745
75	9	412,84	240	418,55	243	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	2,704	1,500	1	V min	SX	1606	8917	1015
76	9	418,55	243	424,26	246	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	2,560	1,500	1	V max	DX	2816	8398	-1651
77	9	424,26	246	430,00	249	5,74	90,0	3,000	110,0	4,000	193,0	2,000	eff.	1,820	1,500	2	V max	DX	1259	1208	-2686

Tabella 4.3 - Verifica sintetica dei pannelli d'anima

### 4.3 Soletta

La soletta ha una larghezza complessiva di 13,50 m e spessore variabile da 25 cm in campata a 35 cm sugli appoggi in corrispondenza delle travi metalliche. Gli sbalzi, destro e sinistro, hanno lunghezza pari a 350 cm e l'interasse delle travi principali è di 650 cm. Il getto viene eseguito per tratti con l'utilizzo di casseri mobili seguendo uno schema di getto con sequenze ottimizzate che prevedono prima l'esecuzione dei conci in campata, poi quelli sugli appoggi.

#### 4.3.1 Verifica di resistenza della soletta

Per il getto della soletta è previsto l'utilizzo di cls con  $R_{ck}$  40 MPa e di acciaio tipo FeB44k; le caratteristiche meccaniche dei materiali sono le seguenti:

- cls  $R_{ck}$  40:  $\sigma_{c adm} = 12,25$  MPa
- acciaio Fe B 44K:  $\sigma_{s adm} = 255$  MPa

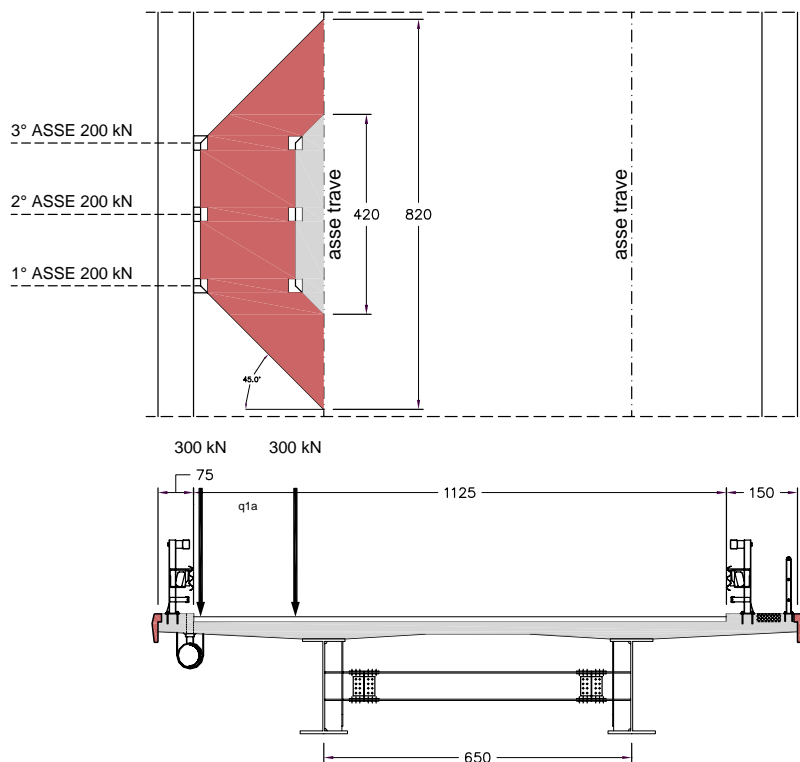
La verifica è condotta su una striscia di soletta di larghezza unitaria, avente schema statico di trave appoggiata sulle due travi metalliche, con due sbalzi laterali. Per i carichi da traffico è stata considerata:

- il carico  $q_{1,a}$  posto a 15 cm di distanza dal cordolo, per il calcolo delle sollecitazioni sui due sbalzi;
- il carico  $q_{1,a}$  posta a cavallo della mezzera della soletta, per il calcolo delle sollecitazioni in campata.

Le sollecitazioni dei carichi permanenti sono riferite al metro lineare.

Le sollecitazioni dei carichi da traffico, trattandosi di carichi localizzati, sono state riportate al metro lineare diffondendo il carico a  $45^\circ$  fino all'appoggio. Il coefficiente di amplificazione dinamica per i carichi da traffico è pari ad 1,4.

## Verifica dello sbalzo sinistro



---- MOMENTO FLETTENTE IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DELLA TRAVE SINISTRA ----  
 carichi mobili in posizione 2

Larghezza sbalzo SX [cm] .....	350
Peso di una fila di ruote del carico mobile $q_{1a}$ [kN] .....	300
Coefficiente di amplificazione dinamica $\phi$ .....	1,4
Posizione della 1 <sup>a</sup> fila di ruote [cm] .....	260
Lunghezza di diffusione del carico [cm] .....	820
Posizione della 2 <sup>a</sup> fila di ruote [cm] .....	60
Lunghezza di diffusione del carico [cm] .....	420
MOMENTO dovuto al peso della soletta [kNm/m] .....	-39,39 +
MOMENTO dovuto al peso della pavimentazione [kNm/m] .....	-8,32 +
MOMENTO dovuto al peso del cordolo/marciapiede [kNm/m] .....	-9,96 +
MOMENTO dovuto al peso veletta [kNm/m] .....	-6,30 +
MOMENTO dovuto al peso della canaletta smaltimento acque [kNm/m] ...	-1,75 +
MOMENTO dovuto al peso del parapetto [kNm/m] .....	0,00 +
MOMENTO dovuto peso della barriera anti-rumore [kNm/m] .....	0,00 +
MOMENTO dovuto al peso della rete di protezione [kNm/m] .....	0,00 +
MOMENTO dovuto al peso sicurvia [kNm/m] .....	-3,15 +
MOMENTO dovuto alla 1 <sup>o</sup> fila di ruote [kNm/m] .....	-133,17 +
MOMENTO dovuto alla 2 <sup>o</sup> fila di ruote [kNm/m] .....	-60,00 =
MOMENTO di progetto [kNm/m] .....	<b>-262,04</b>

---- TAGLIO IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DELLA TRAVE SINISTRA ----  
carichi mobili in posizione 2

TAGLIO dovuto al peso della soletta [kN/m] .....	-24,91 +
TAGLIO dovuto al peso della pavimentazione [kN/m] .....	-6,05 +
TAGLIO dovuto al peso del cordolo/marciapiede [kN/m] .....	-3,19 +
TAGLIO dovuto al peso veletta [kN/m] .....	-1,80 +
TAGLIO dovuto al peso della canaletta smaltimento acque [kN/m] .....	-0,50 +
TAGLIO dovuto al peso del parapetto [kN/m] .....	0,00 +
TAGLIO dovuto peso della barriera anti-rumore [kN/m] .....	0,00 +
TAGLIO dovuto al peso della rete di protezione [kN/m] .....	0,00 +
TAGLIO dovuto al peso sicurvia [kN/m] .....	-1,00 +
TAGLIO dovuto alla 1° fila di ruote [kN/m] .....	-51,22 +
TAGLIO dovuto alla 2° fila di ruote [kN/m] .....	-100,00 =
TAGLIO di progetto [kN/m] .....	<b>-188,66</b>

Considerando un'armatura superiore di  $5\phi 20 + 5\phi 26$  al metro (area  $42,26 \text{ cm}^2$ ), una inferiore di  $5\phi 20$  al metro (area  $15,71 \text{ cm}^2$ ) si ha la seguente verifica di resistenza della sezione  $100 \times 35$ :

-----  
|  
| Viadotto Santuzza II  
| Progetto Soletta  
| Sezione: ATTACCO SBALZO SINISTRO  
|  
-----

METODO DI CALCOLO: Tensioni Ammissibili;

MATERIALI:

Resistenza caratteristica cubica cls .....: Rck = 400.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Tipo acciaio .....: Fe B 44 k  
 Coefficiente di omogeneizzazione Ea/Ec .....: n = 15.00  
 Tensione ammissibile cls .....: sigma\_c amm. = 122.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Tens. amm. per compres. semplice: sigma\_c rid = 85.40 ''  
 Tensione ammissibile acciaio .....: sigma\_f amm. = 2600.00 ''

FORMA DELLA SEZIONE: RETTANGOLARE

Base: B = 100.00 cm; Altezza: H = 35.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi sess.

Area totale acciaio .....: Af = 57.96 ''

Copriferro .....: c = 3.00 cm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3500.00 cm<sup>2</sup>; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 357291.67 cm<sup>4</sup>; Jy = 2916666.67 cm<sup>4</sup>;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2916666.67 cm<sup>4</sup>; Jeta = 357291.67 cm<sup>4</sup>;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: Theta = -1.57 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (unita' Kg, Kg\*m).

Combinazioni:

comb.	N	Mx	Tx	My	Ty	Mt
1	0.00	-26200.00	0.00	0.00	18800.00	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):  
 Area sezione reagente .....: Ar = 2202.09 cmq  
 Mom. statici della sez. reagente (cm<sup>3</sup>) : Sx = -9184.10, Sy = -1124.55  
 Mom. d'inertia sezione reagente (cm<sup>4</sup>)...: Jx=331476.98 , Jy=1983417.35  
 : Jxy=-6380.56  
 Baricentro sezione reagente Br .....: Xgr = -0.51 cm; Ygr = -4.17 cm  
 Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-0.049906; b=-8.938574; c=-37.305022

Tensioni (segno positivo se di compressione). Sezione parzializzata  
 Tensione massima cls .....: sigma\_c = 121.615 Kg/cmq  
 Tensione minima acciaio .....: sigma\_f = -2387.969 ''  
 Tensione massima acciaio .....: sigma\_f' = 1284.921 ''  
 Valori tutti inferiori a quelli ammissibili: VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO

Comb. N.ro: 1; TauMax=Taglio\*Sn\_TauMax/(Jn\*c\_TauMax)=7.264 Kg/cmq  
 Taglio=18799.71 Kg; Sn\_TauMax=11325.13 cm<sup>3</sup>; corda=c\_TauMax=100.00 cm  
 Jb=293102.49 cm<sup>4</sup>; Sn\_baric=11325.13 cm<sup>3</sup>; h\*=Jb/Sn\_baric=25.88 cm;  
 b\* =c\_TauMax\*TauMax/TauC0=99.05 cm

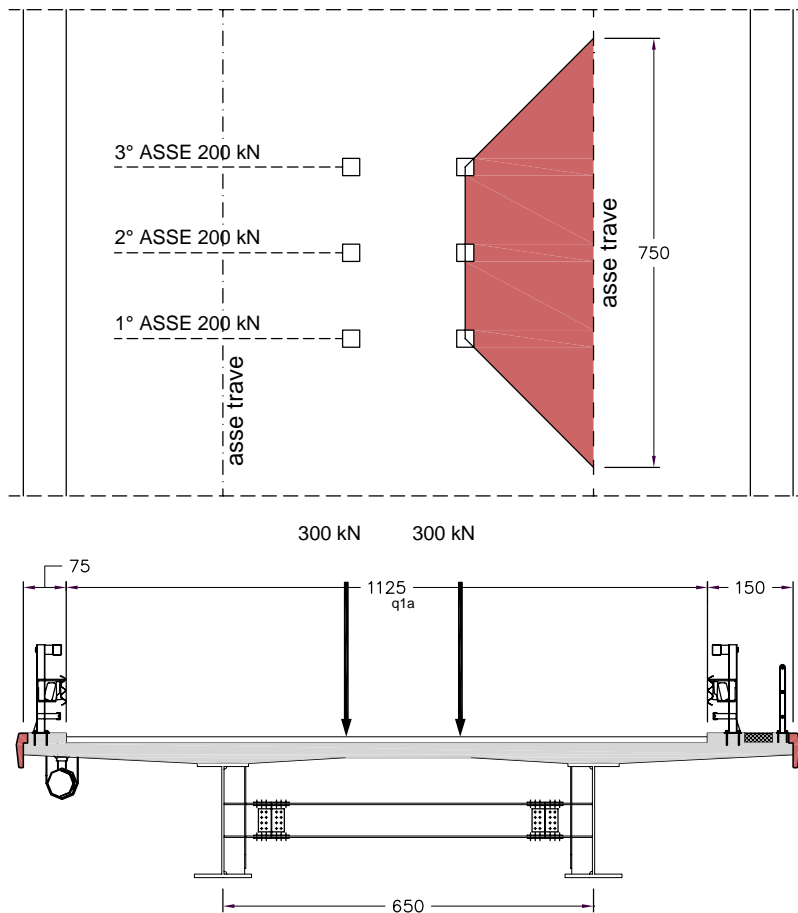
Comb. N.ro: 1; Scorr=72639.81 Kg/m; corda=100.00 cm; tgFi=1.000

TauMax < TauC1=21.143 Kg/cmq: VERIFICA POSITIVA

TauMax=7.264 < TauC0=7.333 Kg non è necessaria apposita armatura a taglio

oooooooooooooooooooo LE VERIFICHE SONO TUTTE POSITIVE ooooooooooooooooooooo

Verifica campata



---- MOMENTO FLETTENTE IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA DELLA SOLETTA ----

carichi mobili in posizione 3

Peso di una fila di ruote del carico mobile $q_{1a}$ [kN] .....	300
Coefficiente di amplificazione dinamica $\phi$ .....	1,4
Posizione fila di ruote [cm] .....	100
Lunghezza di diffusione del carico [cm] .....	750
MOMENTO dovuto al peso della soletta [kNm/m] .....	-161,06 +
MOMENTO dovuto al peso della pavimentazione [kNm/m] .....	-30,32 +
MOMENTO dovuto al peso del cordolo/marciapiede [kNm/m] .....	-38,25 +
MOMENTO dovuto al peso veletta [kNm/m] .....	-12,15 +
MOMENTO dovuto al peso della canaletta smaltimento acque [kNm/m] ...	0,00 +
MOMENTO dovuto al peso del parapetto [kNm/m] .....	-3,28 +
MOMENTO dovuto peso della barriera anti-rumore [kNm/m] .....	0,00 +
MOMENTO dovuto al peso della rete di protezione [kNm/m] .....	0,00 +
MOMENTO dovuto al peso sicurvia [kNm/m] .....	-5,65 +
MOMENTO dovuto ad una fila di ruote [kNm/m] .....	-56,00 +
MOMENTO dovuto alla reazione vincolare della trave destra .....	409,11 =
MOMENTO di progetto [kNm/m] .....	<b>102,41</b>

n.b.

Momento f. positivo tende le fibre inferiori

Momento f. negativo tende le fibre superiori

---- TAGLIO IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA DELLA SOLETTA ----

carichi mobili in posizione 3

TAGLIO dovuto al peso della soletta [kN/m] .....	48,22 +
TAGLIO dovuto al peso della pavimentazione [kN/m] .....	11,55 +
TAGLIO dovuto al peso del cordolo/marciapiede [kN/m] .....	6,38 +
TAGLIO dovuto al peso veletta [kN/m] .....	1,80 +
TAGLIO dovuto al peso della canaletta smaltimento acque [kN/m] .....	0,00 +
TAGLIO dovuto al peso del parapetto [kN/m] .....	0,50 +
TAGLIO dovuto peso della barriera anti-rumore [kN/m] .....	0,00 +
TAGLIO dovuto al peso della rete di protezione [kN/m] .....	0,00 +
TAGLIO dovuto al peso sicurvia [kN/m] .....	1,00 +
TAGLIO dovuto alla 1° fila di ruote [kN/m] .....	56,00 +
TAGLIO dovuto alla reazione vincolare della trave destra [kN/m].....	-125,88 =
TAGLIO di progetto [kN/m] .....	<b>-0,44</b>

Considerando un'armatura superiore di 5Ø20 al metro (area 15,71 cm<sup>2</sup>) e inferiore di 5Ø20 + 2,5Ø26 al metro (area 28,98 cm<sup>2</sup>) si ha la seguente verifica di resistenza della sezione 120 × 25:

+-----+  
 |  
 | Viadotto Santuzza II  
 | Progetto Soletta  
 | Sezione: CAMPATA  
 |  
 +-----+

METODO DI CALCOLO: Tensioni Ammissibili;

MATERIALI:

Resistenza caratteristica cubica cls .....	Rck =	400.00	Kg/cm <sup>2</sup>
Tipo acciaio .....	Fe B 44	k	
Coefficiente di omogeneizzazione Ea/Ec .....	n =	15.00	
Tensione ammissibile cls .....	sigma_c amm.	122.00	Kg/cm <sup>2</sup>
Tens. amm. per compres. semplice: sigma_c rid =		85.40	''
Tensione ammissibile acciaio .....	sigma_f amm.	2600.00	''



FORMA DELLA SEZIONE: RETTANGOLARE  
 Base: B = 120.00 cm; Altezza: H = 25.00 cm  
 Rotazione: rot = 0.00 gradi sess.  
 Area totale acciaio .....: Af = 53.63 ''  
 Copriferro .....: c = 3.00 cm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:  
 Area: Acls = 3000.00 cmq; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = 0.00 cm  
 Momenti d'inerzia: Jx = 156250.00 cm<sup>4</sup>; Jy = 3600000.00 cm<sup>4</sup>; Jxy = 0.00 cm<sup>4</sup>;  
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 3600000.00 cm<sup>4</sup>; Jeta = 156250.00 cm<sup>4</sup>;  
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: Theta = -1.57 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:  
 Azione normale (positiva se di compressione).  
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (unita' Kg, Kg\*m).

Combinazioni:

comb.	N	Mx	Tx	My	Ty	Mt
1	0.00	10200.00	0.00	0.00	0.00	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):  
 Area sezione reagente .....: Ar = 1883.53 cmq  
 Mom. statici della sez. reagente (cm<sup>3</sup>) : Sx = 6606.12, Sy = 0.00  
 Mom. d'inerzia sezione reagente (cm<sup>4</sup>)...: Jx=134517.47 , Jy=2442196.52  
 Baricentro sezione reagente Br .....: Xgr = 0.00 cm; Ygr = 3.51 cm  
 Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=0.000000; b=9.160492; c=-32.128721

Tensioni (segno positivo se di compressione). Sezione parzializzata  
 Tensione massima cls .....: sigma\_c = 82.377 Kg/cmq  
 Tensione minima acciaio .....: sigma\_f = -1649.894 ''  
 Tensione massima acciaio .....: sigma\_f' = 686.032 ''  
 Valori tutti inferiori a quelli ammissibili: VERIFICA POSITIVA

### 4.3.2 Verifica a fessurazione della soletta

Nel presente capitolo si riportano le verifiche a fessurazione per la soletta in c.a. effettuate in direzione longitudinale e trasversale in accordo con le normative:

- D.M. 4-5-1990 Norme tecniche per i ponti stradali
- CNR 10016/85 Travi composte in acciaio calcestruzzo
- D.M. 9-01-1996 Norme tecniche per il calcolo delle strutture in c.a.
- Circolare Ministeriale 15-10-96 n. 252

Il valore caratteristico di apertura delle fessure nell'area di efficacia delle armature non deve superare i seguenti limiti:

- $w_k = 0,2$  mm per la combinazione di carico FII;
- $w_k = 0,1$  mm per la combinazione di carico FIII.

Il valore caratteristico è dato da:

$$w_k = 1,7 w_m$$

in cui  $w_m$ , che rappresenta il valor medio dell'apertura calcolata in base alla deformazione media  $\varepsilon_{am}$  del tratto  $s_{rm}$  pari alla distanza media fra le fessure vale:

$$w_m = 1,7 \varepsilon_{am} s_{rm}.$$

La distanza media fra le fessure può essere calcolata attraverso l'espressione:

$$s_{rm} = 2 \left( c + \frac{s}{10} \right) + k_2 k_3 \frac{\phi}{\rho_t}$$

nella quale:

- $c$  è il ricoprimento dell'armatura;
- $s$  è la distanza fra le barre;
- $\phi$  il diametro delle barre;
- $k_2$  è il coefficiente che caratterizza l'aderenza del calcestruzzo alle barre che vale 0,4 nel caso di barre ad aderenza migliorata;
- $k_3$  è il coefficiente della forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione, da assumersi pari a 0,125 nel caso in cui l'asse neutro sia interno alla soletta,  $0,125(1+\sigma_1/\sigma_2)$  nel caso in cui l'asse neutro sia esterno, essendo  $\sigma_1$  e  $\sigma_2$  le tensioni nominali ai lembi estremi della soletta;
- $\rho_t$  è il rapporto  $A_a/A_{cef}$ ;
- $A_{cef}$  è l'area di calcestruzzo entro la quale la barre di acciaio possono effettivamente influenzare l'apertura delle fessure;
- $A_a$  è l'area di acciaio contenuta nell'area  $A_{cef}$ .

La deformazione unitaria media  $\varepsilon_{am}$  può valutarsi invece con la formula:

$$\varepsilon_{am} = \frac{\sigma_o}{E_a} \left[ 1 - \beta_1 \beta_2 \left( \frac{\sigma_{ar}}{\sigma_o} \right)^2 \right] \quad \left( \varepsilon_{am} \geq 0,4 \frac{\sigma_o}{E_a} \right)$$

essendo:

- $\sigma_o$  la tensione nell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la combinazione di carico considerata, tenuto conto del ritiro;
- $\sigma_{ar}$  la tensione nell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la sollecitazione corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione  $f_{ctm}$  nella fibra di

calcestruzzo più sollecitata in sezione interamente reagente, compresa nell'area efficace;

- $\beta_1$  il coefficiente rappresentativo dell'aderenza acciaio calcestruzzo che assume il valore unitario nel caso di barre ad aderenza migliorata;
- $\beta_2$  il coefficiente che tiene conto delle condizioni di sollecitazione: 1,0 nel caso di prima applicazione di un azione di breve durata, 0,5 nel caso di azioni di lunga durata o nel caso di azioni ripetute.

### Verifica in direzione longitudinale

La verifica a fessurazione della soletta in direzione longitudinale è stata condotta per le sezioni soggette a momento negativo nelle zone a cavallo degli appoggi interni.

Nella tabella seguente è riportato in dettaglio il calcolo effettuato per la sezione maggiormente sollecitata.

### *Combinazione FII*

Verifica a fessurazione secondo CNR 10016/85 e DM 04/05/90			
	Sezione n. <b>81</b>	Ascissa (m) <b>190</b>	
Combinazione di carico (DM 04/05/90)		F II	
Luce campata		50	m
Coefficienti $\psi_1$	$\psi_1$	0,59	
Coefficienti $\psi_2$	$\psi_2$	0,39	
Valore limite di apertura fessure $w_{limite}$	$w_{limite}$	0,3	mm
<hr/>			
Ricoprimento armatura c	c	6,3	cm
Diametro barre $\phi$	$\phi$	26	mm
Interasse barre s	s	20	cm
Larghezza efficace $b_{c\_ef}$	$b_{c\_ef}$	20	cm
Larghezza efficace $d_{c\_ef}$	$d_{c\_ef}$	13,8	cm
Tipo di barre		am	
Coefficiente $k_2$	$k_2$	0,4	
Tensione $\sigma_1$	$\sigma_1$	54,28	kg/cm <sup>2</sup>
Tensione $\sigma_2$	$\sigma_2$	42,27	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente $k_3$	$k_3$	0,22	
Area efficace $A_{c\_ef}$	$A_{c\_ef}$	276	cm <sup>2</sup>
Area acciaio $A_a$	$A_a$	5,31	cm <sup>2</sup>
Coefficiente $\rho_t$	$\rho_t$	0,02	
Distanza media tra le fessure $s_m$	$s_m$	28,62	cm
<hr/>			
Tensione $\sigma_0$	$\sigma_0$	898,6	kg/cm <sup>2</sup>
Tensione di trazione media nel cls $f_{cfm}$	$f_{cfm}$	37,78	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente $\beta_1$	$\beta_1$	1	
Coefficiente $\beta_2$	$\beta_2$	0,5	
Tensione $\sigma_{ar}$	$\sigma_{ar}$	752,2	kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione media unitaria $\epsilon_{am}$	$\epsilon_{am}$	0,00028	
Distanza media tra le fessure $w_m$	$w_m$	0,080	mm
Distanza caratteristica di apertura delle fessure $w_k$	$w_k$	0,135	mm
<hr/>			
<b>Esito della verifica</b>	<b>Verificato</b>		

## Combinazione FIII

Verifica a fessurazione secondo CNR 10016/85 e DM 04/05/90			
	Sezione n.	81	Ascissa (m) 190
Combinazione di carico (DM 04/05/90) F III			
Luce campata		50	m
Coefficienti $\psi_1$	$\psi_1$	0,59	
Coefficienti $\psi_2$	$\psi_2$	0,39	
Valore limite di apertura fessure $w_{limite}$	$w_{limite}$	0,15	mm
Ricoprimento armatura c	c	6,3	cm
Diametro barre $\phi$	$\phi$	26	mm
Interasse barre s	s	20	cm
Larghezza efficace $b_{c\_ef}$	$b_{c\_ef}$	20	cm
Larghezza efficace $d_{c\_ef}$	$d_{c\_ef}$	13,8	cm
Tipo di barre		am	
Coefficiente $k_2$	$k_2$	0,4	
Tensione $\sigma_1$	$\sigma_1$	46,22	kg/cm <sup>2</sup>
Tensione $\sigma_2$	$\sigma_2$	37,62	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente $k_3$	$k_3$	0,23	
Area efficace $A_{c\_ef}$	$A_{c\_ef}$	276	cm <sup>2</sup>
Area acciaio $A_a$	$A_a$	5,31	cm <sup>2</sup>
Coefficiente $\rho_t$	$\rho_t$	0,02	
Distanza media tra le fessure $s_{fm}$	$s_{fm}$	28,86	cm
Tensione $\sigma_0$	$\sigma_0$	738,1	kg/cm <sup>2</sup>
Tensione di trazione media nel cls $f_{cfm}$	$f_{cfm}$	37,78	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente $\beta_1$	$\beta_1$	1	
Coefficiente $\beta_2$	$\beta_2$	0,5	
Tensione $\sigma_{ar}$	$\sigma_{ar}$	752,2	kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione media unitaria $\epsilon_{am}$	$\epsilon_{am}$	0,00017	
Distanza media tra le fessure $w_m$	$w_m$	0,049	mm
Distanza caratteristica di apertura delle fessure $w_k$	$w_k$	0,083	mm
<b>Esito della verifica</b>		<b>Verificato</b>	

### Verifica in direzione trasversale

La verifica a fessurazione della soletta in direzione trasversale è stata effettuata per la zona di appoggio sulle travi metalliche. I carichi considerati sono: il peso della soletta, i carichi permanenti ed i carichi mobili. Nelle tabelle seguenti sono riportate in dettaglio le verifiche relative agli sbalzi, nel caso in cui il carico accidentale  $q_{1a}$  sia posizionato in modo tale da massimizzare il momento flettente.

## Combinazione FII

### GEOMETRIA DELLA SEZIONE E CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo $R_{ck}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	400
Tipo acciaio	FeB44k
Modulo elastico acciaio [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	2100000
Tensione ammissibile cls $\sigma_{camm}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	122,5
Resistenza a trazione del cls per flessione $f_{ck}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	26,53
Resistenza media a trazione del cls $f_{ctm}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	31,58
Tensione ammissibile acciaio $\sigma_{samm}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	2600
Altezza della sezione $h$ [cm]	35
Larghezza della sezione $b$ [cm]	100
Spaziatura verticale delle barre $S$ [cm]	0,30
Spaziatura orizzontale delle barre $s$ [cm]	10,00
Ricoprimento dell'armatura $c$ [cm]	3,00

### SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

Forza assiale di progetto [daN]	0
Momento flettente di progetto [daN]	26200

### CALCOLO DISTANZA MEDIA FRA LE FESSURE

Coefficiente $k_2$	0,4
Coefficiente $k_3$	0,125
Altezza efficace $d_{eff}$ [cm]	8,15
Larghezza efficace $b_{eff}$ [cm]	100,00
Area efficace $A_{c,eff}$ [ $\text{cm}^2$ ]	814,85
Area delle barre contenute in $A_{c,eff}$ , $A_s$ [ $\text{cm}^2$ ]	42,25
Coefficiente $\rho_r$	0,052
Distanza media fra le fessure $s_{rm}$ [cm]	10,24

### DEFORMAZIONE MEDIA DELL'ARMATURA

Tensione $\sigma_s$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	2375,30
Tensione $\sigma_r$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	889,32
Coefficiente $\beta_1$	1
Coefficiente $\beta_2$	0,5
Deformazione unitaria media $\epsilon_{sm}$	1,05E-03

### CALCOLO AMPIEZZA FESSURE

Ampiezza delle fessure $w_k$ [mm]	0,183
Coefficiente di riduzione	0,67
Ampiezza delle fessure ridotta $w_{rid}$ [mm]	0,122
Ampiezza massima ammissibile $w$ [mm]	0,200

## Combinazione FIII

### GEOMETRIA DELLA SEZIONE E CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo $R_{ck}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	400
Tipo acciaio	FeB44k
Modulo elastico acciaio [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	2100000
Tensione ammissibile cls $\sigma_{camm}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	122,5
Resistenza a trazione del cls per flessione $f_{ck}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	26,53
Resistenza media a trazione del cls $f_{ctm}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	31,58
Tensione ammissibile acciaio $\sigma_{samm}$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	2600
Altezza della sezione $h$ [cm]	35
Larghezza della sezione $b$ [cm]	100
Spaziatura verticale delle barre $S$ [cm]	0,30
Spaziatura orizzontale delle barre $s$ [cm]	10,00
Ricoprimento dell'armatura $c$ [cm]	3,00

### SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

Forza assiale di progetto [daN]	0
Momento flettente di progetto [daN]	20400

### CALCOLO DISTANZA MEDIA FRA LE FESSURE

Coefficiente $k_2$	0,4
Coefficiente $k_3$	0,125
Altezza efficace $d_{eff}$ [cm]	8,15
Larghezza efficace $b_{eff}$ [cm]	100,00
Area efficace $A_{c,eff}$ [ $\text{cm}^2$ ]	814,85
Area delle barre contenute in $A_{c,eff}$ , $A_s$ [ $\text{cm}^2$ ]	42,25
Coefficiente $\rho_r$	0,052
Distanza media fra le fessure $s_{rm}$ [cm]	10,24

### DEFORMAZIONE MEDIA DELL'ARMATURA

Tensione $\sigma_s$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	1849,47
Tensione $\sigma_r$ [ $\text{daNcm}^{-2}$ ]	889,32
Coefficiente $\beta_1$	1
Coefficiente $\beta_2$	0,5
Deformazione unitaria media $\epsilon_{sm}$	7,79E-04

### CALCOLO AMPIEZZA FESSURE

Ampiezza delle fessure $w_k$ [mm]	0,136
Coefficiente di riduzione	0,67
Ampiezza delle fessure ridotta $w_{rid}$ [mm]	0,090
Ampiezza massima ammissibile $w$ [mm]	0,100

## PARTE II: - APPOGGI, GIUNTI E RITEGNI SISMICI -

### 1 Dimensionamento degli appoggi

Nelle tabelle seguenti è riportato il dettaglio delle reazioni verticali per ogni singolo appoggio ed il calcolo dell'azione sismica in direzione trasversale; con queste azioni è stata dimensionata la capacità orizzontale e verticale di ogni appoggio in PTFE (fissi, unidirezionali e multidirezionali), come riportato anche nelle tavole progettuali. Nella determinazione delle reazioni verticali degli appoggi verranno considerate due condizioni di carico:

- 1) P.p. acciaio + p.p. soletta + permanenti + ritiro + vento +  $\Delta T_{neg}$  + carichi mobili;
- 2) P.p. acciaio + p.p. soletta + permanenti + vento +  $\Delta T_{pos}$  + carichi mobili.

Tipo Struttura	N°	Peso Proprio Carp.	Soletta	Carichi Permanenti	Ritiro	Vento	$\Delta t$ Negativa	$\Delta t$ Positiva	Cedimenti	Carichi Mobili Max (q1)	Luce Campata (m)	Coeff. Dinamico	Carichi Mobili (q1+q2)
Spalla FISSA	<b>A</b>	156	669	281	-86	85	-34	68	0	1338	40,0	1,20	1606
Pila	<b>1</b>	781	2476	973	105	287	41	-81	0	2678	40,0	1,20	3214
Pila	<b>2</b>	766	2398	966	-24	287	-9	17	0	2819	50,0	1,13	3185
Pila	<b>3</b>	769	2415	965	7	286	2	-5	0	2861	50,0	1,13	3233
Pila	<b>4</b>	769	2410	965	-1	287	0	1	0	2874	50,0	1,13	3248
Pila	<b>5</b>	769	2410	965	-1	287	0	1	0	2874	50,0	1,13	3248
Pila	<b>6</b>	769	2415	965	7	286	2	-5	0	2861	50,0	1,13	3233
Pila	<b>7</b>	766	2398	966	-24	287	-9	17	0	2819	50,0	1,13	3185
Pila	<b>8</b>	781	2476	973	105	287	41	-81	0	2678	40,0	1,20	3214
Spalla	<b>B</b>	156	669	281	-86	85	-34	68	0	1338	40,0	1,20	1606

Comb. 1	Comb. 2	% di aumento	V (kN)
2676	2864	10%	3500
7876	7648	0%	8000
7570	7620	0%	8000
7678	7664	0%	8000
7676	7679	0%	8000
7676	7679	0%	8000
7678	7664	0%	8000
7570	7620	0%	8000
7876	7648	0%	8000
2676	2864	10%	3500

Tabella 1.1- Reazioni (Rv) e capacità verticale (V) appoggi

Tipo Struttura	N°	Peso Impalcato (kN)	Coeff. Sismico	Azione orizz. (kN)	% di aumento	HT (kN)
Spalla FISSA	<b>A</b>	2211	0,12	265	15%	400
Pila	<b>1</b>	8459	0,12	1015	0%	1100
Pila	<b>2</b>	8260	0,12	991	10%	1100
Pila	<b>3</b>	8299	0,12	996	10%	1100
Pila	<b>4</b>	8287	0,12	994	10%	1100
Pila	<b>5</b>	8287	0,12	994	10%	1100
Pila	<b>6</b>	8299	0,12	996	10%	1100
Pila	<b>7</b>	8260	0,12	991	10%	1100
Pila	<b>8</b>	8459	0,12	1015	0%	1100
Spalla	<b>B</b>	2211	0,12	265	15%	400

COEFFICIENTI SISMICI	
Categoria zona Sismica	<b>3°</b>
Grado di sismicità S =	6
Coeff. d' intensità C =	0,04
Coeff. di risposta R =	<b>1,0</b>
Coeff. di protezione I =	<b>1,0</b>
Coeff. di fondazione E =	<b>1,2</b>
Coeff. di struttura $\beta$ =	<b>2,5</b>
Coeff. sismico totale =	0,12

Tabella 1.2 – Calcolo della capacità trasversale degli appoggi

TRAVE SINISTRA					TRAVE DESTRA									
V (kN)	HL (kN)	HT (kN)	SL (mm)	ST (mm)	Tipo Struttura	N°	Progressiva Asse appoggi	Luce (*) Campata	V (kN)	HL (kN)	HT (kN)	SL (mm)	ST (mm)	
3500	-	400	± 130	-	Spalla FISSA	<b>A</b>	0,00		3500	-	-	± 130	± 15	
8000	-	1100	± 130	-	Pila	<b>1</b>	40,00	40,00	8000	-	-	± 130	± 15	
8000	-	1100	± 130	-	Pila	<b>2</b>	90,00	50,00	8000	-	-	± 130	± 15	
8000	-	1100	± 130	-	Pila	<b>3</b>	140,00	50,00	8000	-	-	± 130	± 15	
8000	-	1100	± 160	-	Pila	<b>4</b>	190,00	50,00	8000	-	-	± 160	± 15	
8000	-	1100	± 180	-	Pila	<b>5</b>	240,00	50,00	8000	-	-	± 180	± 15	
8000	-	1100	± 210	-	Pila	<b>6</b>	290,00	50,00	8000	-	-	± 210	± 15	
8000	-	1100	± 230	-	Pila	<b>7</b>	340,00	50,00	8000	-	-	± 230	± 15	
8000	-	1100	± 260	-	Pila	<b>8</b>	390,00	50,00	8000	-	-	± 260	± 15	
3500	-	400	± 280	-	Spalla	<b>B</b>	430,00	40,00	3500	-	-	± 280	± 15	

TABELLA CARICHI E SCORRIMENTI APPOGGI CARREGGIATA DESTRA

Tabella 1.3 Riassunto dei carichi e degli scorrimenti di progetto degli appoggi



## 2 Ritegni sismici

L'azione sismica longitudinale del viadotto è riportata alla spalla SB mediante dispositivi di ritegno elastico. La forza sul ritegno è stata calcolata schematizzando il viadotto come un oscillatore semplice in cui la massa è rappresentata dall'impalcato e la molla dal ritegno elastico.

Per determinare la forza sismica longitudinale da affidare al ritegno è stato calcolato il periodo proprio di oscillazione mediante la formula  $t = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Nella tabella seguente viene riportato il calcolo della forza sismica longitudinale da affidare ad ogni ritegno e il relativo spostamento:

CALCOLO RITEGNI SISMICI VIADOTTO: VIADOTTO 9 (C DX)		
Peso Viadotto	71032	(kN)
Massa	7241	
N° Ritegni	2	
Periodo	1,782	sec
COEFFICIENTI SISMICI		
Categoria zona sismica	3°	
Grado di sismicità S =	6	
Coefficiente di intensità C =	0,04	
Coefficiente di fondazione $\varepsilon$ =	1,2	
Coefficiente di protezione I =	1	
Coefficiente di struttura $\beta$ =	2,5	
Coefficiente di risposta R =	0,586	
Coeff. Sismico totale $C \cdot \varepsilon \cdot I \cdot \beta \cdot R$ =	0,070	
Azione su un ritegno	2500	(kN)
Spostamento	± 60	(mm)

Tabella 2.1 – Calcolo dell'azione agente su un ritegno sismico

## 3 Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione in gomma armata sono dimensionati considerando, a favore di sicurezza, una variazione termica di  $\pm 40$  °C sull'intero impalcato. Con tale valore si intendono inglobati anche gli effetti del ritiro della soletta in calcestruzzo.

L'escursione del giunto sulla spalla SA è stata dimensionata in modo tale da consentire lo spostamento elastico del viadotto sotto l'effetto del sisma.

L'escursione del giunto sulla spalla SB è stata dimensionata in modo tale da consentire lo spostamento elastico del viadotto sotto l'effetto del sisma + una variazione termica di  $\pm 40$  °C.

Le caratteristiche geometriche dei giunti adottati sono riportate nelle tavole di progetto.

## **APPENDICE 1: Sollecitazioni di Calcolo dell'Impalcato**

Carichi mobili + Effetto dinamico																							Ritiro:effetti isostatici						Ritiro: eff.iper						Var.Term.Pos.:eff.iso						V.T.+ : eff.iper						Var.Term.Neg.:eff.iso						V.T.- : eff.iper					
Sez.	Ascissa	Sez.	Acc. + Soletta	Car. Permanenti	Tmin				Tmax				Mmin				Mmax				Azione del Vento		Soletta	Strutt. Composta		Strutt. Composta		Soletta	Strutt. Composta		Strutt. Composta		Soletta	Strutt. Composta		Strutt. Composta																						
N°	[m]	Tipo	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]														
1	0,00	1	824	0	281	0	1605	0	-232	0	0	0	0	0	85	0	4174	-4174	2726	-86	0	-6626	6626	-2174	68	0	3313	-3313	1087	-34	0																											
2	2,50	1	676	1875	233	643	1430	3575	-238	656	-232	-581	1072	3575	71	195	4174	-4174	2726	-86	-216	-6626	6626	-2174	68	169	3313	-3313	1087	-34	-85																											
3	5,00	1	528	3380	185	1165	1265	6327	-316	2176	-232	-1162	908	6327	57	354	4174	-4174	2726	-86	-432	-6626	6626	-2174	68	338	3313	-3313	1087	-34	-169																											
4	7,50	1	379	4514	137	1567	1112	8337	-398	3449	-232	-1742	487	8483	42	478	4174	-4174	2726	-86	-648	-6626	6626	-2174	68	508	3313	-3313	1087	-34	-254																											
5	10,00	1	231	5277	88	1848	969	9686	-481	4336	-232	-2323	690	10110	28	566	4174	-4174	2726	-86	-865	-6626	6626	-2174	68	677	3313	-3313	1087	-34	-338																											
6	12,50	1	83	5669	40	2009	836	10454	-571	4995	-232	-2904	178	11304	14	618	4174	-4174	2726	-86	-1081	-6626	6626	-2174	68	846	3313	-3313	1087	-34	-423																											
7	15,00	1	-66	5690	-8	2048	715	10724	-669	5412	-232	-3485	25	12068	-1	634	4174	-4174	2726	-86	-1297	-6626	6626	-2174	68	1015	3313	-3313	1087	-34	-508																											
8	17,50	1	-214	5341	-56	1968	604	10574	-776	5529	-232	-4066	229	12409	-15	614	4174	-4174	2726	-86	-1513	-6626	6626	-2174	68	1184	3313	-3313	1087	-34	-592																											
9	20,00	1	-362	4621	-105	1766	504	10085	-890	5298	-232	-4647	76	12332	-29	558	4174	-4174	2726	-86	-1729	-6626	6626	-2174	68	1354	3313	-3313	1087	-34	-677																											
10	22,50	1	-510	3530	-153	1444	415	9335	-1011	4675	-232	-5228	-433	11847	-44	467	4174	-4174	2726	-86	-1945	-6626	6626	-2174	68	1523	3313	-3313	1087	-34	-761																											
11	25,00	1	-659	2069	-201	1001	336	8399	-1138	3623	-232	-5809	-584	10965	-58	340	4174	-4174	2726	-86	-2161	-6626	6626	-2174	68	1692	3313	-3313	1087	-34	-846																											
12	27,50	1	-807	237	-249	438	267	7344	-1271	2113	-232	-6390	-376	9696	-72	177	4174	-4174	2726	-86	-2377	-6626	6626	-2174	68	1861	3313	-3313	1087	-34	-931																											
13	30,00	1	-967	-1980	-298	-246	207	6220	-1409	119	-232	-6971	-524	8040	-87	-22	4174	-4174	2726	-86	-2594	-6626	6626	-2174	68	2031	3313	-3313	1087	-34	-1015																											
14	32,50	3	-1126	-4596	-346	-1050	156	5061	-1553	-2391	-306	-7566	-957	6007	-101	-256	4174	-4174	2726	-86	-2810	-6626	6626	-2174	68	2200	3313	-3313	1087	-34	-1100																											
15	35,00	3	-1303	-7632	-394	-1975	110	3837	-1700	-5417	-746	-8901	-308	4273	-115	-527	4174	-4174	2726	-86	-3026	-6626	6626	-2174	68	2369	3313	-3313	1087	-34	-1184																											
16	37,50	4	-1479	-11109	-442	-3021	71	2677	-1846	-8827	-1118	-11239	-265	2946	-130	-833	4174	-4174	2726	-86	-3242	-6626	6626	-2174	68	2538	3313	-3313	1087	-34	-1269																											
17	40,00	4	-1655	-15027	-491	-4188	63	2505	-1991	-12566	-1434	-14442	63	2507	-144	-1175	4174	-4174	2726	-86	-3458	-6626	6626	-2174	68	2707	3313	-3313	1087	-34	-1354																											
18	40,00	4	1601	-15027	482	-4188	2005	-11885	-217	2368	1615	-13640	-217	2368	143	-1175	4174	-4174	2726	19	-3458	-6626	6626	-2174	-14	2707	3313	-3313	1087	7	-1354																											
19	42,50	4	1425	-11244	434	-3043	1868	-8068	-219	1904	1206	-10105	117	2349	128	-836	4174	-4174	2726	19	-3411	-6626	6626	-2174	-14	2674	3313	-3313	1087	7	-1337																											
20	45,00	3	1249	-7902	385	-2019	1730	-4559	-236	2823	904	-4569	78	3157	114	-533	4174	-4174	2726	19	-3364	-6626	6626	-2174	-14	2640	3313	-3313	1087	7	-1320																											
21	47,50	3	1072	-5001	337	-1116	1592	-1408	-277	3565	589	-5597	252	4122	100	-266	4174	-4174	2726	19	-3316	-6626	6626	-2174	-14	2606	3313	-3313	1087	7	-1303																											
22	50,00	1	913	-2520	289	-333	1457	1269	-323	4259	284	-4510	755	5463	85	-35	4174	-4174	2726	19	-3269	-6626	6626	-2174	-14	2572	3313	-3313	1087	7	-1286																											
23	52,50	1	753	-438	241	329	1327	3469	-376	4934	-35	-4345	934	7360	71	160	4174	-4174	2726	19	-3222	-6626	6626	-2174	-14	2538	3313	-3313	1087	7	-1269																											
24	55,00	1	605	1259	192	871	1201	5225	-436	5562	-35	-4432	794	9150	57	320	4174	-4174	2726	19	-3175	-6626	6626	-2174	-14	2504	3313	-3313	1087	7	-1252																											
25	57,50	1	456	2586	144	1291	1081	6563	-505	6109	-35	-4519	315	10585	42	444	4174	-4174	2726	19	-3128	-6626	6626	-2174	-14	2470	3313	-3313	1087	7	-1235																											
26	60,00	1	308	3541	96	1592	967	7509	-582	6532	-35	-4606	173	11658	28	532	4174	-4174	2726	19	-3080	-6626	6626	-2174	-14	2437	3313	-3313	1087	7	-1218																											
27	62,50	1	160	4126	48	1771	859	8094	-666	6778	-35	-4694	369	12363	14	584	4174	-4174	2726	19	-3033	-6626	6626	-2174	-14	2403	3313	-3313	1087	7	-1201																											
28	65,00	1	12	4341	-1	1830	758	8356	-759	6795	-93	-4823	227	12695	-1	601	4174	-4174	2726	19	-2986	-6626	6626	-2174	-14	2369	3313	-3313	1087	7	-1184																											
29	67,50	1	-137	4184	-49	1769	665	8338	-859	6537	-93	-5056	-253	12655	-15	581	4174	-4174	2726	19	-2939	-6626	6626	-2174	-14	2335	3313	-3313	1087	7	-1167																											
30	70,00	1	-285	3657	-97	1586	579	8085	-966	5961	-93	-5289	-58	12242	-29	526	4174	-4174	2726	19	-2891	-6626	6626	-2174	-14	2301	3313	-3313	1087	7	-1151																											
31	72,50	1	-433	2759	-145	1283	501	7648	-1079	5029	-93	-5522	-199	11460	-44	435	4174	-4174	2726	19	-2844	-6626	6626	-2174	-14	2267	3313	-3313	1087	7	-1134																											
32	75,00	1	-582	1490	-194	860	431	7078	-1199	3705	-93	-5756	-678	10314	-58	308	4174	-4174	2726	19	-2797	-6626	6626	-2174	-14	2233	3313	-3313	1087	7	-1117																											
33	77,50	1	-730	-149	-242	316	369	6421	-1324	1963	-93	-5989	-819	8812	-72	146	4174	-4174	2726	19	-2750	-6626	6626	-2174	-14	2200	3313	-3313	1087	7	-1100																											
34	80,00	1	-890	-2174	-290	-349	315	5711	-1454	-226	-264	-6312	-451	7037	-87	-53	4174	-4174	2726	19	-2703	-6626	6626	-2174	-14	2166	3313	-3313	1087	7	-1083																											
35	82,50	3	-1049	-4597	-338	-1135	268	4974	-1589	-2895	-566	-7339	-288	5599	-101	-287	4174	-4174	2726	19	-2655	-6626	6626	-2174	-14	2132	3313	-3313	1087	7	-1066																											
36	85,00	3	-1225	-7440	-387	-1728	225	4177	-2041	-6043	-884	-9152	-111	4535	-115	-557	4174	-4174	2726	19	-2608	-6626	6626	-2174	-14	2098	3313	-3313	1087	7	-1049																											
37	87,50	4	-1402	-10724	-435	-3067	203	3136	-1866	-9553	-1196	-11754	-466	3663	-130	-863	4174	-4174	2726	19	-2561	-6626	6626	-2174	-14	2064	3313	-3313	1087	7	-1032																											
38	90,00	4	-1578	-14450	-483	-4214	201	3557	-2003	-13376	-1476	-15104	182	2536	-144	-1205	4174	-4174	2726	19	-2514	-6626	6626	-2174	-14	2030	3313	-3313	1087	7	-1015																											
39	90,00	4	1586	-14450	483	-4214	2043	-13379	-248	3595	1652	-15104	-248	3595	143	-1205	4174	-4174	2726	-5	-2514	-6626	6626	-2174	4	2030	3313	-3313	1087	-2	-1015																											
40	92,50	4	1410	-10705	434	-3068	1906	-9458	-250	3056	1237	-11642	85	3548	129	-864	4174	-4174	2726	-5	-2527	-6626	6626	-2174	4	2039	3313	-3313	1087	-2	-1020																											
41	95,00	3	1233	-7402	386	-2042	1768	-5850	-268	3953	926	-8935	64	4306	115	-559	4174	-4174	2726	-5	-2541	-6626	6626	-2174	4	2048	3313	-3313	1087	-2	-1024																											
42	97,50	3	1057	-4540	338	-1137	1629	-2602	-311	4639	608	-7017	580	5254	100	-290	4174	-4174	2726	-5	-2555	-6626	6626	-2174	4	2058	3313	-3313	1087	-2	-1029																											
43	100,00	1	897	-2097	290	-353	1494	167	-357	5268	300	-5891	749																																													

Carichi mobili + Effetto dinamico																Ritiro:effetti isostatici				Ritiro: eff. iper				Var.Term.Pos.:eff. iso				V.T.+ : eff. iper		Var.Term.Neg.:eff. iso		V.T.- : eff. iper	
Sez.	Ascissa	Sez.	Acc. + Soletta	Car. Permanenti		Tmin		Tmax		Mmin		Mmax		Azione del Vento		Soletta		Strutt. Composta		Strutt. Composta		Soletta		Strutt. Composta		Strutt. Composta		Soletta		Strutt. Composta		Strutt. Composta	
N°	[m]	Tipo	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]
91	215,00	1	0	4494	0	1822	811	7568	-811	7568	-31	-5693	-169	13495	0	592	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
92	217,50	1	-148	4308	-48	1762	718	7674	-911	7185	-31	-5769	-311	13308	-14	574	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
93	220,00	1	-297	3752	-97	1581	633	7548	-1018	6482	-31	-5846	-453	12750	-29	520	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
94	222,50	1	-445	2825	-145	1280	555	7240	-1132	5420	-31	-5922	-595	11822	-43	431	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
95	225,00	1	-593	1528	-193	857	486	6804	-1251	3965	-31	-5999	-398	10532	-57	305	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
96	227,50	1	-742	-141	-241	315	425	6283	-1377	2092	-31	-6075	-539	8885	-72	144	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
97	230,00	1	-901	-2194	-290	-349	371	5712	-1507	-229	-311	-6309	-736	7034	-86	-53	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
98	232,50	3	-1061	-4646	-338	-1133	325	5117	-1642	-3029	-619	-7462	-230	5736	-100	-286	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
99	235,00	3	-1237	-7518	-386	-2038	282	4464	-1780	-6308	-937	-9407	-390	4818	-115	-554	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
100	237,50	4	-1413	-10831	-434	-3063	264	3596	-1918	-9948	-1249	-12142	-408	4093	-129	-859	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
101	240,00	4	-1590	-14585	-483	-4209	262	4170	-2055	-13900	-1664	-15622	262	4170	-143	-1199	4174	-4174	2726	0	-2713	-6626	6626	-2174	0	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
102	240,00	4	1589	-14585	483	-4209	2053	-13900	-259	4170	1526	-15622	-237	4170	143	-1199	4174	-4174	2726	-1	-2713	-6626	6626	-2174	1	2166	3313	-3313	1087	0	-1083		
103	242,50	4	1412	-10834	434	-3063	1916	-9953	-261	3603	1247	-12148	73	4099	129	-858	4174	-4174	2726	-1	-2713	-6626	6626	-2174	1	2169	3313	-3313	1087	0	-1084		
104	245,00	3	1236	-7524	386	-2037	1778	-6318	-280	4476	935	-9418	392	4831	115	-554	4174	-4174	2726	-1	-2721	-6626	6626	-2174	1	2171	3313	-3313	1087	0	-1085		
105	247,50	3	1059	-4655	338	-1133	1639	-3044	-322	5136	617	-7478	570	5755	100	-285	4174	-4174	2726	-1	-2724	-6626	6626	-2174	1	2173	3313	-3313	1087	0	-1087		
106	250,00	1	900	-2206	290	-348	1505	-250	-369	5737	309	-6331	401	7059	86	-52	4174	-4174	2726	-1	-2728	-6626	6626	-2174	1	2175	3313	-3313	1087	0	-1088		
107	252,50	1	740	-156	241	315	1375	2065	-422	6314	35	-6090	535	8904	72	145	4174	-4174	2726	-1	-2732	-6626	6626	-2174	1	2178	3313	-3313	1087	0	-1089		
108	255,00	1	592	1510	193	858	1249	3934	-484	6841	35	-6003	394	10541	57	306	4174	-4174	2726	-1	-2735	-6626	6626	-2174	1	2180	3313	-3313	1087	0	-1090		
109	257,50	1	444	2804	145	1280	1130	5382	-553	7284	35	-5916	253	11822	43	431	4174	-4174	2726	-1	-2739	-6626	6626	-2174	1	2182	3313	-3313	1087	0	-1091		
110	260,00	1	295	3728	97	1582	1016	6439	-630	7597	35	-5829	449	12740	29	521	4174	-4174	2726	-1	-2742	-6626	6626	-2174	1	2185	3313	-3313	1087	0	-1092		
111	262,50	1	147	4281	48	1763	909	7137	-715	7729	35	-5742	-31	13289	14	575	4174	-4174	2726	-1	-2746	-6626	6626	-2174	1	2187	3313	-3313	1087	0	-1093		
112	265,00	1	-1	4464	0	1823	808	7515	-808	7630	35	-5655	-173	13466	0	593	4174	-4174	2726	-1	-2750	-6626	6626	-2174	1	2189	3313	-3313	1087	0	-1095		
113	267,50	1	-150	4275	-48	1763	716	7515	-908	7253	-26	-5721	-315	13270	-14	575	4174	-4174	2726	-1	-2753	-6626	6626	-2174	1	2191	3313	-3313	1087	0	-1096		
114	270,00	1	-298	3716	-96	1582	630	7484	-1016	6556	-26	-5787	-457	12702	-29	521	4174	-4174	2726	-1	-2757	-6626	6626	-2174	1	2194	3313	-3313	1087	0	-1097		
115	272,50	1	-446	2786	-145	1281	553	7171	-1129	5500	-26	-5853	-599	11764	-43	432	4174	-4174	2726	-1	-2761	-6626	6626	-2174	1	2196	3313	-3313	1087	0	-1098		
116	275,00	1	-594	1486	-193	859	484	6730	-1249	4052	-26	-5919	-740	10465	-57	307	4174	-4174	2726	-1	-2764	-6626	6626	-2174	1	2198	3313	-3313	1087	0	-1099		
117	277,50	1	-743	-186	-241	316	423	6204	-1374	2184	-27	-5984	-880	8808	-72	146	4174	-4174	2726	-1	-2768	-6626	6626	-2174	1	2201	3313	-3313	1087	0	-1100		
118	280,00	1	-902	-2242	-289	-347	369	5628	-1504	-130	-309	-6209	-738	6949	-86	-51	4174	-4174	2726	-1	-2772	-6626	6626	-2174	1	2203	3313	-3313	1087	0	-1101		
119	282,50	3	-1062	-4697	-338	-1131	322	5027	-1639	-2924	-616	-7356	-232	5027	-100	-284	4174	-4174	2726	-1	-2775	-6626	6626	-2174	1	2205	3313	-3313	1087	0	-1103		
120	285,00	3	-1238	-7572	-386	-2036	280	4369	-1778	-6197	-935	-9296	-392	4724	-115	-552	4174	-4174	2726	-1	-2779	-6626	6626	-2174	1	2207	3313	-3313	1087	0	-1104		
121	287,50	4	-1415	-10888	-434	-3061	262	3493	-1916	-9831	-1247	-12025	-411	3493	-129	-857	4174	-4174	2726	-1	-2783	-6626	6626	-2174	1	2210	3313	-3313	1087	0	-1105		
122	290,00	4	-1591	-14645	-482	-4207	260	4065	-2053	-13777	-1662	-15500	260	4065	-143	-1197	4174	-4174	2726	-1	-2786	-6626	6626	-2174	1	2212	3313	-3313	1087	0	-1106		
123	290,00	4	1594	-14645	482	-4207	2041	-13777	-248	4061	1514	-15500	-226	4065	143	-1197	4174	-4174	2726	5	-2786	-6626	6626	-2174	-4	2212	3313	-3313	1087	2	-1106		
124	292,50	4	1417	-10881	434	-3061	1904	-9861	-251	3521	1235	-12056	84	4021	129	-857	4174	-4174	2726	5	-2773	-6626	6626	-2174	-4	2203	3313	-3313	1087	2	-1101		
125	295,00	3	1241	-7558	386	-2036	1766	-6256	-270	4423	923	-9357	403	4779	114	-553	4174	-4174	2726	5	-2759	-6626	6626	-2174	-4	2194	3313	-3313	1087	2	-1097		
126	297,50	3	1065	-4677	338	-1132	1627	-3013	-312	5108	604	-7447	580	5729	100	-285	4174	-4174	2726	5	-2745	-6626	6626	-2174	-4	2185	3313	-3313	1087	2	-1092		
127	300,00	1	905	-2215	289	-348	1492	-250	-358	5736	297	-6330	411	7059	86	-52	4174	-4174	2726	5	-2732	-6626	6626	-2174	-4	2176	3313	-3313	1087	2	-1088		
128	302,50	1	745	-152	241	315	1362	2035	-412	6339	46	-6077	860	8886	71	144	4174	-4174	2726	5	-2718	-6626	6626	-2174	-4	2167	3313	-3313	1087	2	-1083		
129	305,00	1	597	1527	193	857	1237	3873	-473	6892	46	-5962	719	10491	57	305	4174	-4174	2726	5	-2705	-6626	6626	-2174	-4	2158	3313	-3313	1087	2	-1079		
130	307,50	1	449	2834	145	1279	1117	5291	-542	7360	46	-5847	240	11739	43	430	4174	-4174	2726	5	-2691	-6626	6626	-2174	-4	2148	3313	-3313	1087	2	-1074		
131	310,00	1	301	3771	96	1580	1004	6317	-620	7699	46	-5732	99	12625	28	519	4174	-4174	2726	5	-2677	-6626	6626	-2174	-4	2139	3313	-3313	1087	2	-1070		
132	312,50	1	152	4337	48	1761	896	6985	-705	7856	46	-5617	-43	13141	14	572	4174	-4174	2726	5	-2664	-6626	6626	-2174	-4	2130	3313	-3313	1087	2	-1065		
133	315,00	1	4	4532	0	1821	796	7332	-798	7781	46	-5502	-186	13286	0	590	4174	-4174	2726														

## **APPENDICE 2: Modelli di Calcolo dell'Impalcato**

### **Generalità**

Nella presente appendice si riportano per esteso i listati di input, in formato SAP 2000, per i modelli di calcolo utilizzati:

- *Modello 1*: ottenuto considerando le proprietà inerziali delle sole travi metalliche ed utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dal peso proprio della carpenteria metallica e della soletta;
- *Modello 2*: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione composta con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 6. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di breve durata (azione del vento, carichi mobili, variazioni termiche);
- *Modello 3*: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione mista con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 20. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di lunga durata (carichi permanenti, ritiro).

Nei modelli 2 e 3 si tiene conto della riduzione di rigidità della sezione composta in prossimità degli appoggi interni per la fessurazione della soletta, trascurando il contributo inerziale del calcestruzzo su un tratto di lunghezza pari al 15 % delle luci delle due campate adiacenti e mettendo comunque in conto il contributo inerziale delle armature presenti entro la larghezza collaborante.

Nelle tabelle delle pagine successive tali modelli sono espressi con le seguenti sigle:

- ACC+CLS BT = sezione mista acciaio-calcestruzzo per azioni di breve termine;
- ACC+CLS LT = sezione mista acciaio-calcestruzzo per azioni di lungo termine;
- SOLO ACC = sezione con solo acciaio;
- ACC+ARM = sezione con acciaio ed armature metalliche (per le sezioni d'appoggio).

## DESCRIZIONE DEL MODELLO: Viadotto Santuzza II

modello con le proprietà geometriche della sola sezione in acciaio

SYSTEM

DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN LINES=59

JOINT

1	X=0.00	Y=0.00	Z=0.00
2	X=0.00	Y=10.00	Z=0.00
3	X=0.00	Y=27.50	Z=0.00
4	X=0.00	Y=32.50	Z=0.00
5	X=0.00	Y=35.00	Z=0.00
6	X=0.00	Y=40.00	Z=0.00
7	X=0.00	Y=45.00	Z=0.00
8	X=0.00	Y=47.50	Z=0.00
9	X=0.00	Y=52.50	Z=0.00
10	X=0.00	Y=77.50	Z=0.00
11	X=0.00	Y=82.50	Z=0.00
12	X=0.00	Y=85.00	Z=0.00
13	X=0.00	Y=90.00	Z=0.00
14	X=0.00	Y=95.00	Z=0.00
15	X=0.00	Y=97.50	Z=0.00
16	X=0.00	Y=102.50	Z=0.00
17	X=0.00	Y=127.50	Z=0.00
18	X=0.00	Y=132.50	Z=0.00
19	X=0.00	Y=135.00	Z=0.00
20	X=0.00	Y=140.00	Z=0.00
21	X=0.00	Y=145.00	Z=0.00
22	X=0.00	Y=147.50	Z=0.00
23	X=0.00	Y=152.50	Z=0.00
24	X=0.00	Y=177.50	Z=0.00
25	X=0.00	Y=182.50	Z=0.00
26	X=0.00	Y=185.00	Z=0.00
27	X=0.00	Y=190.00	Z=0.00
28	X=0.00	Y=195.00	Z=0.00
29	X=0.00	Y=197.50	Z=0.00
30	X=0.00	Y=202.50	Z=0.00
31	X=0.00	Y=227.50	Z=0.00
32	X=0.00	Y=232.50	Z=0.00
33	X=0.00	Y=235.00	Z=0.00
34	X=0.00	Y=240.00	Z=0.00
35	X=0.00	Y=245.00	Z=0.00
36	X=0.00	Y=247.50	Z=0.00
37	X=0.00	Y=252.50	Z=0.00
38	X=0.00	Y=277.50	Z=0.00
39	X=0.00	Y=282.50	Z=0.00
40	X=0.00	Y=285.00	Z=0.00
41	X=0.00	Y=290.00	Z=0.00
42	X=0.00	Y=295.00	Z=0.00
43	X=0.00	Y=297.50	Z=0.00
44	X=0.00	Y=302.50	Z=0.00
45	X=0.00	Y=327.50	Z=0.00
46	X=0.00	Y=332.50	Z=0.00
47	X=0.00	Y=335.00	Z=0.00
48	X=0.00	Y=340.00	Z=0.00
49	X=0.00	Y=345.00	Z=0.00
50	X=0.00	Y=347.50	Z=0.00
51	X=0.00	Y=352.50	Z=0.00
52	X=0.00	Y=377.50	Z=0.00
53	X=0.00	Y=382.50	Z=0.00
54	X=0.00	Y=385.00	Z=0.00
55	X=0.00	Y=390.00	Z=0.00
56	X=0.00	Y=395.00	Z=0.00
57	X=0.00	Y=397.50	Z=0.00
58	X=0.00	Y=402.50	Z=0.00
59	X=0.00	Y=420.00	Z=0.00
60	X=0.00	Y=430.00	Z=0.00

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R2,R3  
ADD=2 DOF=U1,R2,R3

ADD=3 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=4 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=5 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=6 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=7 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=8 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=9 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=10 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=11 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=12 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=13 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=14 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=15 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=16 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=17 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=18 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=19 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=20 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=21 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=22 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=23 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=24 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=25 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=26 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=27 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=28 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=29 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=30 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=31 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=32 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=33 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=34 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=35 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=36 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=37 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=38 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=39 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=40 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=41 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=42 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=43 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=44 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=45 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=46 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=47 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=48 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=49 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=50 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=51 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=52 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=53 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=54 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=55 DOF=U1,U3,R2,R3  
 ADD=56 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=57 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=58 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=59 DOF=U1,R2,R3  
 ADD=60 DOF=U1,U3,R2,R3

PATTERN  
 NAME=TEMP  
 NAME=PRES

MATERIAL  
 NAME=1FR IDES=N  
 T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
 NAME=2FR IDES=N  
 T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
 NAME=3FR IDES=N  
 T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
 NAME=4FR IDES=N  
 T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
 NAME=5FR IDES=N  
 T=0 E=206000000 U=0.0 A=0



NAME=6FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=7FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=8FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=9FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=10FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=11FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=12FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0

FRAME SECTION

; Elenco MATERIALI (ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)

NAME=1	MAT=1FR	A=0.4524	J=0	I=0.2330369,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=1 (Acc+Cls BT)
NAME=2	MAT=2FR	A=0.2273	J=0	I=0.1832238,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=1 (Acc+Cls LT)
NAME=3	MAT=3FR	A=0.1308	J=0	I=0.1110875,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=1 (Acc+Arm)
NAME=4	MAT=4FR	A=0.1096	J=0	I=0.0780106,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=1 (Solo Acc)
NAME=5	MAT=5FR	A=0.5098	J=0	I=0.3112906,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=3 (Acc+Cls BT)
NAME=6	MAT=6FR	A=0.2847	J=0	I=0.2393664,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=3 (Acc+Cls LT)
NAME=7	MAT=7FR	A=0.1882	J=0	I=0.1570508,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=3 (Acc+Arm)
NAME=8	MAT=8FR	A=0.1670	J=0	I=0.1259758,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=3 (Solo Acc)
NAME=9	MAT=9FR	A=0.6102	J=0	I=0.4263433,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=4 (Acc+Cls BT)
NAME=10	MAT=10FR	A=0.3851	J=0	I=0.3255096,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=4 (Acc+Cls LT)
NAME=11	MAT=11FR	A=0.2886	J=0	I=0.2349159,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=4 (Acc+Arm)
NAME=12	MAT=12FR	A=0.2528	J=0	I=0.1832123,0	AS=0,0	T=1,1	; ST=4 (Solo Acc)

FRAME

; Elenco ASTE (L = Lunghezza; ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)

1	J=1,2	SEC=4	NSEG=4	ANG=0	; L=10,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
2	J=2,3	SEC=4	NSEG=7	ANG=0	; L=17,50 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
3	J=3,4	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
4	J=4,5	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
5	J=5,6	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
6	J=6,7	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
7	J=7,8	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
8	J=8,9	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
9	J=9,10	SEC=4	NSEG=10	ANG=0	; L=25,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
10	J=10,11	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
11	J=11,12	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
12	J=12,13	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
13	J=13,14	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
14	J=14,15	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
15	J=15,16	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
16	J=16,17	SEC=4	NSEG=10	ANG=0	; L=25,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
17	J=17,18	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
18	J=18,19	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
19	J=19,20	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
20	J=20,21	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
21	J=21,22	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
22	J=22,23	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
23	J=23,24	SEC=4	NSEG=10	ANG=0	; L=25,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
24	J=24,25	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
25	J=25,26	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
26	J=26,27	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
27	J=27,28	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
28	J=28,29	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
29	J=29,30	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
30	J=30,31	SEC=4	NSEG=10	ANG=0	; L=25,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
31	J=31,32	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
32	J=32,33	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
33	J=33,34	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
34	J=34,35	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
35	J=35,36	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
36	J=36,37	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
37	J=37,38	SEC=4	NSEG=10	ANG=0	; L=25,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
38	J=38,39	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
39	J=39,40	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
40	J=40,41	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
41	J=41,42	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
42	J=42,43	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34

43	J=43,44	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
44	J=44,45	SEC=4	NSEG=10	ANG=0	; L=25,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
45	J=45,46	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
46	J=46,47	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
47	J=47,48	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
48	J=48,49	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
49	J=49,50	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
50	J=50,51	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
51	J=51,52	SEC=4	NSEG=10	ANG=0	; L=25,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
52	J=52,53	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
53	J=53,54	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
54	J=54,55	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
55	J=55,56	SEC=12	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
56	J=56,57	SEC=12	NSEG=1	ANG=0	; L=2,50 - ST=4 (Solo Acc) - q=22,34
57	J=57,58	SEC=8	NSEG=2	ANG=0	; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=15,61
58	J=58,59	SEC=4	NSEG=7	ANG=0	; L=17,50 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1
59	J=59,60	SEC=4	NSEG=4	ANG=0	; L=10,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=11,1

; Elenco CARICHI

LOAD

NAME=1

TYPE=DISTRIBUTED SPAN

ADD=1	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=2	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=3	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=4	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=5	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=6	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=7	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=8	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=9	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=10	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=11	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=12	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=13	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=14	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=15	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=16	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=17	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=18	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=19	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=20	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=21	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=22	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=23	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=24	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=25	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=26	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=27	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=28	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=29	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=30	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=31	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=32	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=33	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=34	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=35	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=36	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=37	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=38	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=39	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=40	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=41	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=42	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=43	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=44	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=45	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=46	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=47	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=48	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=49	RD=0,1	U2=-22.34,-22.34
ADD=50	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61
ADD=51	RD=0,1	U2=-11.1,-11.1
ADD=52	RD=0,1	U2=-15.61,-15.61

```

ADD=53 RD=0,1 U2=-22.34,-22.34
ADD=54 RD=0,1 U2=-22.34,-22.34
ADD=55 RD=0,1 U2=-22.34,-22.34
ADD=56 RD=0,1 U2=-22.34,-22.34
ADD=57 RD=0,1 U2=-15.61,-15.61
ADD=58 RD=0,1 U2=-11.1,-11.1
ADD=59 RD=0,1 U2=-11.1,-11.1

```

END

## DESCRIZIONE DEL MODELLO: Viadotto Santuzza II

**modello con le proprietà geometriche della sezione mista per azioni di lunga durata con soletta fessurata in appoggio**

```

SYSTEM
DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN LINES=59

```

```

JOINT
1 X=0.00 Y=0.00 Z=0.00
2 X=0.00 Y=10.00 Z=0.00
3 X=0.00 Y=27.50 Z=0.00
4 X=0.00 Y=32.50 Z=0.00
5 X=0.00 Y=35.00 Z=0.00
6 X=0.00 Y=40.00 Z=0.00
7 X=0.00 Y=45.00 Z=0.00
8 X=0.00 Y=47.50 Z=0.00
9 X=0.00 Y=52.50 Z=0.00
10 X=0.00 Y=77.50 Z=0.00
11 X=0.00 Y=82.50 Z=0.00
12 X=0.00 Y=85.00 Z=0.00
13 X=0.00 Y=90.00 Z=0.00
14 X=0.00 Y=95.00 Z=0.00
15 X=0.00 Y=97.50 Z=0.00
16 X=0.00 Y=102.50 Z=0.00
17 X=0.00 Y=127.50 Z=0.00
18 X=0.00 Y=132.50 Z=0.00
19 X=0.00 Y=135.00 Z=0.00
20 X=0.00 Y=140.00 Z=0.00
21 X=0.00 Y=145.00 Z=0.00
22 X=0.00 Y=147.50 Z=0.00
23 X=0.00 Y=152.50 Z=0.00
24 X=0.00 Y=177.50 Z=0.00
25 X=0.00 Y=182.50 Z=0.00
26 X=0.00 Y=185.00 Z=0.00
27 X=0.00 Y=190.00 Z=0.00
28 X=0.00 Y=195.00 Z=0.00
29 X=0.00 Y=197.50 Z=0.00
30 X=0.00 Y=202.50 Z=0.00
31 X=0.00 Y=227.50 Z=0.00
32 X=0.00 Y=232.50 Z=0.00
33 X=0.00 Y=235.00 Z=0.00
34 X=0.00 Y=240.00 Z=0.00
35 X=0.00 Y=245.00 Z=0.00
36 X=0.00 Y=247.50 Z=0.00
37 X=0.00 Y=252.50 Z=0.00
38 X=0.00 Y=277.50 Z=0.00
39 X=0.00 Y=282.50 Z=0.00
40 X=0.00 Y=285.00 Z=0.00
41 X=0.00 Y=290.00 Z=0.00
42 X=0.00 Y=295.00 Z=0.00
43 X=0.00 Y=297.50 Z=0.00
44 X=0.00 Y=302.50 Z=0.00
45 X=0.00 Y=327.50 Z=0.00
46 X=0.00 Y=332.50 Z=0.00
47 X=0.00 Y=335.00 Z=0.00
48 X=0.00 Y=340.00 Z=0.00
49 X=0.00 Y=345.00 Z=0.00
50 X=0.00 Y=347.50 Z=0.00
51 X=0.00 Y=352.50 Z=0.00

```

52 X=0.00 Y=377.50 Z=0.00  
53 X=0.00 Y=382.50 Z=0.00  
54 X=0.00 Y=385.00 Z=0.00  
55 X=0.00 Y=390.00 Z=0.00  
56 X=0.00 Y=395.00 Z=0.00  
57 X=0.00 Y=397.50 Z=0.00  
58 X=0.00 Y=402.50 Z=0.00  
59 X=0.00 Y=420.00 Z=0.00  
60 X=0.00 Y=430.00 Z=0.00

RESTRAINT

ADD=1 DOF=U1,U2,U3,R2,R3  
ADD=2 DOF=U1,R2,R3  
ADD=3 DOF=U1,R2,R3  
ADD=4 DOF=U1,R2,R3  
ADD=5 DOF=U1,R2,R3  
ADD=6 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=7 DOF=U1,R2,R3  
ADD=8 DOF=U1,R2,R3  
ADD=9 DOF=U1,R2,R3  
ADD=10 DOF=U1,R2,R3  
ADD=11 DOF=U1,R2,R3  
ADD=12 DOF=U1,R2,R3  
ADD=13 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=14 DOF=U1,R2,R3  
ADD=15 DOF=U1,R2,R3  
ADD=16 DOF=U1,R2,R3  
ADD=17 DOF=U1,R2,R3  
ADD=18 DOF=U1,R2,R3  
ADD=19 DOF=U1,R2,R3  
ADD=20 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=21 DOF=U1,R2,R3  
ADD=22 DOF=U1,R2,R3  
ADD=23 DOF=U1,R2,R3  
ADD=24 DOF=U1,R2,R3  
ADD=25 DOF=U1,R2,R3  
ADD=26 DOF=U1,R2,R3  
ADD=27 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=28 DOF=U1,R2,R3  
ADD=29 DOF=U1,R2,R3  
ADD=30 DOF=U1,R2,R3  
ADD=31 DOF=U1,R2,R3  
ADD=32 DOF=U1,R2,R3  
ADD=33 DOF=U1,R2,R3  
ADD=34 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=35 DOF=U1,R2,R3  
ADD=36 DOF=U1,R2,R3  
ADD=37 DOF=U1,R2,R3  
ADD=38 DOF=U1,R2,R3  
ADD=39 DOF=U1,R2,R3  
ADD=40 DOF=U1,R2,R3  
ADD=41 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=42 DOF=U1,R2,R3  
ADD=43 DOF=U1,R2,R3  
ADD=44 DOF=U1,R2,R3  
ADD=45 DOF=U1,R2,R3  
ADD=46 DOF=U1,R2,R3  
ADD=47 DOF=U1,R2,R3  
ADD=48 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=49 DOF=U1,R2,R3  
ADD=50 DOF=U1,R2,R3  
ADD=51 DOF=U1,R2,R3  
ADD=52 DOF=U1,R2,R3  
ADD=53 DOF=U1,R2,R3  
ADD=54 DOF=U1,R2,R3  
ADD=55 DOF=U1,U3,R2,R3  
ADD=56 DOF=U1,R2,R3  
ADD=57 DOF=U1,R2,R3  
ADD=58 DOF=U1,R2,R3  
ADD=59 DOF=U1,R2,R3  
ADD=60 DOF=U1,U3,R2,R3

PATTERN

NAME=TEMP  
NAME=PRES

MATERIAL

NAME=1FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0

```

NAME=2FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=3FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=4FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=5FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=6FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=7FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=8FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=9FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=10FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=11FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=12FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0

```

FRAME SECTION

```

; Elenco MATERIALI (ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
NAME=1 MAT=1FR A=0.4524 J=0 I=0.2330369,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls BT)
NAME=2 MAT=2FR A=0.2273 J=0 I=0.1832238,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls LT)
NAME=3 MAT=3FR A=0.1308 J=0 I=0.1110875,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Arm)
NAME=4 MAT=4FR A=0.1096 J=0 I=0.0780106,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Solo Acc)
NAME=5 MAT=5FR A=0.5098 J=0 I=0.3112906,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls BT)
NAME=6 MAT=6FR A=0.2847 J=0 I=0.2393664,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls LT)
NAME=7 MAT=7FR A=0.1882 J=0 I=0.1570508,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Arm)
NAME=8 MAT=8FR A=0.1670 J=0 I=0.1259758,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Solo Acc)
NAME=9 MAT=9FR A=0.6102 J=0 I=0.4263433,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Acc+Cls BT)
NAME=10 MAT=10FR A=0.3851 J=0 I=0.3255096,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Acc+Cls LT)
NAME=11 MAT=11FR A=0.2886 J=0 I=0.2349159,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Acc+Arm)
NAME=12 MAT=12FR A=0.2528 J=0 I=0.1832123,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Solo Acc)

```

FRAME

```

; Elenco ASTE (L = Lunghezza; ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
1 J=1,2 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 ; L=10,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
2 J=2,3 SEC=2 NSEG=7 ANG=0 ; L=17,50 - ST=1 (Acc+Cls LT)
3 J=3,4 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
4 J=4,5 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
5 J=5,6 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
6 J=6,7 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
7 J=7,8 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
8 J=8,9 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
9 J=9,10 SEC=2 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
10 J=10,11 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
11 J=11,12 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
12 J=12,13 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
13 J=13,14 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
14 J=14,15 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
15 J=15,16 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
16 J=16,17 SEC=2 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
17 J=17,18 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
18 J=18,19 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
19 J=19,20 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
20 J=20,21 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
21 J=21,22 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
22 J=22,23 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
23 J=23,24 SEC=2 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
24 J=24,25 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
25 J=25,26 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
26 J=26,27 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
27 J=27,28 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
28 J=28,29 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
29 J=29,30 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
30 J=30,31 SEC=2 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
31 J=31,32 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
32 J=32,33 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
33 J=33,34 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
34 J=34,35 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
35 J=35,36 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
36 J=36,37 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
37 J=37,38 SEC=2 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
38 J=38,39 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
39 J=39,40 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)

```

```

40 J=40,41 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
41 J=41,42 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
42 J=42,43 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
43 J=43,44 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
44 J=44,45 SEC=2 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
45 J=45,46 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
46 J=46,47 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
47 J=47,48 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
48 J=48,49 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
49 J=49,50 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
50 J=50,51 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
51 J=51,52 SEC=2 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)
52 J=52,53 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
53 J=53,54 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
54 J=54,55 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
55 J=55,56 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
56 J=56,57 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
57 J=57,58 SEC=6 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls LT)
58 J=58,59 SEC=2 NSEG=7 ANG=0 ; L=17,50 - ST=1 (Acc+Cls LT)
59 J=59,60 SEC=2 NSEG=4 ANG=0 ; L=10,00 - ST=1 (Acc+Cls LT)

```

END

## DESCRIZIONE DEL MODELLO: Viadotto Santuzza II

modello con le proprietà geometriche della sezione mista per azioni di breve durata con soletta fessurata in appoggio

SYSTEM

DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN LINES=59

JOINT

```

1 X=0.00 Y=0.00 Z=0.00
2 X=0.00 Y=10.00 Z=0.00
3 X=0.00 Y=27.50 Z=0.00
4 X=0.00 Y=32.50 Z=0.00
5 X=0.00 Y=35.00 Z=0.00
6 X=0.00 Y=40.00 Z=0.00
7 X=0.00 Y=45.00 Z=0.00
8 X=0.00 Y=47.50 Z=0.00
9 X=0.00 Y=52.50 Z=0.00
10 X=0.00 Y=77.50 Z=0.00
11 X=0.00 Y=82.50 Z=0.00
12 X=0.00 Y=85.00 Z=0.00
13 X=0.00 Y=90.00 Z=0.00
14 X=0.00 Y=95.00 Z=0.00
15 X=0.00 Y=97.50 Z=0.00
16 X=0.00 Y=102.50 Z=0.00
17 X=0.00 Y=127.50 Z=0.00
18 X=0.00 Y=132.50 Z=0.00
19 X=0.00 Y=135.00 Z=0.00
20 X=0.00 Y=140.00 Z=0.00
21 X=0.00 Y=145.00 Z=0.00
22 X=0.00 Y=147.50 Z=0.00
23 X=0.00 Y=152.50 Z=0.00
24 X=0.00 Y=177.50 Z=0.00
25 X=0.00 Y=182.50 Z=0.00
26 X=0.00 Y=185.00 Z=0.00
27 X=0.00 Y=190.00 Z=0.00
28 X=0.00 Y=195.00 Z=0.00
29 X=0.00 Y=197.50 Z=0.00
30 X=0.00 Y=202.50 Z=0.00
31 X=0.00 Y=227.50 Z=0.00
32 X=0.00 Y=232.50 Z=0.00
33 X=0.00 Y=235.00 Z=0.00
34 X=0.00 Y=240.00 Z=0.00
35 X=0.00 Y=245.00 Z=0.00
36 X=0.00 Y=247.50 Z=0.00
37 X=0.00 Y=252.50 Z=0.00
38 X=0.00 Y=277.50 Z=0.00
39 X=0.00 Y=282.50 Z=0.00
40 X=0.00 Y=285.00 Z=0.00
41 X=0.00 Y=290.00 Z=0.00
42 X=0.00 Y=295.00 Z=0.00

```

43	X=0.00	Y=297.50	Z=0.00
44	X=0.00	Y=302.50	Z=0.00
45	X=0.00	Y=327.50	Z=0.00
46	X=0.00	Y=332.50	Z=0.00
47	X=0.00	Y=335.00	Z=0.00
48	X=0.00	Y=340.00	Z=0.00
49	X=0.00	Y=345.00	Z=0.00
50	X=0.00	Y=347.50	Z=0.00
51	X=0.00	Y=352.50	Z=0.00
52	X=0.00	Y=377.50	Z=0.00
53	X=0.00	Y=382.50	Z=0.00
54	X=0.00	Y=385.00	Z=0.00
55	X=0.00	Y=390.00	Z=0.00
56	X=0.00	Y=395.00	Z=0.00
57	X=0.00	Y=397.50	Z=0.00
58	X=0.00	Y=402.50	Z=0.00
59	X=0.00	Y=420.00	Z=0.00
60	X=0.00	Y=430.00	Z=0.00

RESTRAINT

ADD=1	DOF=U1,U2,U3,R2,R3
ADD=2	DOF=U1,R2,R3
ADD=3	DOF=U1,R2,R3
ADD=4	DOF=U1,R2,R3
ADD=5	DOF=U1,R2,R3
ADD=6	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=7	DOF=U1,R2,R3
ADD=8	DOF=U1,R2,R3
ADD=9	DOF=U1,R2,R3
ADD=10	DOF=U1,R2,R3
ADD=11	DOF=U1,R2,R3
ADD=12	DOF=U1,R2,R3
ADD=13	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=14	DOF=U1,R2,R3
ADD=15	DOF=U1,R2,R3
ADD=16	DOF=U1,R2,R3
ADD=17	DOF=U1,R2,R3
ADD=18	DOF=U1,R2,R3
ADD=19	DOF=U1,R2,R3
ADD=20	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=21	DOF=U1,R2,R3
ADD=22	DOF=U1,R2,R3
ADD=23	DOF=U1,R2,R3
ADD=24	DOF=U1,R2,R3
ADD=25	DOF=U1,R2,R3
ADD=26	DOF=U1,R2,R3
ADD=27	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=28	DOF=U1,R2,R3
ADD=29	DOF=U1,R2,R3
ADD=30	DOF=U1,R2,R3
ADD=31	DOF=U1,R2,R3
ADD=32	DOF=U1,R2,R3
ADD=33	DOF=U1,R2,R3
ADD=34	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=35	DOF=U1,R2,R3
ADD=36	DOF=U1,R2,R3
ADD=37	DOF=U1,R2,R3
ADD=38	DOF=U1,R2,R3
ADD=39	DOF=U1,R2,R3
ADD=40	DOF=U1,R2,R3
ADD=41	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=42	DOF=U1,R2,R3
ADD=43	DOF=U1,R2,R3
ADD=44	DOF=U1,R2,R3
ADD=45	DOF=U1,R2,R3
ADD=46	DOF=U1,R2,R3
ADD=47	DOF=U1,R2,R3
ADD=48	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=49	DOF=U1,R2,R3
ADD=50	DOF=U1,R2,R3
ADD=51	DOF=U1,R2,R3
ADD=52	DOF=U1,R2,R3
ADD=53	DOF=U1,R2,R3
ADD=54	DOF=U1,R2,R3
ADD=55	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=56	DOF=U1,R2,R3
ADD=57	DOF=U1,R2,R3
ADD=58	DOF=U1,R2,R3
ADD=59	DOF=U1,R2,R3

ADD=60 DOF=U1,U3,R2,R3

PATTERN

NAME=TEMP  
NAME=PRES

MATERIAL

NAME=1FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=2FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=3FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=4FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=5FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=6FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=7FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=8FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=9FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=10FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=11FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0  
NAME=12FR IDES=N  
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0

FRAME SECTION

; Elenco MATERIALI (ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)  
NAME=1 MAT=1FR A=0.4524 J=0 I=0.2330369,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls BT)  
NAME=2 MAT=2FR A=0.2273 J=0 I=0.1832238,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls LT)  
NAME=3 MAT=3FR A=0.1308 J=0 I=0.1110875,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Arm)  
NAME=4 MAT=4FR A=0.1096 J=0 I=0.0780106,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Solo Acc)  
NAME=5 MAT=5FR A=0.5098 J=0 I=0.3112906,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls BT)  
NAME=6 MAT=6FR A=0.2847 J=0 I=0.2393664,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls LT)  
NAME=7 MAT=7FR A=0.1882 J=0 I=0.1570508,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Arm)  
NAME=8 MAT=8FR A=0.1670 J=0 I=0.1259758,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Solo Acc)  
NAME=9 MAT=9FR A=0.6102 J=0 I=0.4263433,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Acc+Cls BT)  
NAME=10 MAT=10FR A=0.3851 J=0 I=0.3255096,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Acc+Cls LT)  
NAME=11 MAT=11FR A=0.2886 J=0 I=0.2349159,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Acc+Arm)  
NAME=12 MAT=12FR A=0.2528 J=0 I=0.1832123,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=4 (Solo Acc)

FRAME

; Elenco ASTE (L = Lunghezza; ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)  
1 J=1,2 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 ; L=10,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)  
2 J=2,3 SEC=1 NSEG=7 ANG=0 ; L=17,50 - ST=1 (Acc+Cls BT)  
3 J=3,4 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
4 J=4,5 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
5 J=5,6 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
6 J=6,7 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
7 J=7,8 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
8 J=8,9 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
9 J=9,10 SEC=1 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)  
10 J=10,11 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
11 J=11,12 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
12 J=12,13 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
13 J=13,14 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
14 J=14,15 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
15 J=15,16 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
16 J=16,17 SEC=1 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)  
17 J=17,18 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
18 J=18,19 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
19 J=19,20 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
20 J=20,21 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
21 J=21,22 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
22 J=22,23 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
23 J=23,24 SEC=1 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)  
24 J=24,25 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
25 J=25,26 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
26 J=26,27 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
27 J=27,28 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)  
28 J=28,29 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)  
29 J=29,30 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)  
30 J=30,31 SEC=1 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)



```

31 J=31,32 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
32 J=32,33 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
33 J=33,34 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
34 J=34,35 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
35 J=35,36 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
36 J=36,37 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
37 J=37,38 SEC=1 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)
38 J=38,39 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
39 J=39,40 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
40 J=40,41 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
41 J=41,42 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
42 J=42,43 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
43 J=43,44 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
44 J=44,45 SEC=1 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)
45 J=45,46 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
46 J=46,47 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
47 J=47,48 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
48 J=48,49 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
49 J=49,50 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
50 J=50,51 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
51 J=51,52 SEC=1 NSEG=10 ANG=0 ; L=25,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)
52 J=52,53 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
53 J=53,54 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
54 J=54,55 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
55 J=55,56 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=4 (Acc+Arm)
56 J=56,57 SEC=11 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,50 - ST=4 (Acc+Arm)
57 J=57,58 SEC=5 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Cls BT)
58 J=58,59 SEC=1 NSEG=7 ANG=0 ; L=17,50 - ST=1 (Acc+Cls BT)
59 J=59,60 SEC=1 NSEG=4 ANG=0 ; L=10,00 - ST=1 (Acc+Cls BT)

```

END