

# **autostrade** // per l'italia

## AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

### AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA TRATTO : MONSELICE – PADOVA SUD

### PROGETTO DEFINITIVO

## AU – CORPO AUTOSTRADALE

OPERE D'ARTE MAGGIORI  
PONTI E VIADOTTI  
AMPLIAMENTO PONTE SUL CANALE BIANCOLINO  
RELAZIONE DI CALCOLO

#### IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Lucio Ferretti Torricelli  
Ord. Ingg. Brescia N.2188  
RESPONSABILE STRUTTURE

#### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Ilaria Lavander  
Ord. Ingg. Milano N. 29830



#### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza  
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

**PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI**

#### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO					RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO					Ordinatore:
Codice	Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA			Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	SCALA:	
1	1	1305	0002	PD00	0000	0000	0000	000000	000000	0	STR	060000	00	-		

 	PROJECT MANAGER:	Ing. Ilaria Lavander Ord. Ingg. Milano N. 29830	SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE
					n. data
					0 SETTEMBRE 2016
					1 -
					2 -
	REDATTO:	-	VERIFICATO:	Ing. A. Indovino – O.I. Mi n°A28383	3 -
					4 -

	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>   IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Antonio Tosi	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>   Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	--	---

1.	Introduzione	4
1.1	Dati di base	5
1.2	Descrizione generale dell'opera	5
1.2.1	Schema statico	7
1.2.2	Impalcato	7
1.2.3	Spalle e pile	11
1.3	Normative di riferimento	12
1.4	Condizioni ambientali e classi di esposizione	12
1.5	Caratteristiche materiali	12
1.5.1	Tensioni limite e proprietà di riferimento - Allargamento	13
1.5.2	Tensioni limite e proprietà di riferimento – Impalcato esistente	13
1.5.3	Coefficienti parziali di sicurezza	17
1.6	Software di calcolo	18
1.7	Convenzioni generali	18
2.	Impostazione delle analisi e delle verifiche	20
2.1	Analisi della struttura	20
2.2	Studio interazione impalcato/sottostrutture	24
2.3	Caratteristiche delle sezioni dell'impalcato	24
2.3.1	Impalcato esistente	25
2.3.2	Impalcato nuovo in allargamento	27
3.	Analisi dei carichi	32
3.1	Carichi agenti in fase 1	32
3.1.1	Pesi propri ( $G_{k1}$ )	32
3.2	Carichi agenti in fase 2	32
3.2.1	Sovraccarichi permanenti ( $G_{k2}$ )	32
3.3	Carichi agenti in fase 3	33
3.3.1	Carichi mobili ( $Q_k$ )	33
3.4	Tabella esplicativa dei carichi agenti	35
3.4.1	Campata lato Bologna	36
3.4.2	Campata lato Padova	38
3.4.3	Campata Centrale	40
4.	Combinazioni di carico	42
4.1	Combinazioni per gli S.L.U. – STR	43
4.2	Combinazioni per gli S.L.E. RARA	43
4.3	Combinazioni per gli S.L.E. FREQUENTE	43
4.4	Combinazioni per gli S.L.E. QUASI PERMANENTE	43
5.	Analisi strutturale impalcato	44

5.1	Generalità	44
5.2	Sollecitazioni	49
5.2.1	Inviluppo S.L.U.	54
5.2.2	Inviluppo S.L.E. (Rara – Frequente - Q. Permanente)	59
5.2.3	Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato esistente BOLOGNA	61
5.2.4	Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato in allargamento BOLOGNA	62
5.2.5	Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato esistente PADOVA	64
5.2.6	Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato in allargamento PADOVA	65
5.2.7	Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato esistente CENTRALE	67
5.2.8	Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato in allargamento CENTRALE	68
6.	Deformazioni verticali	70
6.1	Deformazioni massime	70
7.	Verifiche delle travi in c.a.p. e dei traversi	72
7.1	Generalità	72
7.2	Verifiche di resistenza S.L.U. per azioni flettenti	75
7.2.1	Impalcato esistente	75
7.2.2	Impalcato nuovo in allargamento	84
7.3	Verifiche S.L.U. per azioni taglianti	87
7.3.1	Impalcato esistente	88
7.3.2	Impalcato nuovo in allargamento	99
7.4	Verifiche tensionali S.L.E.	106
7.4.1	Caratteristiche sezioni di mezzera della trave	106
7.4.2	Tensioni al tiro	115
7.4.3	Tensioni agli S.L.E. (Rara)	118
8.	Verifica della soletta	120
8.1	Generalità	120
8.2	Carichi e combinazioni di carico	121
8.2.1	Effetti locali e globali	122
8.3	Sollecitazioni	123
8.4	Risultati di verifica della soletta	136
8.4.1	Armature trasversali	136
8.4.2	Risultati	137
9.	Azioni sugli appoggi	143

## 1. Introduzione

Nell'ambito dei lavori di ammodernamento della rete autostadale – Autostrada A13 – nel tratto tra Monselice e Padova, si prevede l'ampliamento della sede alla terza corsia, con adeguamento delle opere d'arte di linea. L'approccio generale ai ponti e ai viadotti esistenti prevede il mantenimento delle opere d'arte e il loro adeguamento alle attuali normative, sotto le combinazioni delle azioni statiche e sismiche, in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle NTC 2008 e circolari successive.

L'impianto originario dell'autostrada risale alla decade degli anni 1960 e vede la realizzazione di opere d'arte in calcestruzzo armato con diffuso utilizzo di travi in CAP per gli impalcati; spalle e pile massicce in calcestruzzo armato ordinario fondate su pali. Lo schema statico ricorrente è quello delle campate isostatiche su semplici appoggi.

Per opportunità operative si è implementata l'analisi delle strutture esistenti e delle porzioni in allargamento con suddivisione in orizzontale. In dettaglio, si è approntata per ciascuna opera una relazione di calcolo per gli impalcati, una per le spalle e le pile ed una per le verifiche geotecniche delle fondazioni.

Il presente elaborato riporta i calcoli relativi alla verifica della porzione di impalcato esistente e il dimensionamento della porzione in allargamento per il Ponte sul Canale Biancolino, tra la pk 96+746 e pk 96+795.



*Individuazione dell'opera*

## 1.1 Dati di base

Preliminarmente all'avvio della progettazione è stata condotta una attività di indagine e reperimento dei dati di archivio, complementata da indagini in situ.

In particolare, per l'opera in oggetto, sono a disposizione:

- Scheda anagrafica dell'opera – codifica 13.03.0566.0.0, nella quale si ripercorre la cronistoria delle ispezioni e degli interventi principali effettuati sull'opera. E' inoltre presente una breve descrizione dello stato del manufatto e delle principali criticità

Documenti progettuali originali:

- n. 10191 del 15.11.1967 – Relazione di calcolo degli impalcati
- processo verbale di collaudo statico del febbraio 1969
- Elaborato grafico progettuale n. 110, contenente le carpenterie e le armature del manufatto

E' inoltre stata effettuata una campagna di indagini mirata e confermare la geometria dell'opera e a determinare le caratteristiche dei materiali.

## 1.2 Descrizione generale dell'opera

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate aventi luce pari a 11.25 m, 24.20 m e 14.75 m complessivi a partire dalla campata lato Bologna.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è variabile tra 11.90 m e 12.10 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma variabile tra 4.50 m e 5.05 m circa per ciascuna carreggiata, oltre cordoli ed eventuali marciapiedi.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 0.80 m e interasse 1.08 m, di altezza 1.20 m e interasse 0.83 m e di altezza 0.80 m e interasse 0.78 m rispettivamente, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

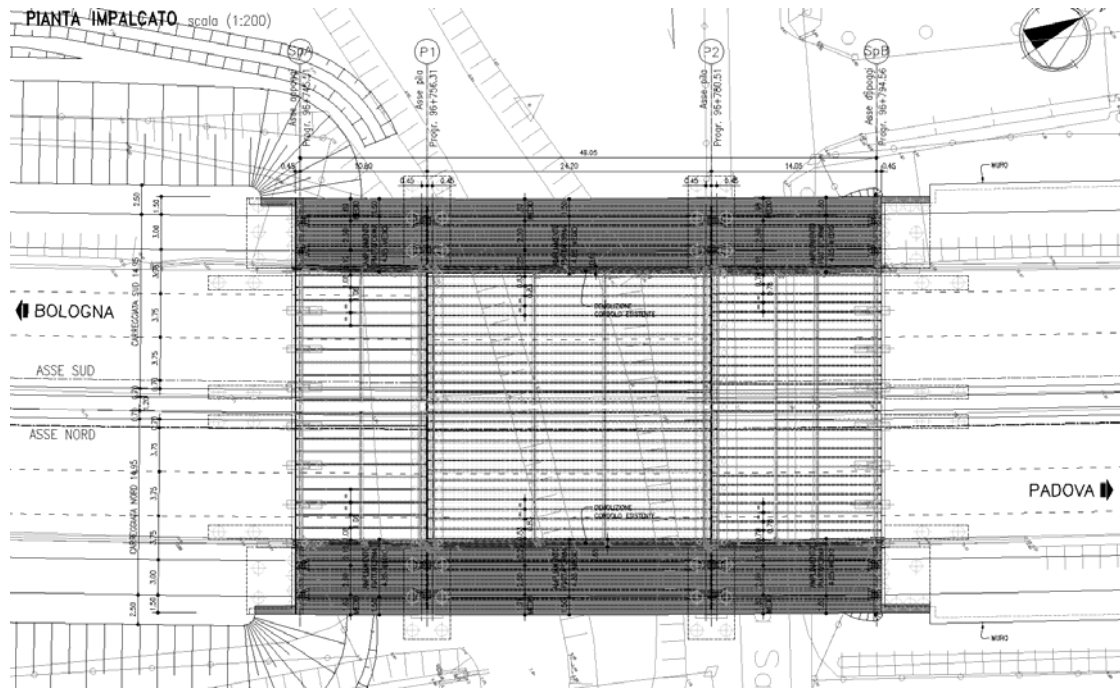
Le spalle e le pile sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni dei paramenti delle spalle sono realizzate con fusti discreti a sezione rettangolare rastremata posti ad interasse costante; i fusti delle pile sono rettangolari e monolitici.

Le fondazioni poggiano su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m e lunghezza 14 m circa.

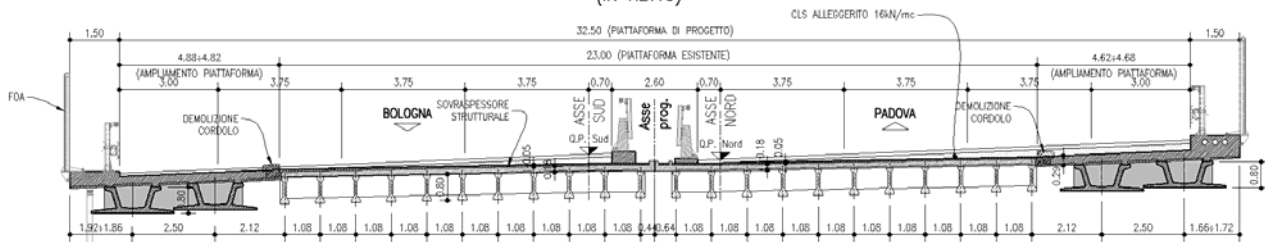
L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle e pile in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

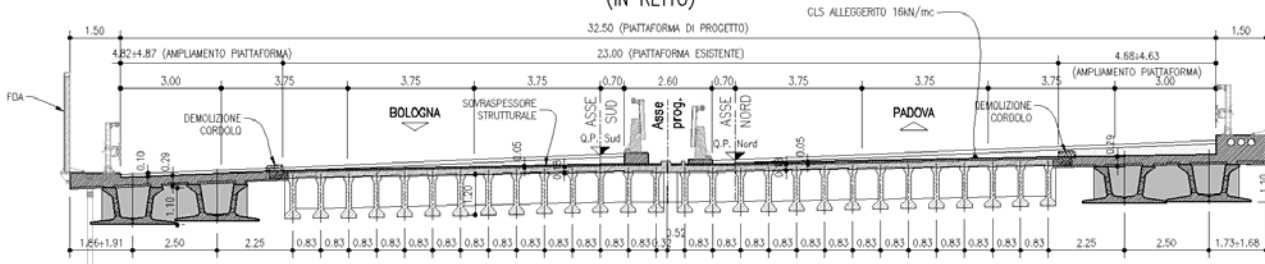
La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



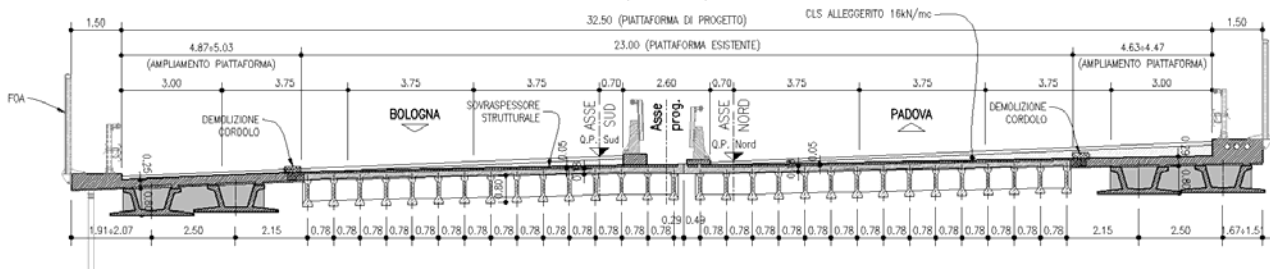
*Pianta impalcato allargato*  
**SEZIONE TRASVERSALE TIPO – CAMPATA LATERALE LATO BO** scala (1:100)  
 (IN RETTO)



**SEZIONE TRASVERSALE TIPO – CAMPATA CENTRALE** scala (1:100)  
 (IN RETTO)



**SEZIONE TRASVERSALE TIPO – CAMPATA LATERALE LATO PD** scala (1:100)  
 (IN RETTO)



*Sezioni trasversali allargate*

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici dedicati.

### 1.2.1 Schema statico

Come anticipato, lo schema statico relativo ai singoli impalcati è quello di semplice appoggio. L'intervento in progetto vede la sostituzione anche degli appoggi esistenti e, qualora necessario, l'adeguamento dei baggioli e il sollevamento dell'impalcato in modo da minimizzare il sovraccarico del pacchetto stradale e del sottofondo indotti dalla livelletta autostradale e dalle nuove pendenze trasversali.

In virtù di quanto sopra e con l'obiettivo di semplificare le analisi garantendo comunque un ottimo grado di dettaglio, si sono implementati modelli di calcolo dedicati a ciascuna campata singolarmente e vincolati a terra attraverso link-elastici in grado di simulare il comportamento degli apparecchi di appoggio in elastomero armato.

Le analisi vedono la simulazione della reale geometria tridimensionale e della rigidità della struttura, attraverso l'utilizzo di elementi tipo "beam" per le travi in cap e i traversi e elementi bidimensionali tipo "shell" per la soletta, oltre all'adozione di moduli elastici dei materiali differenti tra le strutture esistenti e quelle nuove. Sono inoltre state ripercorse le reali fasi realizzative della struttura, in modo da cogliere con ottimo dettaglio le distribuzioni delle azioni e delle deformazioni.

L'effetto della precompressione è stato trattato in fase di verifica sezionale, in virtù dell'assenza di significativi effetti iperstatici indotti dalla precompressione su schemi statici di questo tipo.

Come anticipato, l'organizzazione delle analisi ha portato ad indagare separatamente gli impalcati dalle sottostrutture; nel presente documento non si prendono quindi in conto le sollecitazioni di tipo sismico in quanto non significative su impalcati di questa tipologia.

In merito alle azioni sugli appoggi, la scelta progettuale vede il dimensionamento degli apparecchi con riferimento a tutte le combinazioni di verifica statiche di normativa e l'utilizzo di ritegni sismici longitudinali e trasversali per resistente alle azioni inerziali.

Per la trattazione delle elevazioni (spalle e pile) e delle fondazioni si rimanda alle relazioni di calcolo dedicate, nelle quali si procede anche alle analisi inerenti i dispositivi di ritegno sismico.

La disposizione dei carichi in soletta segue la reale distribuzione degli elementi permanenti che costituiscono la struttura, il pacchetto e gli arredi; i carichi variabili sono invece stati collocati in ottemperanza alle indicazioni di normativa e in modo da massimizzare gli effetti flettenti, taglianti e torcenti di volta in volta indagati sulle singole sezioni, attraverso l'utilizzo di un automatismo presente nel programma di calcolo che utilizza le linee e le superfici di influenza.

### 1.2.2 Impalcato

Il manufatto vede la presenza di tre campate, due di riva e una terza centrale, ciascuna delle quali si differenzia dalle altre per diversa luce di calcolo e differente tipologia/interasse delle travi in CAP. In fase di verifica/progetto è stato quindi necessario indagare le tre campate singolarmente implementando tre modelli di calcolo agli EF e ripercorrendo l'intero set di verifica per ciascuna di esse.

Lo scavalco centrale si compone attualmente di 14 travi prefabbricate con sezione a "I" di altezza  $H = 1.20$  m e interasse  $i = 0.83$  m; la soletta è realizzata con predalles prefabbricate e getto in opera a realizzare uno spessore complessivo strutturale di 0.18 m. Sono presenti quattro traversi di cui due in asse appoggi.

L'allargamento in progetto vede l'affiancamento e solidarizzazione di due travi prefabbricate con sezione ad "U", altezza  $H_{TRAVE} = 1.10$  m e interasse  $i = 2.50$  m.

La campata lato Bologna si compone attualmente di 11 travi prefabbricate con sezione a "I" di altezza  $H = 0.80$  m e interasse  $i = 1.08$  m; quella lato Padova di 15 travi prefabbricate con sezione a "I" di altezza  $H = 0.80$  m e interasse  $i = 0.78$  m. Le solette sono realizzate con predalles prefabbricate e getto in opera a realizzare uno spessore complessivo strutturale di 0.18 m. La campata Bologna presenta tre traversi e quella lato Padova quattro, due in asse appoggi. L'allargamento in progetto vede l'affiancamento e solidarizzazione di due travi prefabbricate con sezione ad "U" ed altezza  $H_{TRAVE} = 0.80$  m ad interasse  $i = 2.50$  m.

La connessione con l'opera esistente si realizza, lungo l'intero sviluppo della stessa, tramite sezione di sutura in soletta e il posizionamento di barre inghisate ad intradosso e vincolate monoliticamente nel sovrappessore strutturale ad estradosso.

La reciproca connessione trasversale delle nuove travi è garantita, oltre che dalla soletta costituita da getto in opera su predalles prefabbricate, dalla presenza di traversi in asse appoggi.

La soletta in allargamento, di larghezza trasversale variabile tra 4.50 m e 5.05 m circa oltre cordoli/marciapiedi, ha spessore costante pari a complessivi 0.29 m, di cui 0.06 m di predalles.

In progetto si prevede il rinforzo estradosale della soletta esistente per la sua intera estensione in pianta tramite getto in opera in calcestruzzo armato a ritiro compensato, solidarizzato meccanicamente alla porzione esistente e di spessore 0.05 m.

Le nuove travi sono precomprese in stabilimento con trefoli aderenti.

Geometria e armatura di precompressione delle travi esistenti:



**CAMPATA LATERALE LATO BOLOGNA**  
**SEZIONE TRASVERSALE TRAVI IN C.A.P.**

SCALA 1:10

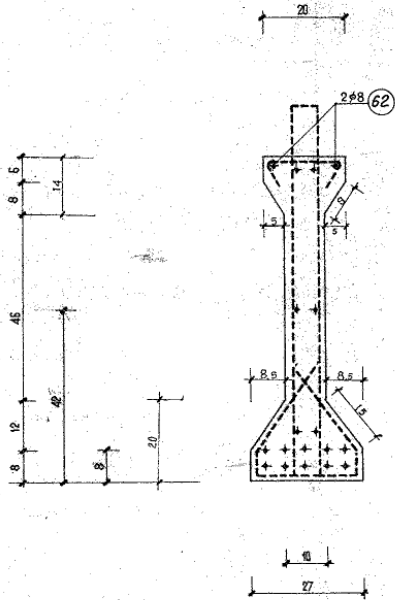
N° 22 travi L. 11.15 ml.

**CAMPATA LATERALE LATO PADOVA**  
**SEZIONE TRASVERSALE TRAVI IN C.A.P.**

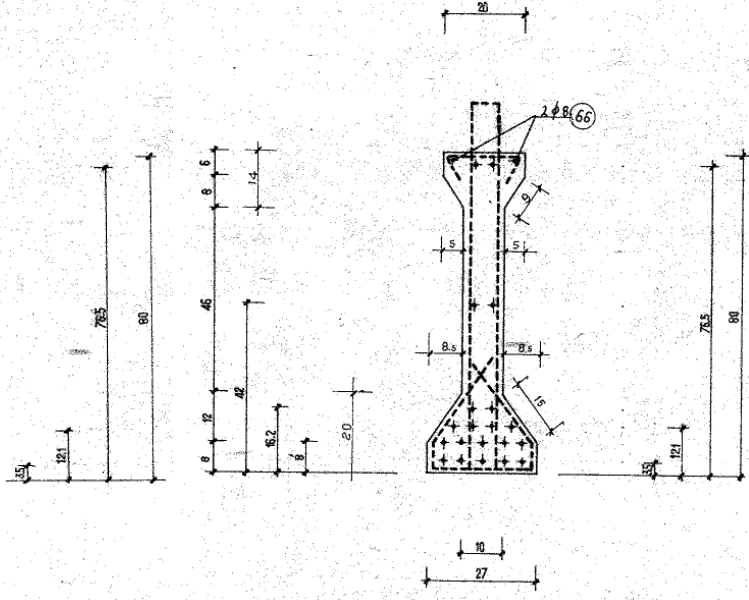
SCALA 1:10

N° 30 travi L. 14.40 ml.

0° 4  
 8.  
 0° 8.  
 810



N° 16 TREFOLI 3/8



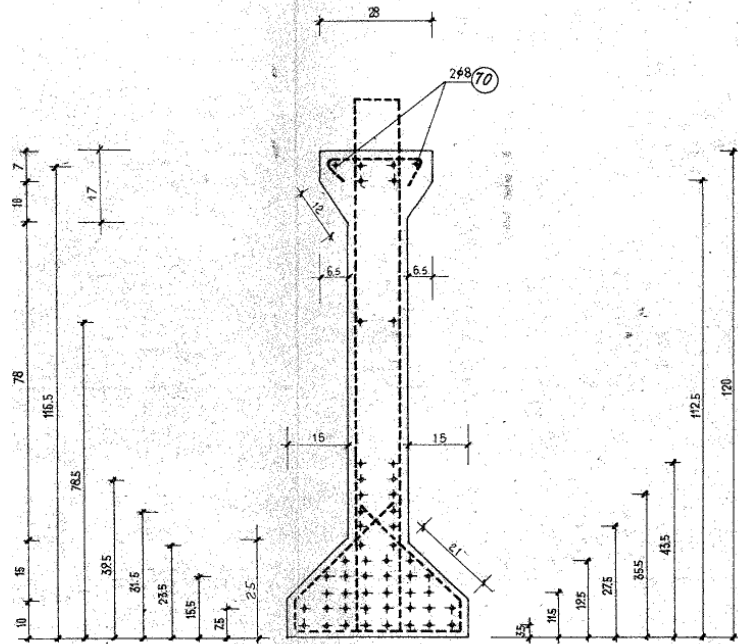
N° 20 TREFOLI 3/8

Trave - Campate laterali

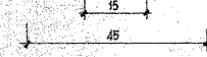
**CAMPATA CENTRALE**  
**SEZIONE TRASVERSALE TRAVI IN C.A.P.**

SCALA 1: 10

N° 28 Travi L= 24.10 ml.



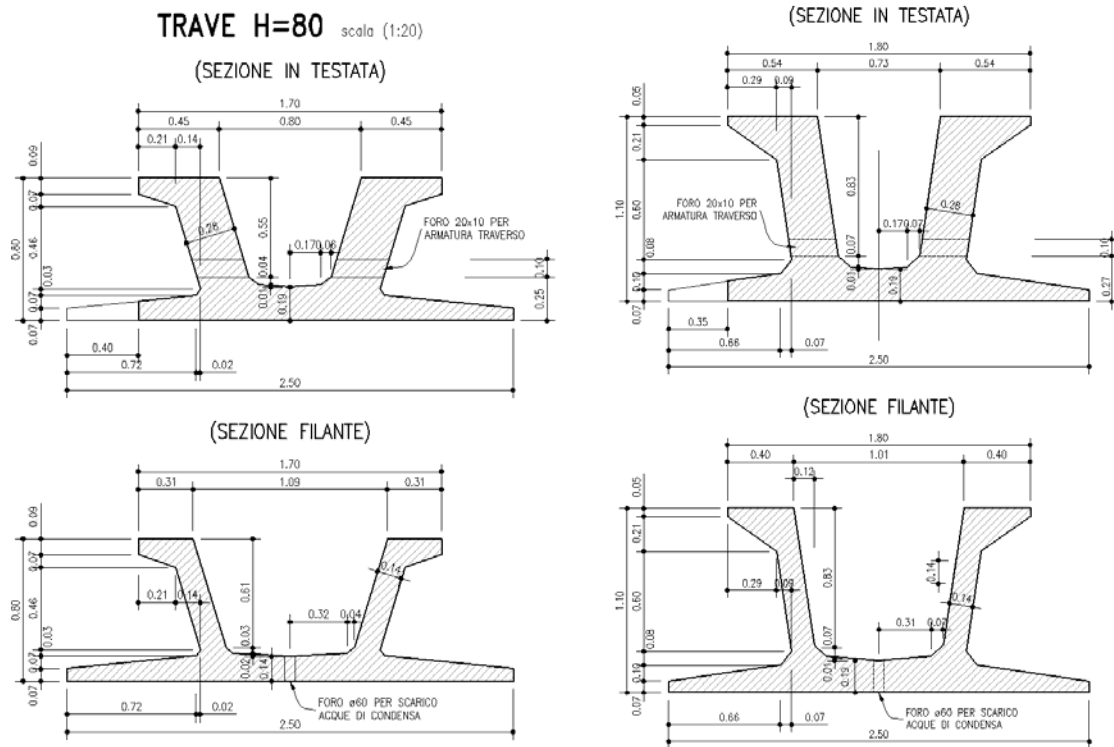
Trefoli in acciaio armonico  
 peso Kg. 0.405/ml.  
 (v. verbale di pesatura n° 21/a  
 in data 10-1-1968)



N° 50 TREFOLI 3<sup>7</sup>/<sub>8</sub>

Trave - Campata centrale

Geometria delle travi aggiuntive per le tre campate:



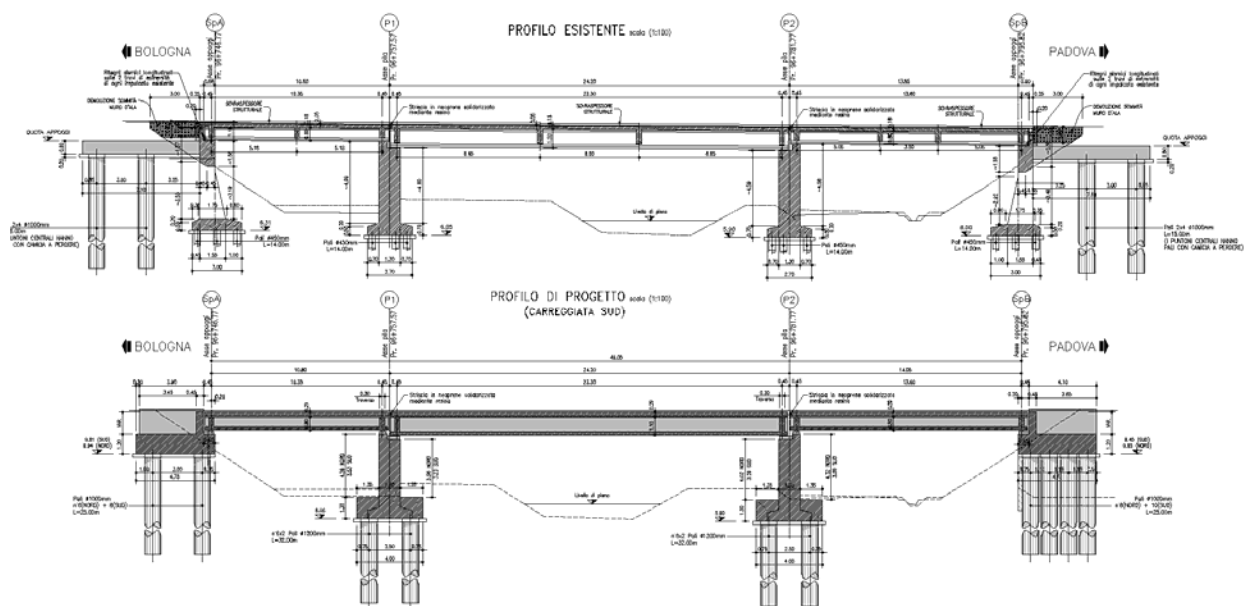
*Travi nuove – campate laterali e campata centrale*

### 1.2.3 Spalle e pile

Le spalle e le pile presentano struttura monolitica in c.a. con impianto di fondazione profondo su pali.

Nel seguito si riportano per completezza le sezioni longitudinali dell'opera sia relativamente alla struttura esistente, sia in corrispondenza all'allargamento.

Si rimanda alle relazioni dedicate per maggiori dettagli relativi alle caratteristiche delle sottostrutture, alle analisi e alle verifiche pertinenti.



*Sezioni longitudinali*

### **1.3 Normative di riferimento**

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa italiana e da quella europea (Eurocodici). In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ed alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi National Application Documents, verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente normativa nazionale.

In dettaglio si sono prese in esame i seguenti documenti:

D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC-08");

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008;

UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale

UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche

UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti

UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo

### **1.4 Condizioni ambientali e classi di esposizione**

Per quanto riguarda le classi di esposizione, si prevede l'alternarsi di cicli di gelo/disgelo, in presenza di agenti disgelanti, per cui, applicheranno le seguenti classi di esposizione:

Traversi, soletta e cordoli: XF4

Lastre prefabbricate: XF4

Travi prefabbricate: XC4

Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno pertanto rispettare, oltre i requisiti di resistenza indicati al punto seguente, anche i criteri previsti dalla vigente normativa (EN 11104 e EN 206) per quanto riguarda l'esposizione alle classi indicate.

### **1.5 Caratteristiche materiali**

Vengono di seguito elencati i materiali impiegati per la realizzazione dell'opera, unitamente ai rispettivi parametri di riferimento

### 1.5.1 Tensioni limite e proprietà di riferimento - Allargamento

#### Calcestruzzo

Elemento	classe	f <sub>ck</sub>	R <sub>bk</sub>	f <sub>cm</sub>	f <sub>ctm</sub>	E <sub>cm</sub>
Travi prefabbricate	C45/55	45	55	53	3.79	36000
Soletta e traversi	C35/45	35	45	43	3.21	34000
Coppelle	C35/45	35	45	43	3.21	34000

riferimenti:

EN 206

EN 1992-1-1 3.1.2. tab. 3.1

#### Acciaio in barre per c.a.

tipo	B450C	
f <sub>yk</sub>	450 MPa	Snervamento
f <sub>tk</sub>	540 MPa	Rottura a trazione
E <sub>s</sub>	210000 MPa	Modulo di Young

riferimenti:

EN 1992-1-1 cap. 3.2 + ann. C

EN 1994-2 cap. 3.2(2)

#### Acciaio da precompressione aderente

Tipo trefoli	0.6"	
A <sub>trefolo</sub>	139 mm <sup>2</sup>	area
f <sub>ptk</sub>	1860 MPa	Tensione caratteristica di rottura
f <sub>p(1)k</sub>	1670 MPa	Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale
f <sub>yd</sub>	1452 MPa	Tensione massima per il calcolo a rottura
σ <sub>pi</sub>	1488 MPa	Tensione iniziale all'atto della tesatura $\min(0.8f_{ptk}; 0.9f_{p(1)k})$
E <sub>s</sub>	195000 MPa	Modulo di Young
ρ <sub>1000</sub>	2.5 %	Cadute per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione
μ	0.8 -	σ <sub>pi</sub> / f <sub>ptk</sub>
t		Tempo misurato in ore dalla messa in tensione

riferimenti:

EN 1992-1-1 cap. 3.2 + ann. C

EN 1994-2 cap. 3.2(2)

Cadute per rilassamento: in assenza di dati sperimentali afferenti al lotto considerato, caduta di tensione Δσ<sub>pr</sub> per rilassamento al tempo t ad una temperatura di 20°C può assumersi pari al valore calcolato con la seguente formula:

$$\frac{\Delta\sigma_{pr}}{\Delta\sigma_{pi}} = 0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1\mu} \cdot \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}$$

### 1.5.2 Tensioni limite e proprietà di riferimento – Impalcato esistente

Di seguito le informazioni tratte dai documenti progettuali di archivio e dalle indagini in situ.

Travi prefabbricate:

### Calcestruzzo

Confessionato con ql. 4,00 di cemento tipo 730", con inerte, vagliato e lavato proveniente da cave sul fiume Brenta a Fontaniva.

### Acciaio per c.s.p.

Il tipo di acciaio usato per la costruzione delle travi è : trefolo 3/8" a 7 fili.

Con le seguenti caratteristiche:

- carico di rottura  $\geq 180 \text{ kg/mm}^2$
- limite convenzionale allo snervamento  $\geq 160 \text{ kg/mm}^2$   
0,2%
- Modulo elastico = 19000 kg/mm<sup>2</sup>
- tensione iniziale di precompressione = 130 kg/mm<sup>2</sup>
- cadute di tensione per rilassamento a 120 ore con tensione di 130 kg/mm<sup>2</sup>  $3 \div 3,5\%$

### Acciaio ad aderenza migliorata

Sollecitazioni di snervamento  $\geq 4400 \text{ kg/cm}^2$

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura per assorbire gli sforzi di taglio nella trave e gli sforzi di aderenza tra la trave prefabbricata e le sezioni resistenti gettate in opera.-

Sollecitazioni d'esercizio:  $\geq 2200 \text{ kg/cm}^2$

Traversi e solette:

calcestruzzo confezionato  
con 350 kg/mc. tipo 730  
acciaio tipo A.L.E.

Le indagini hanno restituito i seguenti risultati:

Travi Campata I						
Zona	Elemento	Carr.	R <sub>son</sub> [MPa]	R <sub>cm,lab</sub> [MPa]	K <sub>corr.</sub>	R <sub>c,corr.</sub> [MPa]
L2-OP8-14	Tr.4-camp.3	Sud	38,07			45,39
L2-OP8-15	Tr.23-camp.3	Nord	31,63			37,71
L2-OP8-17	Tr.1-camp.3	Sud	33,07	39,42	1,19	39,42
Valori Medi			34,26	39,42	1,19	40,84

Travi Campata II						
Zona	Elemento	Carr.	R <sub>son</sub> [MPa]	R <sub>cm,lab</sub> [MPa]	K <sub>corr.</sub>	R <sub>c,corr.</sub> [MPa]
L2-OP8-18	Tr.28-camp.2	Nord	61,25	54,53	0,89	54,53
L2-OP8-19	Tr.27-camp.2	Nord	63,44			56,48
L2-OP8-20	Tr.25-camp.2	Nord	54,49			48,51
Valori Medi			59,72	54,53	0,89	53,17

Solette						
Zona	Elemento	Carr.	R <sub>son</sub> [MPa]	R <sub>cm,lab</sub> [MPa]	K <sub>corr.</sub>	R <sub>c,corr.</sub> [MPa]
L2-Op8-21	Sol. Camp.3	Sud	47,61	60,70	1,27	60,70
L2-Op8-22	Sol. Camp.2	Sud	49,03			62,51
L2-Op8-23	Sol. Camp.3	Sud	51,92			66,18
Valori Medi			49,52	60,70	1,27	63,13

Legenda:

- R<sub>po/scl</sub> Resistenza combinata pull-out/sclerometro
- R<sub>cm,lab</sub> Resistenza cubica media di laboratorio
- K<sub>corr.</sub> Fattore di correlazione tra prove distruttive e non distruttive
- R<sub>c,corr.</sub> Resistenza cubica PND correlata

Solette										
Zona	Elemento	Carr.	Tipo (a.m./t.l.)	Φ [mm]	f <sub>y</sub> [MPa]	f <sub>t</sub> [MPa]	HB <sub>med</sub>	f <sub>t,HB</sub> [MPa]	K	f <sub>t,HB,k</sub> [MPa]
L2-OP8-13	Sol.-camp.3	Sud	a.m.	12	532,0	740,0	99,9	339,7	2,18	740,0
L2-OP8-16	Sol.-camp.2	Sud	t.l.	12			88,6	302,7		659,4
L2-OP8-24	Sol.-camp.3	Sud	a.m.	12			102,0	346,7		755,3
Valori Medi							96,8	329,7	2,18	718,2

Legenda:

- HB<sub>med</sub> Media valore di durezza Brinell
- f<sub>t,HB</sub> Resistenza acciaio stimata da prove di durezza
- K Fattore di correlazione tra prove distruttive e non distruttive
- f<sub>t,HB,k</sub> Valore di resistenza a trazione correlato

Con riferimento alla completezza dei dati a disposizione tratti dai documenti progettuali di archivio e visti gli esiti delle prove in situ, si procede nel seguito assumendo un fattore di confidenza FC sui risultati sperimentali pari all'unità e si riconducono le caratteristiche dei materiali stessi alle classi di resistenza da normativa più prossime.

CAMPATA BOLOGNA - Caratteristiche dei materiali assunte nelle verifiche:

Travi esistenti					
$R_{c,corr}$ (MPa)	$f_{cm,corr}$ (MPa)	$\Delta(f_{cm}-f_{ck})$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Classe equivalente (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
40.84	33.90	8	25.90	C25/30	33

Soletta - traversi esistenti					
$R_{c,corr}$ (MPa)	$f_{cm,corr}$ (MPa)	$\Delta(f_{cm}-f_{ck})$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Classe equivalente (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
63.13	52.40	8	44.40	C35/45	43

Travi nuove			Soletta - traversi nuovi		
Classe (-)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)	Classe (-)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
C45/55	45	53	C35/45	35	43

CAMPATA CENTRALE - Caratteristiche dei materiali assunte nelle verifiche:

Travi esistenti					
$R_{c,corr}$ (MPa)	$f_{cm,corr}$ (MPa)	$\Delta(f_{cm}-f_{ck})$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Classe equivalente (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
53.17	44.13	8	36.13	C35/45	43

Soletta - traversi esistenti					
$R_{c,corr}$ (MPa)	$f_{cm,corr}$ (MPa)	$\Delta(f_{cm}-f_{ck})$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Classe equivalente (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
63.13	52.40	8	44.40	C35/45	43

Travi nuove			Soletta - traversi nuovi		
Classe (-)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)	Classe (-)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
C45/55	45	53	C35/45	35	43

CAMPATA PADOVA - Caratteristiche dei materiali assunte nelle verifiche:

Travi esistenti					
$R_{c,corr}$ (MPa)	$f_{cm,corr}$ (MPa)	$\Delta(f_{cm}-f_{ck})$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Classe equivalente (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
40.84	33.90	8	25.90	C25/30	33



**Soletta - traversi esistenti**

$R_{c,corr}$ (MPa)	$f_{cm,corr}$ (MPa)	$\Delta(f_{cm}-f_{ck})$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	Classe equivalente (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
63.13	52.40	8	44.40	C35/45	43

Travi nuove			Soletta - traversi nuovi		
Classe (-)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)	Classe (-)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cm}$ (MPa)
C45/55	45	53	C35/45	35	43

Relativamente all'armatura lenta si identificano le caratteristiche delle barre (negli elaborati grafici) quali appartenenti alla tipologia ALE; nella relazione di calcolo si dichiara invece una tensione di snervamento delle medesime barre - ad aderenza migliorata - pari a  $f_{yk} = 440$  MPa.

Nelle analisi effettuate, a favore di sicurezza, si assumerà il riferimento più cautelativo ovvero  $f_{yk} = 440$  MPa.

**Acciaio in barre per c.a. Tipo ALE**

tipo	ALE		
$f_{yk}$	510	MPa	Snervamento
$f_{tk}$	700	MPa	Rottura a trazione
$E_s$	210000	MPa	Modulo di Young

**Acciaio in barre per c.a. Tipo Omogeneo (Utilizzato in analisi)**

tipo	Omogeneo		
$f_{yk}$	440	MPa	Snervamento
$f_{tk}$	-	MPa	Rottura a trazione
$E_s$	210000	MPa	Modulo di Young

**Acciaio da precompressione (fili adentati)**

Tipo trefoli	3/8"		
$A_{trefolo}$	51.6	mm <sup>2</sup>	area
$f_{ptk}$	1800	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$f_{p(0.2)k}$	1600	MPa	Tensione caratteristica allo 0.2% di deformazione
$f_{yd}$	1390	MPa	Tensione massima per il calcolo a rottura
$\sigma_{pi}$	1300	MPa	Tensione iniziale all'atto della tesatura $\min(0.8f_{ptk}; 0.9f_{p(1)k})$
$E_s$	190000	MPa	Modulo di Young

**1.5.3 Coefficienti parziali di sicurezza**

Relativamente ai coefficienti parziali dei materiali si fa riferimento, nell'ambito delle rispettive verifiche, a quanto contenuto in tabella.

### **Calcestruzzo**

$\alpha_{cc}$	0.85	carichi di lunga durata (quando rilevante)
$\gamma_c$	1.50	S.L.U.

riferimenti:

EN 1992-1-1 2.4.2.4

### **Acciaio in barre**

$\gamma_s$	1.15	resistenza S.L.U.
------------	------	-------------------

riferimenti:

EN 1992-1-1 /NTC 2008

## **1.6 Software di calcolo**

Per l'analisi strutturale dell'impalcato e delle sottostrutture si adotta il metodo degli elementi finiti; si utilizza, a tale fine, il pacchetto software denominato "LUSAS (vers. 14.7)", fornito da F.E.A. (U.K.) su piattaforma windows NT. Il pacchetto software comprende pre-post processore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base e all'interpretazione dei risultati di output, ed un risolutore ad elementi finiti.

Per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato precompresso si adotta un foglio di calcolo sviluppato ad hoc in excel, mentre per le strutture in c.a. si utilizza il programma "RC-SEC" versione 2010.4 Rev 192 sviluppato da Geostru oltre al software VcaSLU ver. 7.7 del 30.08.2011, sviluppato dal Prof. Gelfi.

## **1.7 Convenzioni generali**

Nel prosieguo del presente elaborato si adotteranno le notazioni contemplate dalle varie norme EN di riferimento. Le unità di misura sono quelle relative al sistema internazionale, ovvero:

lunghezze: m

forze - coppie: kN

tensioni: MPa

Per quanto riguarda le convenzioni di segno, si considerano, in generale, positive le trazioni.

Convenzioni specifiche verranno riportate nel prosieguo della presente relazione.

Si farà riferimento, di norma, a sistemi di tipo cartesiano ortogonale, in cui, in generale, si ha piano x-y orizzontale, con x posto tangente al tracciato nel punto in esame ed asse z verticale.

In generale, per quanto riguarda le azioni interne nell'impalcato, salvo dove diversamente specificato, si indicherà con:

$F_x$  azione assiale

$F_y$  azione tagliante agente nel piano orizzontale

$F_z$  azione tagliante agente nel piano verticale

$M_x$  momento torcente

$M_y$  momento flettente agente nel piano verticale

$M_z$  momento flettente agente nel piano orizzontale

Le verifiche dell'impalcato verranno eseguite esclusivamente con riferimento alle caratteristiche  $F_x$ ,  $F_z$ ,  $M_y$ , dal momento che risultano non significativi i contributi  $F_y$ ,  $M_x$  ed  $M_z$ .

In particolare, per le sollecitazioni verrà impiegata anche la seguente notazione alternativa:

M ( $M_f$ ) in luogo di  $M_y$

V in luogo di  $F_z$

T in luogo di  $M_x$

Nell'ambito dell'adozione del sistema di riferimento elementare, si precisa che le azioni flettenti di trave sono da intendersi:

- POSITIVE: se le fibre tese sono rivolte all'estradosso trave

- NEGATIVE: se le fibre tese sono rivolte all'intradosso trave

## **2. Impostazione delle analisi e delle verifiche**

### **2.1 Analisi della struttura**

Le fasi realizzative dell'impalcato prevedono, a valle della preliminare demolizione dei cordoli, della soletta esistente per le porzioni individuate in progetto e della realizzazione delle nuove spalle, il posizionamento delle travi in c.a.p. e la successiva realizzazione della soletta in c.a., gettata in opera con l'ausilio di lastre prefabbricate. Segue quindi la realizzazione della connessione tra la porzione di impalcato pre-esistente e quella di nuova costruzione e la messa in opera del pacchetto stradale definitivo e degli arredi.

Dal punto di vista dell'analisi strutturale globale, si procede in maniera semplificata a simulare le fasi ora descritte, studiando, per l'impalcato esistente e per quello in allargamento, le fasi di vita riassunte nella tabella riportata di seguito.

La variazione delle caratteristiche geometriche degli elementi strutturali e dei vincoli tra le porzioni costituenti gli impalcati è presa in conto attraverso cinque differenti modelli numerici.

I risultati di ciascuno dei cinque modelli, ognuno dei quali coglie una specifica configurazione della struttura coi relativi vincoli e carichi agenti, vengono sovrapposti linearmente nel modello denominato "base" e combinati secondo le indicazioni di normativa.

Con riferimento a quanto anticipato nei paragrafi precedenti, le strutture in studio sono costituite da impalcati a una o più campate indipendenti. Lo schema statico è sempre di semplice appoggio e non vi sono impalcati in curva.

Per la realizzazione delle solette in allargamento e il rinforzo delle esistenti, qualora necessario, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo a ritiro compensato.

In virtù di quanto sopra, nello studio degli impalcati si trascurano tutte le azioni agenti nel piano degli stessi, siano esse di origine statica o sismica.

Nei modelli agli E.F. si trascurano inoltre gli effetti di lungo termine, sia in termini di variazione delle caratteristiche dei materiali, sia in termini di coazioni, in quanto gli schemi statici degli impalcati sono tali da non indurre significativi effetti iperstatici.

Le sollecitazioni trasmesse alle sottostrutture e agli appoggi dagli impalcati, in termini di componenti orizzontali statiche e sismiche, si determinano "a parte" con analisi indipendente per i cui dettagli si rimanda alle relazioni relative alle spalle e alle pile, nelle quali sono anche esplicitate le valutazioni relative ai ritegni sismici.

Le caratteristiche geometriche ed inerziali delle travi principali e dei traversi sono determinate direttamente dal software di calcolo agli E.F. una volta inserita la geometria, ad eccezione della rigidità torsionale delle travi nuove ( $I_{xx}$ ) calcolata con file a latere per tenere conto dell'effetto irrigidente dato dalla solidarizzazione con la soletta, che genera una sezione a cassoncino chiuso (trave e soletta).

### MODELLAZIONE A PIASTRA NERVATA CON SOLETTA ISOTROPA:

L'impalcato viene modellato come piastra nervata composta da travi principali e traversi (elementi beam) aventi la sezione della sola trave in CAP e del traverso (per la parte intradossata) e la soletta è simulata con elementi shell.

La collaborazione tra le travi e la soletta è colta attraverso la connessione tra gli elementi beam (lungo il loro sviluppo longitudinale) e gli elementi shell soprastanti.

Detti elementi shell (soletta) hanno caratteristiche isotrope e sono in grado di agire, secondo la loro reale rigidezza, sia in direzione trasversale rispetto all'asse delle travi, ripartendo i carichi esterni e collegando tra loro le travi principali, sia a livello membranale, ricreando, assieme agli elementi "beam" sottostanti, il comportamento dell'insieme trave-soletta collaborante.

Le sollecitazioni flettenti, agenti sull'insieme "trave-soletta collaborante", si ottengono direttamente dal programma agli E.F. sulla base dell'ipotesi di sezione "trave-soletta" auto-equilibrata assialmente (valida in presenza di connessione lineare soletta-trave lungo l'intero sviluppo), quale somma della caratteristica flettente direttamente agente sull'elemento beam e dell'azione assiale moltiplicata per la distanza tra il baricentro della beam e il piano medio della soletta.

L'azione tagliante e torcente significativa è invece quella afferente all'elemento beam in oggetto.

Con riferimento ai dettami normativi (NTC 2008) in merito alla verifica delle strutture esistenti, nel seguito si considereranno significative le sole combinazioni SLU agli stati limite ultimi.

Per semplicità si ometterà quindi di simulare le fasi realizzative dell'impalcato esistente in quanto, per quest'ultimo, risultano significative le sole caratteristiche di resistenza e sollecitazione relative allo stato limite ultimo citato.

Di seguito si riassumono in forma tabellare le principali assunzioni utilizzate nell'implementazione dei cinque modelli numerici:

Modello (-)	Azioni su impalcato <b>Esistente</b> (-)	Azioni su impalcato <b>Nuovo</b> (-)	Note (-)
Mod1	La struttura "nasce" intera nella configurazione attuale. Travi, traversi e solette hanno le caratteristiche di materiale e geometriche reali. Si considera forfettariamente presente un carico distribuito uniforme pari a 10 cm di pacchetto stradale.	La struttura ha le sole travi in CAP resistenti e sollecitate dal peso proprio e dal peso della soletta non collaborante di competenza (attribuito quale carico di linea determinato preliminarmente).	Per la struttura esistente si assume, per semplicità, la configurazione attuale come quella a demolizioni avvenute (demolizione parziale della soletta nella zona di interfeccia con l'allargamento)
Mod2	Inserisco il peso del getto in calcestruzzo relativo al sovrappessore strutturale, ove previsto. Applico sulla trave prossima alla struttura nuova il carico relativo a metà della larghezza della fascia di sutura.	Attivo la soletta nuova (ad esclusione della fascia di sutura di 50 cm di larghezza), attivo i traversi ed il loro peso. Applico sulla trave prossima alla struttura esistente il carico relativo a metà della larghezza della fascia di sutura.	
Mod3	Inserisco dei vincoli fittizi a terra "di cerniera lineare" in corrispondenza agli assi delle travi e dei traversi. Attivo interamente la soletta con lo spessore strutturale di fine intervento (eventuale sovrappessore strutturale, dove previsto). Applico il peso proprio sugli elementi shell. Per minimizzare l'azione sulle travi e traversi, attribuisco loro un materiale fittizio con modulo di elasticità basso.	Inserisco dei vincoli a terra "di cerniera lineare" in corrispondenza agli assi delle travi e dei traversi. Attivo interamente la soletta con lo spessore strutturale di fine intervento (inclusa la fascia di sutura). Applico il peso proprio sugli elementi shell. Per minimizzare l'azione sulle travi e traversi, attribuisco loro un materiale fittizio con modulo di elasticità basso.	Tale modello serve per cogliere l'azione del peso proprio della soletta su quest'ultima al fine di poter trattare l'intera analisi dell'impalcato (travi - traversi - soletta) con un unico modello "Base". Si assume quindi l'ipotesi che le coppelle non diano un contributo resistente nei confronti del peso proprio del getto durante la vita di servizio dell'opera.
Mod4	Applico sulla struttura il peso del "delta spessore del pacchetto", al fine di ottenere il valore pieno del carico di progetto. Applico tutti i carichi permanenti portati relativi alla vestizione dell'impalcato (cordoli, barriere...).	Applico sulla struttura lo spessore del pacchetto stradale in progetto. Applico tutti i carichi permanenti portati (cordoli, barriere...). Si attiva la connessione della zona di sutura che collega i due impalcati (esistente e nuovo).	
Mod5	Analisi sotto l'effetto dei carichi da traffico.	Analisi sotto l'effetto dei carichi da traffico.	Si trascurano le azioni orizzontali statiche e sismiche (frenatura, vento, sisma). Si trascurano gli effetti di temperatura, ritiro...
Base	Si sovrappongono le azioni proprie dei modelli precedenti e si implementano le combinazioni di verifica.		

Per chiarezza si esplicita quanto riassunto in tabella relativamente al modello n. 3 (Mod3) che, come anticipato, ha lo scopo di cogliere gli effetti sulla sola soletta del peso proprio della stessa. Per ottenere il risultato voluto senza gravare doppiamente le travi in CAP del peso proprio della soletta, in questo modello si inseriscono dei vincoli fittizi sui quali converge il peso del getto, consentendo di coglierne i soli effetti sulla soletta stessa.

L'effetto globale del peso proprio della soletta sulle travi e appoggi è affidato al modello n. 02 (Mod.2) nel quale la soletta non è ancora efficace in quanto non "matura".

Si palesa inoltre che:

- Si è adottato, per semplicità e a favore di sicurezza, l'attuale spessore medio del pacchetto stradale sugli impalcati pari a 0.10 m. Lo spessore medio ad intervento effettuato è stato invece assunto di 0.20 m. Con riferimento alla necessità di garantire la pendenza trasversale sulle carreggiate e al conseguente spessore del sottofondo del nuovo pacchetto di pavimentazione, è necessario utilizzare, per il sottofondo, del calcestruzzo alleggerito avente peso specifico inferiore a  $16 \text{ kN/m}^3$ .
- Analisi dell'impalcato sotto l'effetto dei carichi mobili è stata eseguita "a strutture connesse". (schemi di carico 1 - TS ed UDL, folla)
- Le disposizioni di verifica dei carichi variabili sono state individuate attraverso l'ottimizzatore presente nel programma di calcolo agli E.F. (TLO). In particolare, dopo aver individuato le sezioni significative di verifica per ciascuna famiglia di elementi strutturali (le travi principali, i traversi, le solette esistenti e nuove, incluse le fasce di sutura tra le due), si sono associate a ciascuna le caratteristiche di sollecitazione significative da massimizzare/minimizzare. Attraverso il TLO e con procedura basata sulla determinazione delle linee/superfici di influenza, il software ha automaticamente disposto i carichi variabili in modo da ottenere l'effetto più severo di volta in volta ricercato sull'impalcato o sugli appoggi, nel rispetto dei vincoli di normativa.

In conclusione, la modellazione implementata consente di ripercorrere per fasi cronologiche lo sviluppo delle sollecitazioni gravanti sugli elementi strutturali dell'orditura principale e secondaria, oltre che sulla soletta, della porzione di impalcato in allargamento.

Tutti i carichi agenti sulla struttura sono stati attribuiti secondo una suddivisione in Loadcase elementari, valida per ciascun modello. (Mod 1-5).

Ogni singolo modello vede la presenza di due Loadcase, denominati "Mi-GK1", "Mi-GK2".

Al primo si attribuiscono tutti i carichi riconducibili ai pesi propri degli elementi strutturali, al secondo quelli indotti dalla presenza di carichi permanenti portati non strutturali. Nel modello Mod5 si implementa l'analisi dei carichi da folla (M5-Q5) e da traffico veicolare.

A posteriori è quindi ricostruibile l'azione indotta sulla struttura per effetto dei (soli e tutti) pesi propri di elementi strutturali (fase 1), dei (soli e tutti) carichi permanenti non strutturali (fase 2) e dei variabili da traffico (fase 3). Con questi dati è possibile ricostruire le sollecitazioni da attribuire a ciascuno step di costruzione dell'opera per le verifiche tensionali e fessurative nel CAP, nei traversi e in soletta.

Si evidenzia che i singoli modelli numerici (1-5) non sono immediatamente associabili alle tre fasi di vita della struttura (1 - soletta non collaborante, 2- struttura ultimata e azione dei carichi permanenti di lungo periodo, 3 - effetto dei carichi variabili) come sopra riassunte.

## 2.2 Studio interazione impalcato/sottostrutture

Come anticipato nei capitoli precedenti, lo schema statico caratterizzante la struttura consente di implementare analisi separate per i singoli impalcati e per le sottostrutture, a partire dalla quota dei baggioli verso le fondazioni.

Il presente documento dettaglia quanto sviluppato in merito agli impalcati, fino all'individuazione delle sollecitazioni agenti sugli appoggi in termini di componenti verticali.

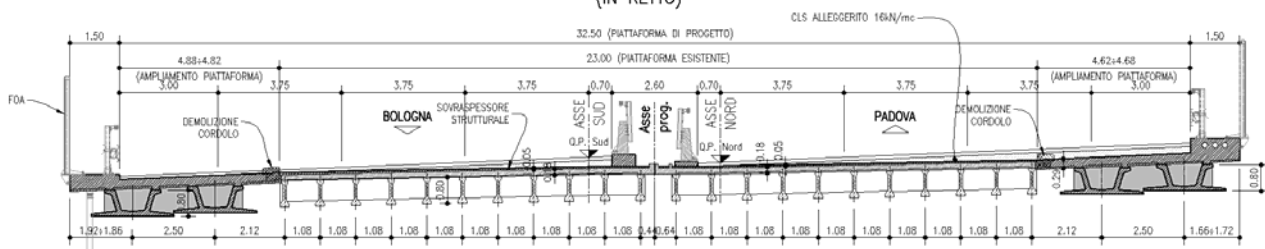
Per le valutazioni inerenti le strutture sottostanti, a partire dalle azioni orizzontali sugli appoggi (statiche e sismiche) e sui ritegni sismici, sulle spalle, le pile e le fondazioni si rimanda alle relazioni dedicate.

## 2.3 Caratteristiche delle sezioni dell'impalcato

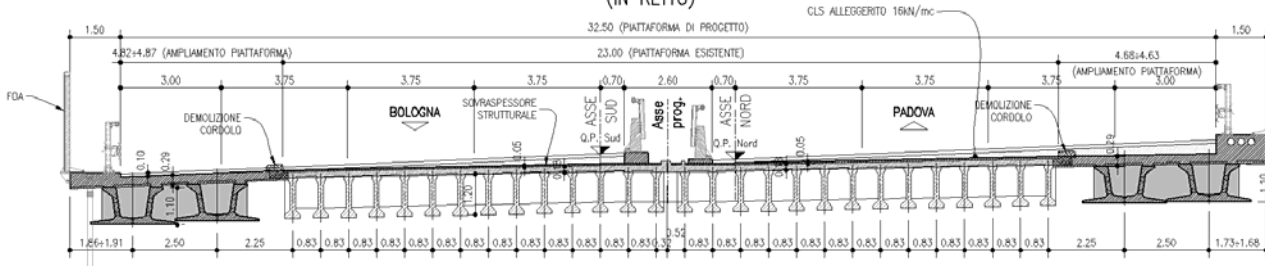
L'opera presenta tre campate di luce (interasse appoggi) pari a  $L_1= 10.35$  m,  $L_2= 23.30$  m e  $L_3= 13.60$  m.

La nuove travi principali presentano sezione geometrica differente nelle tre campate ma medesimo interasse,  $i_{TRAVI}=2.50$  m.

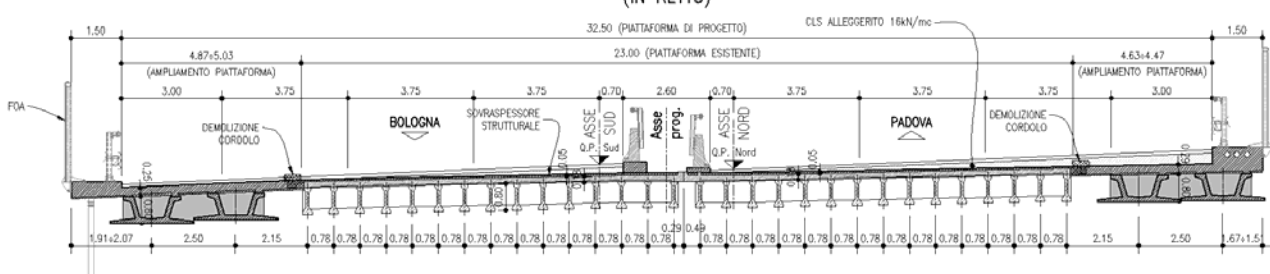
SEZIONE TRASVERSALE TIPO – CAMPATA LATERALE LATO BO (IN RETTO) scala (1:100)



SEZIONE TRASVERSALE TIPO – CAMPATA CENTRALE (IN RETTO) scala (1:100)



SEZIONE TRASVERSALE TIPO – CAMPATA LATERALE LATO PD (IN RETTO) scala (1:100)

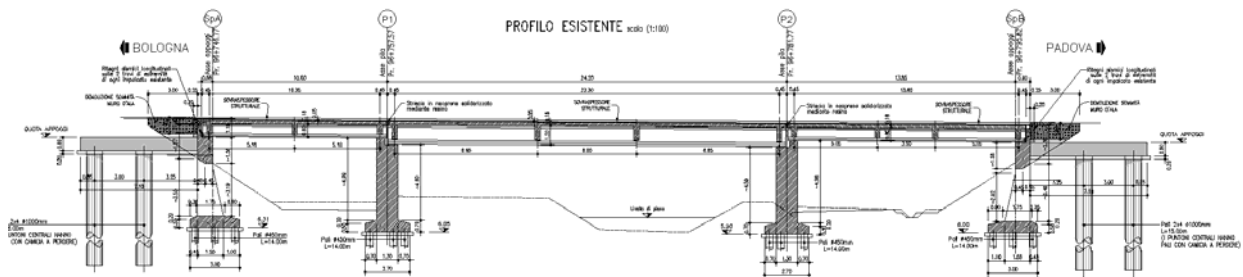


Sezioni trasversali allargate



### 2.3.1 Impalcato esistente

Le informazioni geometriche e quelle relative alle armature che si utilizzano nelle analisi e nelle verifiche sono tratte dal progetto di archivio.



Profilo longitudinale impalcato esistente

Le campate sono tra loro indipendenti e la continuità del piano viario è garantita dalla presenza di giunti trasversali.

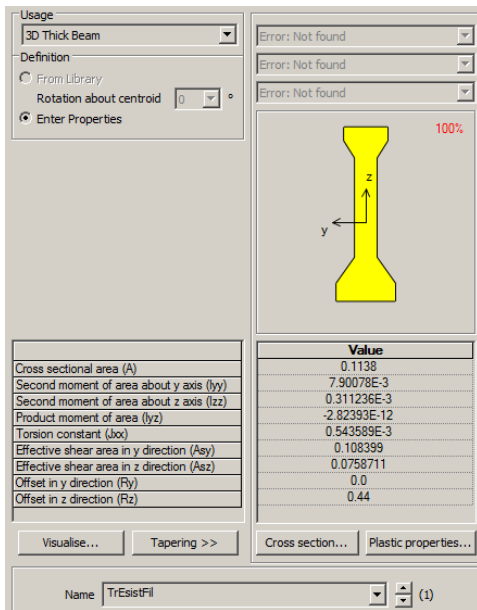
#### 2.3.1.1 Caratteristiche geometriche delle travi e dei traversi

Le analisi vengono implementate assumendo le sezioni lorde degli elementi strutturali principali e secondari al netto della soletta che, nelle fasi in cui risulta attiva, è simulata dall'effetto flessionale e membranale degli elementi tipo "shell".

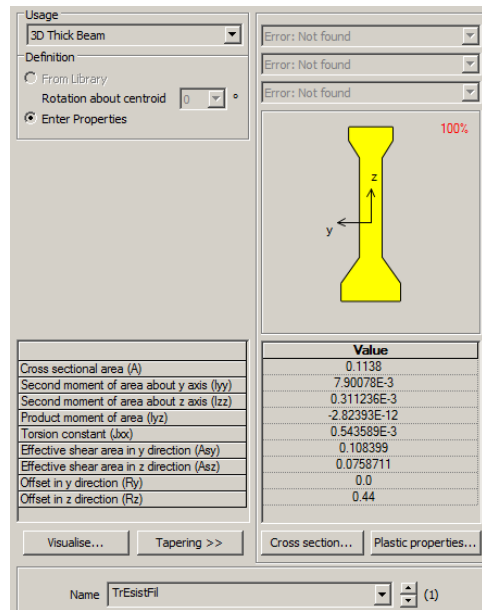
Nelle tabelle seguenti estratte dal database del software agli E.F. le unità di misura utilizzate sono il m, il m<sup>2</sup>, il m<sup>3</sup> e il m<sup>4</sup>.

#### Trave principale:

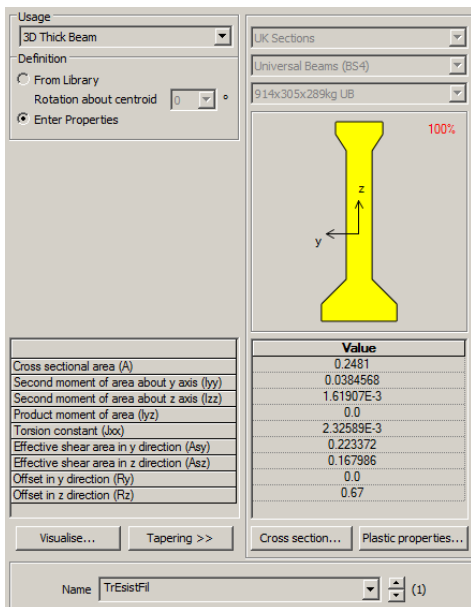
Le travi principali presentano sezione unica per l'intero sviluppo longitudinale.



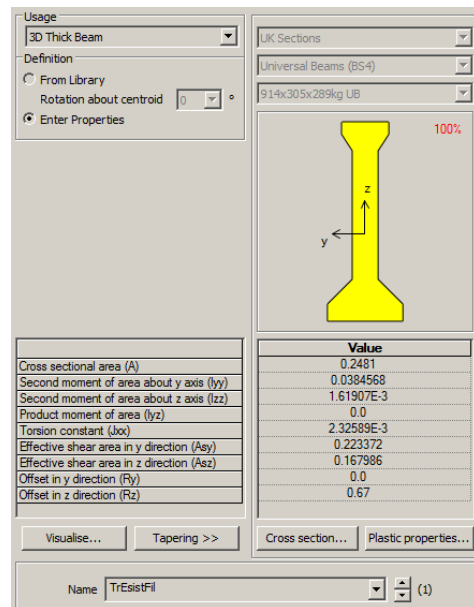
Sezione di estremità BO-PD



Sezione in campata BO-PD



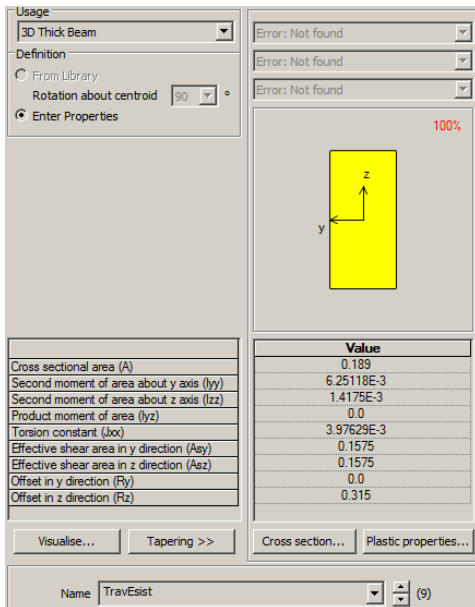
Sezione di estremità Centrale



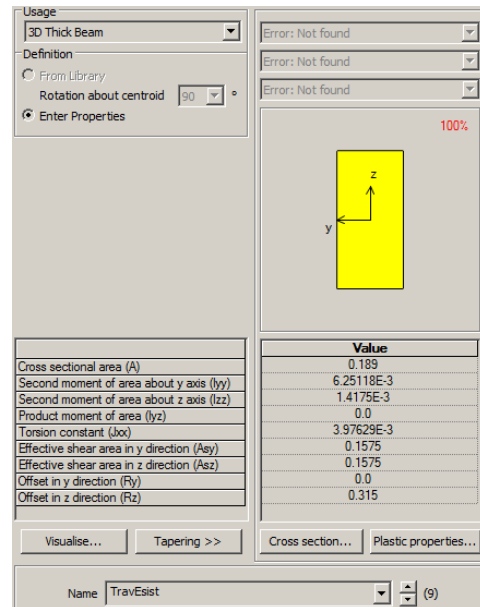
Sezione in campata Centrale

**Traversi:**

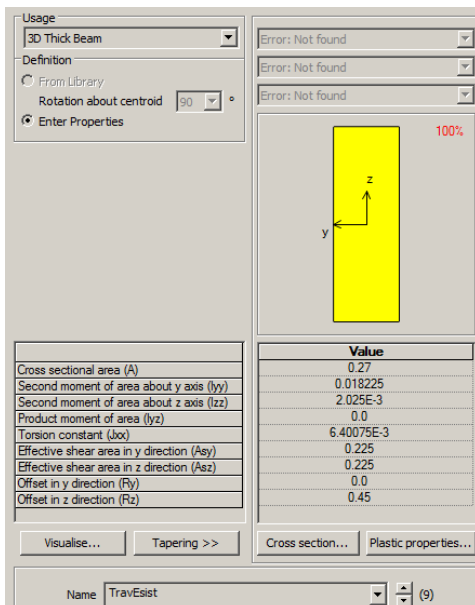
Sono presenti quattro traversi per ciascuna campata di cui due allineati con gli assi appoggi. Si ricorda che, con riferimento alla modellazione dettagliata nei paragrafi precedenti, gli elementi "beam" simulano la sola porzione di traverso a partire dalla quota di intradosso della soletta fino al filo inferiore della sezione resistente.



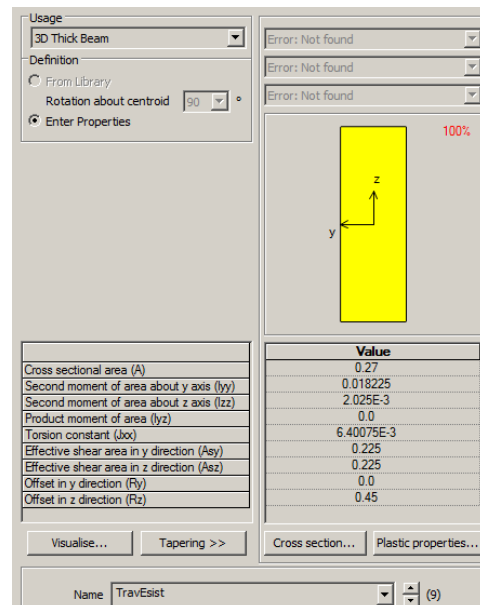
Traverso di estremità BO-PD



Traverso di campata BO-PD



Traverso di estremità Centrale

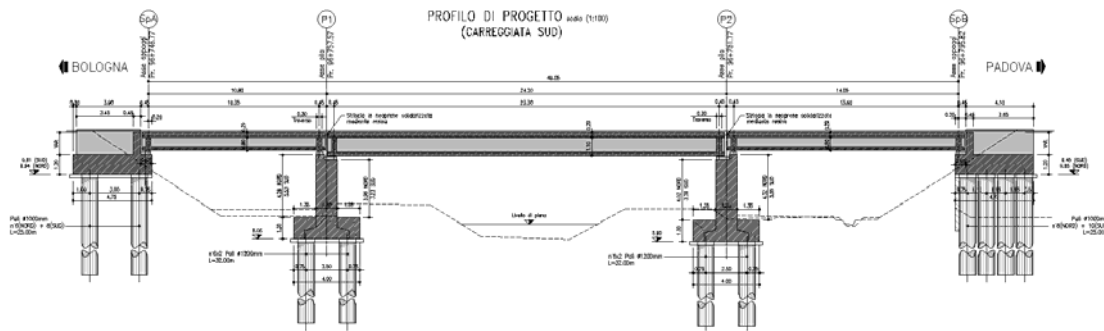


Traverso di campata Centrale

La sezione dei traversi è di 0.30 x 0.63 m per le campate laterali e 0.30 x 0.90 m per quella centrale e sono connessi alla soletta.

### 2.3.2 Impalcato nuovo in allargamento

Si rimanda agli elaborati progettuali per maggiori dettagli relativi alle caratteristiche geometriche che si utilizzano nelle analisi e nelle verifiche.



Profilo longitudinale impalcato nuovo

Le campate sono tra loro indipendenti e la continuità del piano viario è garantita dalla presenza di giunti trasversali.

### 2.3.2.1 Caratteristiche geometriche delle travi e dei traversi

Le analisi vengono implementate assumendo le sezioni lorde degli elementi strutturali principali e secondari al netto della soletta che, nelle fasi in cui risulta attiva, è simulata dall'effetto flessionale e membranale degli elementi tipo "shell".

Le caratteristiche inerziali delle sezioni resistenti sono calcolate in automatico dal programma agli EF ad eccezione della rigidità torsionale delle travi nuove che, una volta solidarizzate alla soletta, realizzano una sezione a cassoncino chiuso monocellulare con rigidità torsionale elaborata con apposito foglio di calcolo e inserita a posteriori nel software di calcolo.

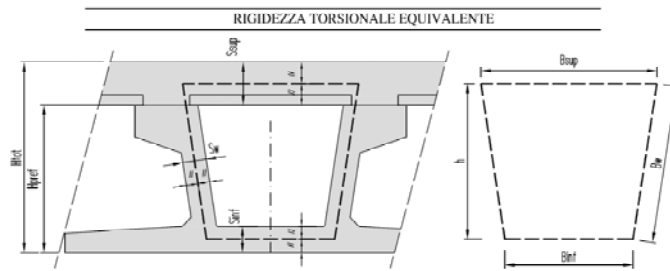
Nelle tabelle seguenti estratte dal database del software agli E.F. le unità di misura utilizzate sono il m, il m<sup>2</sup>, il m<sup>3</sup> e il m<sup>4</sup>.

#### Trave principale:

Le travi principali presentano sezione ringrossata nel tratto terminale delle stesse.

La rigidità torsionale delle travi nuove con la soletta collaborante è calcolata secondo le formule di letteratura con riferimento a sezioni monocellulari chiuse, tenendo in conto le caratteristiche del calcestruzzo della soletta omogeneizzato a quello della trave in CAP.

**Rigidezza torsionale equivalente (cassoncini a parete sottile):**



Materiali:

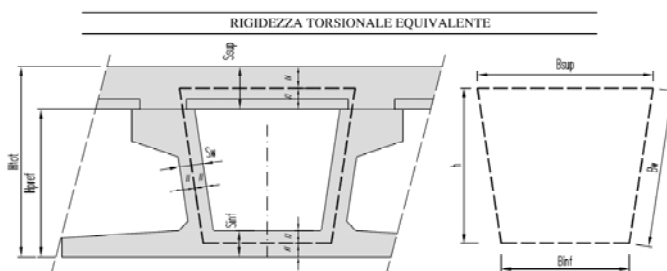
	f <sub>ck</sub> (Mpa)	E (Mpa)	v (-)	G (Mpa)
Trave	45	36283	0.2	15118
Getto soletta-Traversi	35	34077	0.2	14199

Geometria della sezione:

	Soletta			Trave Pref.				Rigidezza torsionale	
	S <sub>SUP</sub> (m)	S* <sub>SUP</sub> (m)	B <sub>SUP</sub> (m)	S <sub>INF</sub> (m)	B <sub>INF</sub> (m)	S <sub>W</sub> (m)	H <sub>PREF</sub> (m)	K (m <sup>4</sup> )	K/2 (m <sup>4</sup> )
UH80-N_TESTA	0.29	0.27	1.17	0.19	0.664	0.28	0.8	0.17205	0.08602
UH80-N_FILANTE	0.29	0.27	1.32	0.14	0.795	0.14	0.8	0.14527	0.07264

*Travi campate laterali*

**Rigidezza torsionale equivalente (cassoncini a parete sottile):**



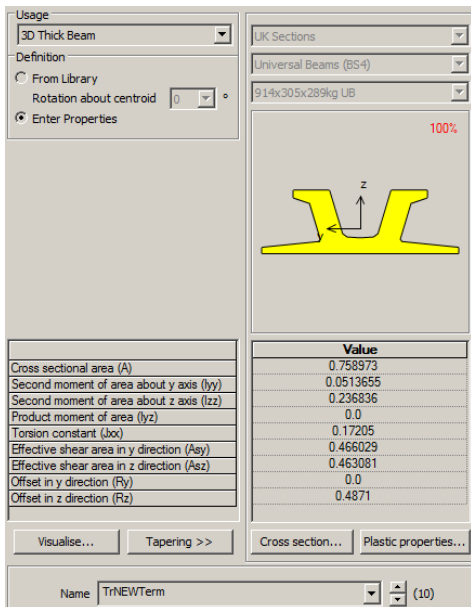
Materiali:

	f <sub>ck</sub> (Mpa)	E (Mpa)	v (-)	G (Mpa)
Trave	45	36283	0.2	15118
Getto soletta-Traversi	35	34077	0.2	14199

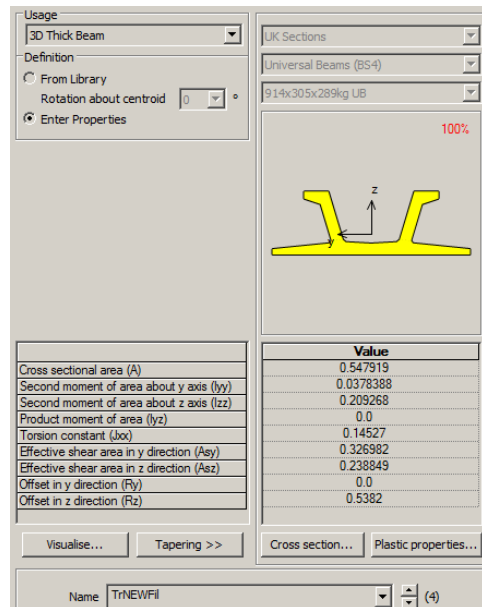
Geometria della sezione:

	Soletta			Trave Pref.				Rigidezza torsionale	
	S <sub>SUP</sub> (m)	S* <sub>SUP</sub> (m)	B <sub>SUP</sub> (m)	S <sub>INF</sub> (m)	B <sub>INF</sub> (m)	S <sub>W</sub> (m)	H <sub>PREF</sub> (m)	K (m <sup>4</sup> )	K/2 (m <sup>4</sup> )
UH110-TESTA	0.26	0.24	1.048	0.19	0.715	0.278	1.1	0.24553	0.12276
UH110-FILANTE	0.26	0.24	1.187	0.19	0.85	0.14	1.1	0.20777	0.10389

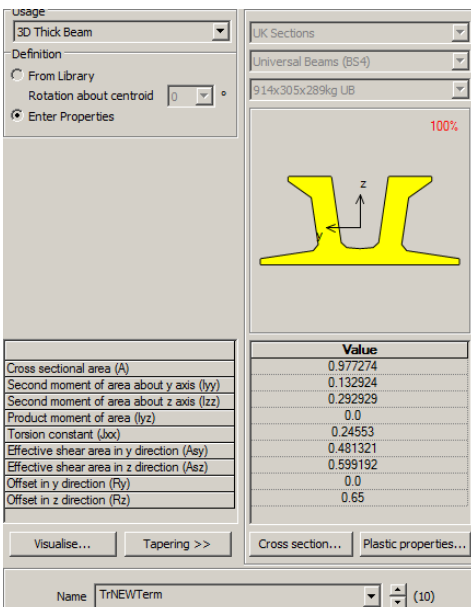
*Travi campate centrali*



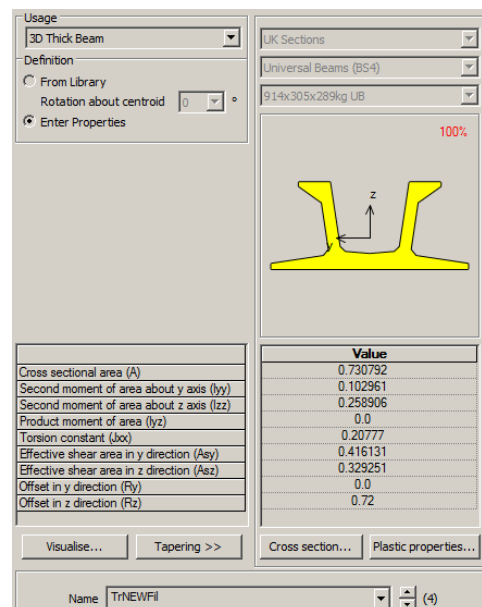
Sezione di estremità BO-PD



Sezione in campata BO-PD



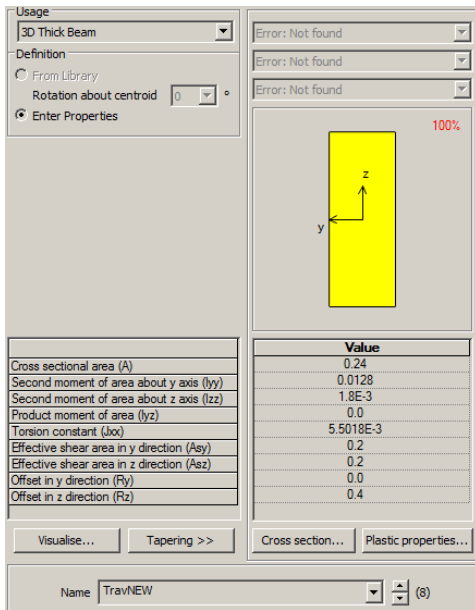
Sezione di estremità Centrale



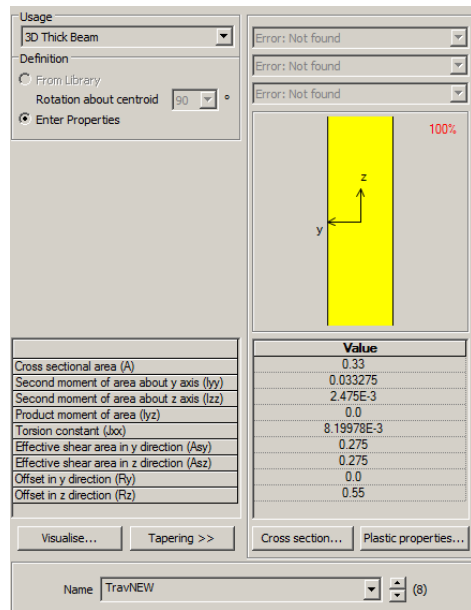
Sezione in campata Centrale

**Traversi:**

Sono presenti due traversi per ciascuna campata allineati con gli assi appoggi. Si ricorda che, con riferimento alla modellazione dettagliata nei paragrafi precedenti, gli elementi "beam" simulano la sola porzione di traverso a partire dalla quota di intradosso della soletta fino al filo inferiore della sezione resistente.



Traverso di estremità BO-PD



Traverso di estremità Centrale

La sezione dei traveri è assunta pari a 0.30 x 0.80 m per le campate laterali e 0.30 x 1.10 m per quella centrale; si considera l'interazione della porzione gettata in opera con l'ala delle travi prefabbricate che fungono da contenimento inferiore del getto. L'inerzia è quindi determinata assumendo l'altezza pari a quella della trave in CAP. I traveri sono connessi alla soletta.

### 3. Analisi dei carichi

Di seguito si riporta la descrizione dei vari contributi di carico presi in esame ai fini dell'analisi della struttura principale dell'impalcato e della soletta.

Nel seguito si distinguono i singoli carichi agenti in ciascuna delle tre principali fasi che identificano cronologicamente la realizzazione e l'esercizio del manufatto.

Si ricorda che la variazione delle caratteristiche degli impalcati e dei carichi agenti, già descritta ed ottenuta attraverso l'implementazione dei cinque modelli numerici, non si relaziona direttamente con le fasi seguenti ma consente di simularne tutti gli effetti attraverso le combinazioni sviluppate nel modello "Base".

#### 3.1 Carichi agenti in fase 1

Questa fase identifica il momento successivo al varo delle travi prefabbricate, a valle del posizionamento delle predalles e dell'armatura della soletta e nell'istante immediatamente successivo al completamento del getto della soletta. Si ha quindi l'effetto di tutti i pesi propri degli elementi strutturali senza però che vi sia efficacia della soletta e dei traversi, il cui calcestruzzo deve ancora maturare.

##### 3.1.1 Pesi propri ( $G_{k1}$ )

Il peso dei vari elementi strutturali prefabbricati in c.a.p., della soletta, dei traversi e della coppella è stato conteggiato con riferimento ad un peso specifico convenzionale di  $25.00 \text{ kN/m}^3$  e con riferimento alla geometria dei singoli elementi.

Sono attivi in questa fase i seguenti carichi principali:

- PP Travi in CAP
- PP Traversi
- PP Soletta

#### 3.2 Carichi agenti in fase 2

##### 3.2.1 Sovraccarichi permanenti ( $G_{k2}$ )

Sono attivi in questa fase i seguenti carichi principali:

- Il sovrappessore strutturale applicato ad estradosso della soletta esistente (ove previsto)
- Il pacchetto di pavimentazione esistente e nuovo
- I cordoli corredati di barriere FOA e/o di sicurezza (ove presenti)
- Gli elementi di arredo dell'opera (velette, canali,...)



### 3.3 Carichi agenti in fase 3

Come anticipato nei paragrafi precedenti, la presente relazione mira alla verifica e al dimensionamento della sola porzione di struttura afferente agli impalcati. In virtù di questa assunzione e dello schema statico degli impalcati che risulta privo di significativi effetti iperstatici, è possibile trascurare le azioni indotte dalla temperatura e dai carichi agenti in generale con direzione complanare alla soletta (vento, forza centrifuga e frenatura). Queste azioni, necessarie per il corretto dimensionamento dei giunti, degli apparecchi di appoggio e delle sottostrutture, sono trattate con analisi indipendente nelle relazioni di calcolo dedicate alle spalle/pile ed alle fondazione, alle quali si rimanda per maggiori dettagli.

#### 3.3.1 Carichi mobili ( $Q_k$ )

Si seguono le disposizioni contenute in EN 1991-2. capp.4/5 + NAD (NTC-08 cap. 5.1.3.3.5) con riferimento a ponti di I categoria.

La presenza del carico da traffico viene disposta sull'impalcato in modo tale da massimizzare le linee/superfici di influenza del momento flettente e del taglio nelle travi, nei traversi e in soletta, compresa la porzione di sutura che funge da connessione tra la struttura esistente e quella in progetto. I sistemi di carico considerati sono quelli previsti dalla normativa e in particolare di tipo TS, UDL, folla concomitante.

In generale, sull'intera larghezza fisica della carreggiata delimitata dai cordoli in c.a., si disporrà il massimo numero di corsie di carico, di larghezza convenzionale pari a 3.00 m, che inducano un incremento dell'effetto agente sulla sezione strutturale in verifica. Si considera inoltre agente, quando penalizzante, un carico da folla di potenza = 2.50 kN/m<sup>2</sup> – Schema 5 (folla compatta). (Ai fini del calcolo delle sollecitazioni nella statica globale si considera il Load Model 1).

#### Load model 1

Il Load Model 1 è formato da carichi concentrati (TS) e distribuiti (UDL), posizionati su corsie convenzionali di carico di ampiezza massima pari a 3.00 m, unitamente al carico  $q_{rk}$ , posizionato rispettivamente sui marciapiedi laterali con il valore proprio di combinazione.

Le corsie verranno denominate secondo le convenzioni di norma, partendo dalla più "pesante" detta "corsia 1".

Ai fini delle verifiche dell'impalcato si considera il carico TS e UDL, riferendo le rispettive intensità a quanto riportato in tabella.

Location	Tandem system TS	UDL system
	Axle loads $Q_{ik}$ (kN)	$q_{ik}$ (or $q_k$ ) (kN/m <sup>2</sup> )
Lane Number 1	300	9
Lane Number 2	200	2,5
Lane Number 3	100	2,5
Other lanes	0	2,5
Remaining area ( $q_{ik}$ )	0	2,5

Il posizionamento dei carichi TS e la segmentazione delle stese di carico UDL viene effettuato mediante una apposita procedura automatica (T.L.O.) prevista dal pacchetto ad elementi finiti, che procede a posizionare i carichi, data la posizione delle “kerbs” laterali, sulle superfici di influenza appositamente predisposte.

#### 3.3.1.1 Verifica delle travi e dei traversi

Per l'analisi delle strutture principali si effettua la massimizzazione/minimizzazione delle seguenti caratteristiche di sollecitazione:

- Momento flettente nella mezzeria delle travi principali per l'impalcato esistente e per l'allargamento
- Azione tagliante nella sezione di estremità e in quella di fine ringrosso (ove presente) per le travi principali dell'impalcato esistente e dell'allargamento
- Momento flettente nelle sezioni in campata dei traversi dell'impalcato esistente
- Azione verticale sugli appoggi per le travi principali dell'impalcato esistente e dell'allargamento

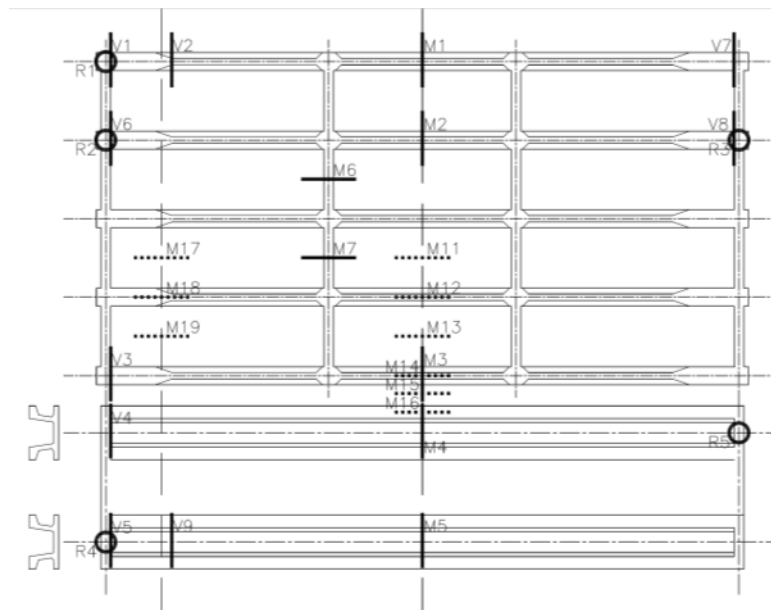
#### 3.3.1.2 Verifiche in soletta

Per l'analisi delle solette si effettua la massimizzazione/minimizzazione delle seguenti caratteristiche di sollecitazione:

- Momento flettente in campata in corrispondenza all'intersezione con le travi principali e a metà della loro distanza reciproca per l'impalcato esistente e nella zona di connessione con la struttura in allargamento
- Momento flettente a circa un ottavo della luce o lungo la sezione di fine ringrosso delle travi (ove presente) in corrispondenza all'intersezione con le travi principali e a metà della loro distanza reciproca, per l'impalcato esistente

Si sono previste sezioni di verifica mirate ad indagare le sollecitazioni agenti nella zona di sutura che risulta un punto di particolare criticità in quanto principale connessione tra l'impalcato esistente e quello in allargamento e di difficile realizzazione.

Di seguito lo schema qualitativo per l'individuazione della dislocazione e dell'orientamento delle sezioni di verifica e degli appoggi indagati.



Sezioni di verifica degli impalcati

Il significato della simbologia adottata è il seguente:

- Mi continua                      Campionamento della sollecitazione flettente in travi/traversi
- Vi continua                      Campionamento della sollecitazione tagliante in travi/traversi
- Ri                                      Campionamento della componente verticale negli appoggi
- Mi puntini                        Campionamento della sollecitazione flettente in soletta

### 3.4 Tabella esplicativa dei carichi agenti

Nel seguito si riassumono in forma tabellare i singoli carichi presi in conto in analisi, corredati di nomenclatura, tipologia di carico (pesi propri, permanenti portati e variabili) e modello sul quale sono stati applicati.

## 3.4.1 Campata lato Bologna

	<u>Carichi da Peso proprio:</u>	Nome Gruppo	Tipologia di	Modello di	Nome carico	Nome carico	b	h	Area	Peso	
		elementi	carico	implementazio	(-)	(-)	(m)	(m)	(mq)	(kN/mq)	(kN/m)
		(-)	(-)		(-)	(-)					
PP Esistente	Travi CAP esist_sez filante	TrEsistFil	GK1	M1	TrEsFil	M1_GK1_TrEsFil	-	-	0.1138		<b>2.85</b>
	Travi CAP esist_sez Terminale	TrEsistTerm	GK1	M1	TrEsTerm	M1_GK1_TrEsTerm	-	-	0.1138		<b>2.85</b>
	Trave esistente esterna (getto soletta)	TrEsistEsterna	GK1	M1	SolEsTrEst	M1_GK1_SolEsTrEst	0.98	0.18	0.1764		<b>4.41</b>
	Trave esistente interna (getto soletta)	TrEsistInterna	GK1	M1	SolEsTrInt	M1_GK1_SolEsTrInt	1.08	0.18	0.1944		<b>4.86</b>
	Trave esistente sutura (getto soletta)	TrEsistSutura	GK1	M1	SolEsTrSut	M1_GK1_SolEsTrSut	0.65	0.18	0.117		<b>2.93</b>
	Traversi esistenti_estremità	TravEstrEsist	GK1	M2	TravEsEstr	M2_GK1_TravEsEstr	0.3	0.63	0.189		<b>4.73</b>
	Traversi esistenti_intermedi	TravIntermEsist	GK1	M2	TravEsInt	M2_GK1_TravEsInt	0.3	0.63	0.189		<b>4.73</b>
	Soletta esistente	SolEsist	GK1	M3	SolEs	M3_GK1_SolEs	-	0.18	0.18		<b>4.50</b>
PP Allargamento	Travi CAP nuova_sez filante	TrNEWFil	GK1	M1	TrNFil	M1_GK1_TrNFil	-	-	0.5467		<b>13.67</b>
	Travi CAP nuova_sez Terminale	TrNEWTerm	GK1	M1	TrNTerm	M1_GK1_TrNTerm	-	-	0.752		<b>18.80</b>
	Trave nuova esterna (getto soletta)	TrNEWEsterna	GK1	M1	SolNEWTrEst	M1_GK1_SolNEWTrEst	3.17	0.29	0.9193		<b>22.98</b>
	Trave nuova interna (getto soletta)	TrNEWInterna	GK1	M1	SolNEWTrInt	M1_GK1_SolNEWTrInt	2.5	0.29	0.725		<b>18.13</b>
	Trave nuova sutura (getto soletta)	TrNEWSutura	GK1	M1	SolNEWTrSut	M1_GK1_SolNEWTrSut	2.76	0.29	0.8004		<b>20.01</b>
	Traversi nuovi_estremità	TravEstrNEW	GK1	M2	TravNEstr	M2_GK1_TravNEstr	0.3	0.8	0.24		<b>6.00</b>
	Traversi nuovi_intermedi	TravIntermNEW	GK1	M2	TravNInt	M2_GK1_TravNInt	-	-	0		<b>0.00</b>
	Soletta nuova	SolNEW	GK1	M3	SolN	M3_GK1_SolN	-	0.29	0.29		<b>7.25</b>
	PP Soletta sutura	SolSUTURA	GK1	M3	SolSut	M3_GK1_SolSut	-	0.29	0.29		<b>7.25</b>

	<b>Carichi da Permanenti Portati:</b>				Nome carico (-)	b (m)	h (m)	Area (mq)	Peso		
	Punto inserimento (-)	tipologia di carico (-)	Modello di implementazio	(kN/mq)					(kN/m)		
Perm. portati	Sovrasp. Strutturale soletta esistente*	PuntoPatch	GK1	M2	SovrStrutt	M2_GK1_SovrStrutt	-	0.05	0.05	<b>1.25</b>	
	Cordolo 1	PuntoPatch	GK2	M4	Cord1	M4_GK2_Cord1	-	0.25	0.25	<b>6.25</b>	
	Cordolo 2	PuntoPatch	GK2	M4	Cord2	M4_GK2_Cord2	-	0.25	0.25	<b>6.25</b>	
	Pacchetto pavimentazione attuale	PuntoPatch	GK2	M2	PavEsist	M2_GK2_PavEsist	-	0.1	0.1	<b>2.20</b>	
	Δs Pacchetto pavimentazione Esistente	PuntoPatch	GK2	M4	DeltaPavEsist	M4_GK2_DeltaPavEsist	-	0.1	0.1	<b>2.20</b>	
	Pacchetto pavimentazione definitivo NEW	PuntoPatch	GK2	M4	PavDef	M4_GK2_PavDef	-	0.2	0.2	<b>4.40</b>	
	Newjersey CLS	PuntoPatch	GK2	M4	NJ	M4_GK2_NJ	-	-	-	<b>12.40</b>	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Velette	PuntoPatch	GK2	M4	Vel	M4_GK2_Vel	0.05	0.75	0.0375	<b>0.94</b>	
	Barriere metalliche	PuntoPatch	GK2	M4	Barr	M4_GK2_Barr	-	-	-	<b>1.50</b>	
	FOA	PuntoPatch	GK2	M4	FOA	M4_GK2_FOA	-	-	-	<b>4.00</b>	
-	-	-	-	-	-	-	-	-			
PP Sutura	Trave esistente sutura (getto sutura)	TrEsistSutura	GK1	M2	SolSutTrSut	M2_GK1_SolSutTrSut	-	0.29	0.29	7.25	1.8125
	Trave nuova sutura (getto sutura)	TrNEWSutura	GK1	M2	SolSutTrSut	M2_GK1_SolSutTrSut	-	0.29	0.29	7.25	1.8125

\* Il peso del sovrappessore strutturale sulla soletta esistente è identificato tra i Pesì propri strutturali (Gk1)

<b>Carico da Folla:</b>	Punto inserimento	tipologia di carico	Modello di implementazio	Nome carico (-)	Nomi del Loadcase (-)	Peso	
	(-)	(-)				(kN/mq)	(kN/m)
Carico da folla sui marciapiedi	PuntoPatch	Q5	M5	Folla	M5_Q5_Folla	M5-Q5	<b>2.50</b>

Il carico variabile indotto dal traffico veicolare, viene generato e posizionato direttamente dal programma di calcolo secondo le modalità già descritte in precedenza.

## 3.4.2 Campata lato Padova

	<b>Carichi da Peso proprio:</b>	Nome Gruppo elementi	Tipologia di carico	Modello di implementazione	Nome carico	Nome carico Lusas	b	h	Area	Peso	
		(-)	(-)		(-)	(-)	(m)	(m)	(mq)	(kN/mq)	(kN/m)
PP Esistente	Travi CAP esist_sez filante	TrEsistFil	GK1	M1	TrEsFil	M1_GK1_TrEsFil	-	-	0.1138		<b>2.85</b>
	Travi CAP esist_sez Terminale	TrEsistTerm	GK1	M1	TrEsTerm	M1_GK1_TrEsTerm	-	-	0.1138		<b>2.85</b>
	Trave esistente esterna (getto soletta)	TrEsistEsterna	GK1	M1	SolEsTrEst	M1_GK1_SolEsTrEst	0.68	0.18	0.1224		<b>3.06</b>
	Trave esistente interna (getto soletta)	TrEsistInterna	GK1	M1	SolEsTrInt	M1_GK1_SolEsTrInt	0.78	0.18	0.1404		<b>3.51</b>
	Trave esistente sutura (getto soletta)	TrEsistSutura	GK1	M1	SolEsTrSut	M1_GK1_SolEsTrSut	0.53	0.18	0.0954		<b>2.39</b>
	Traversi esistenti_estremità	TravEstrEsist	GK1	M2	TravEsEstr	M2_GK1_TravEsEstr	0.3	0.63	0.189		<b>4.73</b>
	Traversi esistenti_intermedi	TravIntermEsist	GK1	M2	TravEsInt	M2_GK1_TravEsInt	0.3	0.63	0.189		<b>4.73</b>
	Soletta esistente	SolEsist	GK1	M3	SolEs	M3_GK1_SolEs	-	0.18	0.18		<b>4.50</b>
PP Allargamento	Travi CAP nuova_sez filante	TrNEWFil	GK1	M1	TrNFil	M1_GK1_TrNFil	-	-	0.5467		<b>13.67</b>
	Travi CAP nuova_sez Terminale	TrNEWTerm	GK1	M1	TrNTerm	M1_GK1_TrNTerm	-	-	0.752		<b>18.80</b>
	Trave nuova esterna (getto soletta)	TrNEWEsterna	GK1	M1	SolNEWTrEst	M1_GK1_SolNEWTrEst	3.32	0.29	0.9628		<b>24.07</b>
	Trave nuova interna (getto soletta)	TrNEWInterna	GK1	M1	SolNEWTrInt	M1_GK1_SolNEWTrInt	2.5	0.29	0.725		<b>18.13</b>
	Trave nuova sutura (getto soletta)	TrNEWSutura	GK1	M1	SolNEWTrSut	M1_GK1_SolNEWTrSut	2.76	0.29	0.8004		<b>20.01</b>
	Traversi nuovi_estremità	TravEstrNEW	GK1	M2	TravNEstr	M2_GK1_TravNEstr	0.3	0.8	0.24		<b>6.00</b>
	Traversi nuovi_intermedi	TravIntermNEW	GK1	M2	TravNInt	M2_GK1_TravNInt	-	-	0		<b>0.00</b>
	Soletta nuova	SolNEW	GK1	M3	SolN	M3_GK1_SolN	-	0.29	0.29		<b>7.25</b>
	PP Soletta sutura	SolSUTURA	GK1	M3	SolSut	M3_GK1_SolSut	-	0.29	0.29		<b>7.25</b>

	<b>Carichi da Permanenti Portati:</b>		Punto	Tipologia di carico	Modello di	Nome carico	b	h	Area	Peso	
	inserimento	(-)	(-)	implementazione	(-)					(m)	(m)
Perm. portati	Sovrasp. Strutturale soletta esistente*	PuntoPatch	GK1	M2	SovrStrutt	M2_GK1_SovrStrutt	-	0.05	0.05		1.25
	Cordolo 1	PuntoPatch	GK2	M4	Cord1	M4_GK2_Cord1	-	0.25	0.25		6.25
	Cordolo 2	PuntoPatch	GK2	M4	Cord2	M4_GK2_Cord2	-	0.25	0.25		6.25
	Pacchetto pavimentazione attuale	PuntoPatch	GK2	M2	PavEsist	M2_GK2_PavEsist	-	0.1	0.1		2.20
	Δs Pacchetto pavimentazione Esistente	PuntoPatch	GK2	M4	DeltaPavEsist	M4_GK2_DeltaPavEsist	-	0.1	0.1		2.20
	Pacchetto pavimentazione definitivo NEW	PuntoPatch	GK2	M4	PavDef	M4_GK2_PavDef	-	0.2	0.2		4.40
	Newjersey CLS	PuntoPatch	GK2	M4	NJ	M4_GK2_NJ	-	-	-		12.40
	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
	Velette	PuntoPatch	GK2	M4	Vel	M4_GK2_Vel	0.05	0.75	0.0375		0.94
	Barriere metalliche	PuntoPatch	GK2	M4	Barr	M4_GK2_Barr	-	-	-		1.50
FOA	PuntoPatch	GK2	M4	FOA	M4_GK2_FOA	-	-	-		4.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
PP Sutura	Trave esistente sutura (getto sutura)	TrEsistSutura	GK1	M2	SolSutTrSut	M2_GK1_SolSutTrSut	-	0.29	0.29	7.25	1.8125
	Trave nuova sutura (getto sutura)	TrNEWSutura	GK1	M2	SolSutTrSut	M2_GK1_SolSutTrSut	-	0.29	0.29	7.25	1.8125

\* Il peso del sovrappessore strutturale sulla soletta esistente è identificato tra i Pesì propri strutturali (Gk1)

<b>Carico da Folla:</b>	Punto inserimento carico/Nome gruppo	Tipologia di carico	Modello di implementazione	Nome carico	Nome carico	Nomi del Loadcase	Peso	
	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(kN/mq)	(kN/m)
Carico da folla sui marciapiedi	PuntoPatch	Q5	M5	Folla	M5_Q5_Folla	M5-Q5	2.50	

Il carico variabile indotto dal traffico veicolare, viene generato e posizionato direttamente dal programma di calcolo secondo le modalità già descritte in precedenza.

## 3.4.3 Campata Centrale

	<b>Carichi da Peso proprio:</b>	Nome Gruppo elementi	Tipologia di carico	Modello di implementazione	Nome carico	Nome carico Lusas	b	h	Area	Peso	
		(-)	(-)		(-)	(-)	(m)	(m)	(mq)	(kN/mq)	(kN/m)
PP Esistente	Travi CAP esist_sez filante	TrEsistFil	GK1	M1	TrEsFil	M1_GK1_TrEsFil	-	-	0.2373		<b>5.93</b>
	Travi CAP esist_sez Terminale	TrEsistTerm	GK1	M1	TrEsTerm	M1_GK1_TrEsTerm	-	-	0.2373		<b>5.93</b>
	Trave esistente esterna (getto soletta)	TrEsistEsterna	GK1	M1	SolEsTrEst	M1_GK1_SolEsTrEst	0.735	0.18	0.1323		<b>3.31</b>
	Trave esistente interna (getto soletta)	TrEsistInterna	GK1	M1	SolEsTrInt	M1_GK1_SolEsTrInt	0.83	0.18	0.1494		<b>3.74</b>
	Trave esistente sutura (getto soletta)	TrEsistSutura	GK1	M1	SolEsTrSut	M1_GK1_SolEsTrSut	0.705	0.18	0.1269		<b>3.17</b>
	Traversi esistenti_estremità	TravEstrEsist	GK1	M2	TravEsEstr	M2_GK1_TravEsEstr	0.3	0.9	0.27		<b>6.75</b>
	Traversi esistenti_intermedi	TravIntermEsist	GK1	M2	TravEsInt	M2_GK1_TravEsInt	0.3	0.9	0.27		<b>6.75</b>
	Soletta esistente	SolEsist	GK1	M3	SolEs	M3_GK1_SolEs	-	0.18	0.18		<b>4.50</b>
PP Allargamento	Travi CAP nuova_sez filante	TrNEWFil	GK1	M1	TrNFil	M1_GK1_TrNFil	-	-	0.7277		<b>18.19</b>
	Travi CAP nuova_sez Terminale	TrNEWTerm	GK1	M1	TrNTerm	M1_GK1_TrNTerm	-	-	0.9795		<b>24.49</b>
	Trave nuova esterna (getto soletta)	TrNEWEsterna	GK1	M1	SolNEWTrEst	M1_GK1_SolNEWTrEst	3.16	0.29	0.9164		<b>22.91</b>
	Trave nuova interna (getto soletta)	TrNEWInterna	GK1	M1	SolNEWTrInt	M1_GK1_SolNEWTrInt	2.5	0.29	0.725		<b>18.13</b>
	Trave nuova sutura (getto soletta)	TrNEWSutura	GK1	M1	SolNEWTrSut	M1_GK1_SolNEWTrSut	2.71	0.29	0.7859		<b>19.65</b>
	Traversi nuovi_estremità	TravEstrNEW	GK1	M2	TravNEstr	M2_GK1_TravNEstr	0.3	0.9	0.27		<b>6.75</b>
	Traversi nuovi_intermedi	TravIntermNEW	GK1	M2	TravNInt	M2_GK1_TravNInt	-	-	0		<b>0.00</b>
	Soletta nuova	SolNEW	GK1	M3	SolN	M3_GK1_SolN	-	0.29	0.29		<b>7.25</b>
	PP Soletta sutura	SolSUTURA	GK1	M3	SolSut	M3_GK1_SolSut	-	0.29	0.29		<b>7.25</b>



	<b>Carichi da Permanenti Portati:</b>		Punto inserimento	Tipologia di carico	Modello di	Nome carico	b	h	Area	Peso	
	carico/Nome	(-)	(-)	implementazione	(-)					(m)	(m)
Perm. portati	Sovrasp. Strutturale soletta esistente*	PuntoPatch	GK1	M2	SovrStrutt	M2_GK1_SovrStrutt	-	0.05	0.05		1.25
	Cordolo 1	PuntoPatch	GK2	M4	Cord1	M4_GK2_Cord1	-	0.25	0.25		6.25
	Cordolo 2	PuntoPatch	GK2	M4	Cord2	M4_GK2_Cord2	-	0.25	0.25		6.25
	Pacchetto pavimentazione attuale	PuntoPatch	GK2	M2	PavEsist	M2_GK2_PavEsist	-	0.1	0.1		2.20
	Δs Pacchetto pavimentazione Esistente	PuntoPatch	GK2	M4	DeltaPavEsist	M4_GK2_DeltaPavEsist	-	0.1	0.1		2.20
	Pacchetto pavimentazione definitivo NEW	PuntoPatch	GK2	M4	PavDef	M4_GK2_PavDef	-	0.2	0.2		4.40
	Newjersey CLS	PuntoPatch	GK2	M4	NJ	M4_GK2_NJ	-	-	-		12.40
	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
	Velette	PuntoPatch	GK2	M4	Vel	M4_GK2_Vel	0.05	0.75	0.0375		0.94
	Barriere metalliche	PuntoPatch	GK2	M4	Barr	M4_GK2_Barr	-	-	-		1.50
FOA	PuntoPatch	GK2	M4	FOA	M4_GK2_FOA	-	-	-		4.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
PP Sutura	Trave esistente sutura (getto sutura)	TrEsistSutura	GK1	M2	SolSutTrSut	M2_GK1_SolSutTrSut	-	0.29	0.29	7.25	1.8125
	Trave nuova sutura (getto sutura)	TrNEWSutura	GK1	M2	SolSutTrSut	M2_GK1_SolSutTrSut	-	0.29	0.29	7.25	1.8125

\* Il peso del sovrappesore strutturale sulla soletta esistente è identificato tra i Pesì propri strutturali (Gk1)

<b>Carico da Folla:</b>	Punto inserimento	Tipologia di carico	Modello di	Nome carico	Nome carico	Nomi del Loadcase	Peso	
	carico/Nome gruppo	(-)	implementazione	(-)	(-)	(-)	(kN/mq)	(kN/m)
Carico da folla sui marciapiedi	PuntoPatch	Q5	M5	Folla	M5_Q5_Folla	M5-Q5	2.50	

Il carico variabile indotto dal traffico veicolare, viene generato e posizionato direttamente dal programma di calcolo secondo le modalità già descritte in precedenza.

#### 4. Combinazioni di carico

Per la formulazione generale delle combinazioni di carico si rimanda a EN 1990-annex.A2, cap. A2.3, A2.4/.NTC-08 cap. 2.5.3.+ N.A.D..

In particolare, per lo studio dell'impalcato vengono prese in esame le seguenti combinazioni:

- Stato Limite di Esercizio:
  - Combinazione caratteristica o rara
  - Combinazione frequente
  - Combinazione quasi-permanente
- Stato Limite Ultimo:
  - Combinazione STR

Le parti di nuova edificazione saranno sottoposte all'intero set di verifiche agli stati limite ultimi e in esercizio, le porzioni esistenti agli stati limite ultimi.

Più in dettaglio le combinazioni delle azioni da adottare ai fini delle verifiche sono quelle riportate nel prospetto seguente:

- Combinazione fondamentale utilizzata per gli stati limite ultimi (SLU)
 
$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_{ep} G_{kep} + \gamma_{sh} G_{sh} + \gamma_{q1} (Q_{kTS} + Q_{kUDL}) + \gamma_{q2} \psi_{02} Q_{kT}$$
- Combinazione caratteristica (rara) utilizzata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili
 
$$G_{k1} + G_{k2} + G_{kep} + G_{sh} + (Q_{kTS} + Q_{kUDL}) + \psi_{02} Q_{k,T}$$
- Combinazione frequente utilizzata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili
 
$$G_{k1} + G_{k2} + G_{kep} + G_{sh} + (\psi_{11TS} Q_{kTS} + \psi_{11UDL} Q_{kUDL}) + \psi_{22} Q_{kT}$$
- Combinazione quasi permanente (SLE) utilizzata per gli effetti a lungo termine
 
$$G_{k1} + G_{k2} + G_{kep} + G_{ksett.} + G_{sh} + (\psi_{11TS} Q_{kTS} + \psi_{11UDL} Q_{kUDL}) + \psi_{22} Q_{kT}$$

Per la scelta dei coefficienti “ $\gamma$ ” e “ $\psi$ ” da adottare nelle suddette combinazioni ci si riferisce a quanto esposto nella stessa UNI EN 1990.

In tutti i casi, ai fini delle verifiche, sono stati elaborati gli involuipi delle sollecitazioni volti a massimizzare/minimizzare le caratteristiche di sollecitazione di interesse, che risultano complete dei rispettivi valori concomitanti.

#### 4.1 Combinazioni per gli S.L.U. – STR

I parametri di scelta nazionale indicati dal N.A.D. sono i seguenti:

$\gamma_{G1-2}$	1.00 ÷ 1.35	coefficiente moltiplicativo sovraccarichi di peso proprio/permanente
$\gamma_{sh}$	1.00 ÷ 1.35	coefficiente moltiplicativo per gli effetti del ritiro.
$\gamma_{q1}$	0.00 ÷ 1.35	coefficiente moltiplicativo per i carichi ad traffico.

La presenza del valore “0” relativa al  $\gamma_{fav}$  indica che l’azione viene considerata solo quando sfavorevole.

$\psi_{01,TS}$	0.75	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo TS.
$\psi_{01,UDL}$	0.40	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo UDL.

#### 4.2 Combinazioni per gli S.L.E. RARA

I parametri di scelta nazionale indicati dal N.A.D. sono i seguenti:

$\psi_{01TS}$	0.75	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo TS.
$\psi_{01UDL}$	0.40	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo UDL.

#### 4.3 Combinazioni per gli S.L.E. FREQUENTE

I parametri di scelta nazionale indicati dal N.A.D. sono i seguenti:

$\psi_{11TS}$	0.75	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo TS.
$\psi_{11UDL}$	0.40	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo UDL.

#### 4.4 Combinazioni per gli S.L.E. QUASI PERMANENTE

I parametri di scelta nazionale indicati dal N.A.D. sono i seguenti:

$\psi_{21TS}$	0.00	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo TS.
$\psi_{21UDL}$	0.00	coefficiente di combinazione per i carico mobili di tipo UDL.

L’influenza sulle verifiche generata dalle caratteristiche reologiche del calcestruzzo, per la porzione di impalcato di nuova edificazione, è presa in conto direttamente in fase di verifica delle travi in CAP non scaturendone, come anticipato nei paragrafi precedenti, significativi effetti iperstatici.

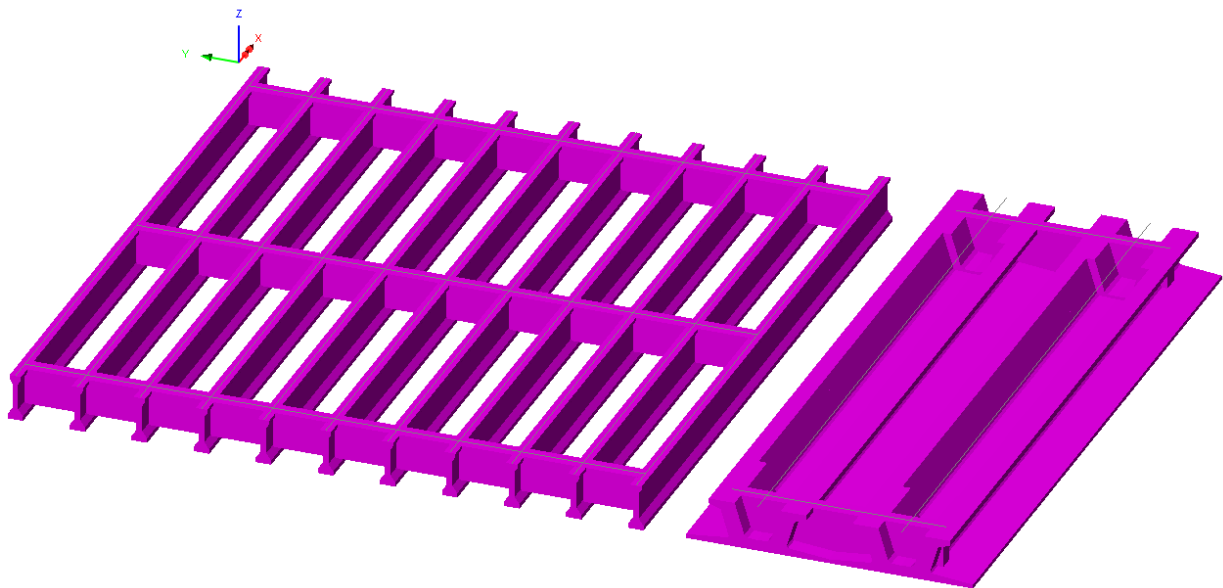
## 5. Analisi strutturale impalcato

### 5.1 Generalità

L'impalcato viene modellato come piastra nervata mediante un grigliato di elementi "beam" lineari a due nodi, con vincoli e proprietà geometriche variabili in funzione della fase studiata e del tipo di contributo di carico, vincolato alla soprastante soletta, simulato con elementi shell.

La collaborazione tra la soletta e l'orditura di travi/traversi è garantita da vincoli di interfaccia diffusi linearmente lungo lo sviluppo degli elementi "beam" ove, nella struttura reale, sono presenti i vincoli fisici.

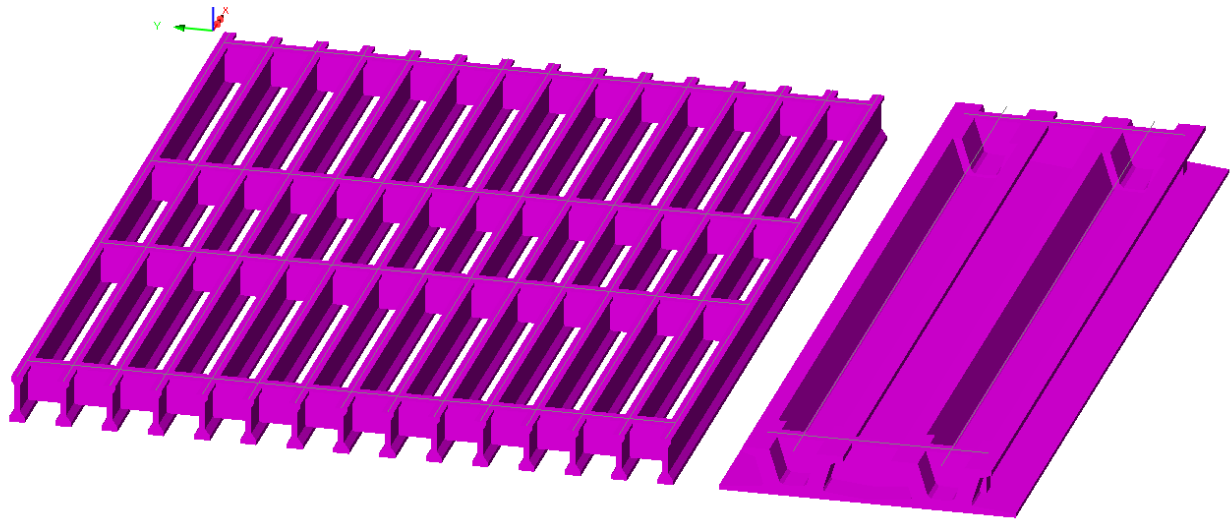
#### Campata BOLOGNA



*Grigliato elementi beam*

48	1065	1127	1189	1251	1313	1375	1437	1499	1561	1623	1685	1747	1809	1871	1933	1995	2057	2119	2181	2243	2305	2367	2429	2491	2553	2615	2677	2739	2801	2863	2925	2987	3049	3111	3173	3235	3297	3359	3421	3483	3545	3607	3669	3731	3793	3855	3917	3979	4041	4103	4165	4227	4289	4351	4413	4475	4537	4599	4661	4723	4785	4847	4909	4971	5033	5095	5157	5219	5281	5343	5405	5467	5529	5591	5653	5715	5777	5839	5901	5963	6025	6087	6149	6211	6273	6335	6397	6459	6521	6583	6645	6707	6769	6831	6893	6955	7017	7079	7141	7203	7265	7327	7389	7451	7513	7575	7637	7699	7761	7823	7885	7947	8009	8071	8133	8195	8257	8319	8381	8443	8505	8567	8629	8691	8753	8815	8877	8939	9001	9063	9125	9187	9249	9311	9373	9435	9497	9559	9621	9683	9745	9807	9869	9931	9993	10055	10117	10179	10241	10303	10365	10427	10489	10551	10613	10675	10737	10799	10861	10923	10985	11047	11109	11171	11233	11295	11357	11419	11481	11543	11605	11667	11729	11791	11853	11915	11977	12039	12101	12163	12225	12287	12349	12411	12473	12535	12597	12659	12721	12783	12845	12907	12969	13031	13093	13155	13217	13279	13341	13403	13465	13527	13589	13651	13713	13775	13837	13899	13961	14023	14085	14147	14209	14271	14333	14395	14457	14519	14581	14643	14705	14767	14829	14891	14953	15015	15077	15139	15201	15263	15325	15387	15449	15511	15573	15635	15697	15759	15821	15883	15945	16007	16069	16131	16193	16255	16317	16379	16441	16503	16565	16627	16689	16751	16813	16875	16937	17000	17062	17124	17186	17248	17310	17372	17434	17496	17558	17620	17682	17744	17806	17868	17930	17992	18054	18116	18178	18240	18302	18364	18426	18488	18550	18612	18674	18736	18798	18860	18922	18984	19046	19108	19170	19232	19294	19356	19418	19480	19542	19604	19666	19728	19790	19852	19914	19976	20038	20100	20162	20224	20286	20348	20410	20472	20534	20596	20658	20720	20782	20844	20906	20968	21030	21092	21154	21216	21278	21340	21402	21464	21526	21588	21650	21712	21774	21836	21898	21960	22022	22084	22146	22208	22270	22332	22394	22456	22518	22580	22642	22704	22766	22828	22890	22952	23014	23076	23138	23200	23262	23324	23386	23448	23510	23572	23634	23696	23758	23820	23882	23944	24006	24068	24130	24192	24254	24316	24378	24440	24502	24564	24626	24688	24750	24812	24874	24936	25000	25062	25124	25186	25248	25310	25372	25434	25496	25558	25620	25682	25744	25806	25868	25930	25992	26054	26116	26178	26240	26302	26364	26426	26488	26550	26612	26674	26736	26798	26860	26922	26984	27046	27108	27170	27232	27294	27356	27418	27480	27542	27604	27666	27728	27790	27852	27914	27976	28038	28100	28162	28224	28286	28348	28410	28472	28534	28596	28658	28720	28782	28844	28906	28968	29030	29092	29154	29216	29278	29340	29402	29464	29526	29588	29650	29712	29774	29836	29898	29960	30022	30084	30146	30208	30270	30332	30394	30456	30518	30580	30642	30704	30766	30828	30890	30952	31014	31076	31138	31200	31262	31324	31386	31448	31510	31572	31634	31696	31758	31820	31882	31944	32006	32068	32130	32192	32254	32316	32378	32440	32502	32564	32626	32688	32750	32812	32874	32936	33000	33062	33124	33186	33248	33310	33372	33434	33496	33558	33620	33682	33744	33806	33868	33930	33992	34054	34116	34178	34240	34302	34364	34426	34488	34550	34612	34674	34736	34798	34860	34922	34984	35046	35108	35170	35232	35294	35356	35418	35480	35542	35604	35666	35728	35790	35852	35914	35976	36038	36100	36162	36224	36286	36348	36410	36472	36534	36596	36658	36720	36782	36844	36906	36968	37030	37092	37154	37216	37278	37340	37402	37464	37526	37588	37650	37712	37774	37836	37898	37960	38022	38084	38146	38208	38270	38332	38394	38456	38518	38580	38642	38704	38766	38828	38890	38952	39014	39076	39138	39200	39262	39324	39386	39448	39510	39572	39634	39696	39758	39820	39882	39944	40006	40068	40130	40192	40254	40316	40378	40440	40502	40564	40626	40688	40750	40812	40874	40936	41000	41062	41124	41186	41248	41310	41372	41434	41496	41558	41620	41682	41744	41806	41868	41930	41992	42054	42116	42178	42240	42302	42364	42426	42488	42550	42612	42674	42736	42798	42860	42922	42984	43046	43108	43170	43232	43294	43356	43418	43480	43542	43604	43666	43728	43790	43852	43914	43976	44038	44100	44162	44224	44286	44348	44410	44472	44534	44596	44658	44720	44782	44844	44906	44968	45030	45092	45154	45216	45278	45340	45402	45464	45526	45588	45650	45712	45774	45836	45898	45960	46022	46084	46146	46208	46270	46332	46394	46456	46518	46580	46642	46704	46766	46828	46890	46952	47014	47076	47138	47200	47262	47324	47386	47448	47510	47572	47634	47696	47758	47820	47882	47944	48006	48068	48130	48192	48254	48316	48378	48440	48502	48564	48626	48688	48750	48812	48874	48936	49000	49062	49124	49186	49248	49310	49372	49434	49496	49558	49620	49682	49744	49806	49868	49930	49992	50054	50116	50178	50240	50302	50364	50426	50488	50550	50612	50674	50736	50798	50860	50922	50984	51046	51108	51170	51232	51294	51356	51418	51480	51542	51604	51666	51728	51790	51852	51914	51976	52038	52100	52162	52224	52286	52348	52410	52472	52534	52596	52658	52720	52782	52844	52906	52968	53030	53092	53154	53216	53278	53340	53402	53464	53526	53588	53650	53712	53774	53836	53898	53960	54022	54084	54146	54208	54270	54332	54394	54456	54518	54580	54642	54704	54766	54828	54890	54952	55014	55076	55138	55200	55262	55324	55386	55448	55510	55572	55634	55696	55758	55820	55882	55944	56006	56068	56130	56192	56254	56316	56378	56440	56502	56564	56626	56688	56750	56812	56874	56936	57000	57062	57124	57186	57248	57310	57372	57434	57496	57558	57620	57682	57744	57806	57868	57930	57992	58054	58116	58178	58240	58302	58364	58426	58488	58550	58612	58674	58736	58798	58860	58922	58984	59046	59108	59170	59232	59294	59356	59418	59480	59542	59604	59666	59728	59790	59852	59914	59976	60038	60100	60162	60224	60286	60348	60410	60472	60534	60596	60658	60720	60782	60844	60906	60968	61030	61092	61154	61216	61278	61340	61402	61464	61526	61588	61650	61712	61774	61836	61898	61960	62022	62084	62146	62208	62270	62332	62394	62456	62518	62580	62642	62704	62766	62828	62890	62952	63014	63076	63138	63200	63262	63324	63386	63448	63510	63572	63634	63696	63758	63820	63882	63944	64006	64068	64130	64192	64254	64316	64378	64440	64502	64564	64626	64688	64750	64812	64874	64936	65000	65062	65124	65186	65248	65310	65372	65434	65496	65558	65620	65682	65744	65806	65868	65930	65992	66054	66116	66178	66240	66302	66364	66426	66488	66550	66612	66674	66736	66798	66860	66922	66984	67046	67108	67170	67232	67294	67356	67418	67480	67542	67604	67666	67728	67790	67852	67914	67976	68038	68100	68162	68224	68286	68348	68410	68472	68534	68596	68658	68720	68782	68844	68906	68968	69030	69092	69154	69216	69278	69340	69402	69464	69526	69588	69650	69712	69774	69836	69898	69960	70022	70084	70146	70208	70270	70332	70394	70456	70518	70580	70642	70704	70766	70828	70890	70952	71014	71076	71138	71200	71262	71324	71386	71448	71510	71572	71634	71696	71758	71820	71882	71944	72006	72068	72130	72192	72254	72316	72378	72440	72502	72564	72626	72688	72750	72812	72874	72936	73000	73062	73124	73186	73248	73310	73372	73434	73496	73558	73620	73682	73744	73806	73868	73930	73992	74054	74116	74178	74240	74302	74364	74426	74488	74550	74612	74674	74736	74798	74860	74922	74984	75046	75108	75170	75232	75294	75356	75418	75480	75542	75604	75666	75728	75790	75852	75914	75976	76038	76100	76162	76224	76286	76348	76410	76472	76534	76596	76658	76720	76782	76844	76906	76968	77030	77092	77154	77216	77278	77340	77402	77464	77526	77588	77650	77712	77774	77836	77898
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Campata PADOVA



Grigliato elementi beam

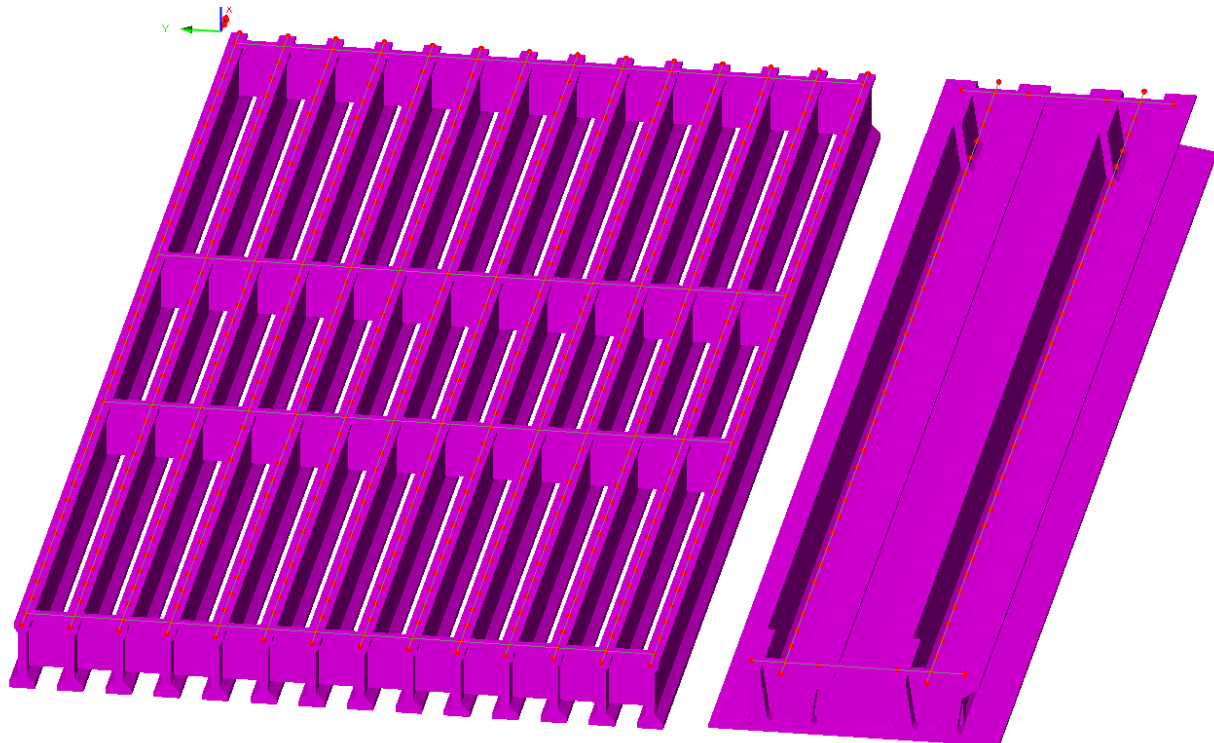
1460	925	937	453	654	620	686	752	818	884	950	1016	1082	1148	1214	1280	1346
1461	926	938	454	655	621	687	753	819	885	951	1017	1083	1149	1215	1281	1347
1462	927	939	455	656	622	688	754	820	886	952	1018	1084	1150	1216	1282	1348
1463	928	940	456	657	623	689	755	821	887	953	1019	1085	1151	1217	1283	1349
1464	929	941	457	658	624	690	756	822	888	954	1020	1086	1152	1218	1284	1350
1465	930	942	458	659	625	691	757	823	889	955	1021	1087	1153	1219	1285	1351
1466	931	943	459	660	626	692	758	824	890	956	1022	1088	1154	1220	1286	1352
1467	932	944	460	661	627	693	759	825	891	957	1023	1089	1155	1221	1287	1353
1468	933	945	461	662	628	694	760	826	892	958	1024	1090	1156	1222	1288	1354
1469	934	946	462	663	629	695	761	827	893	959	1025	1091	1157	1223	1289	1355
1470	935	947	463	664	630	696	762	828	894	960	1026	1092	1158	1224	1290	1356
1471	936	948	464	665	631	697	763	829	895	961	1027	1093	1159	1225	1291	1357
1472	937	949	465	666	632	698	764	830	896	962	1028	1094	1160	1226	1292	1358
1473	938	950	466	667	633	699	765	831	897	963	1029	1095	1161	1227	1293	1359
1474	939	951	467	668	634	700	766	832	898	964	1030	1096	1162	1228	1294	1360
1475	940	952	468	669	635	701	767	833	899	965	1031	1097	1163	1229	1295	1361
1476	941	953	469	670	636	702	768	834	900	966	1032	1098	1164	1230	1296	1362
1477	942	954	470	671	637	703	769	835	901	967	1033	1099	1165	1231	1297	1363
1478	943	955	471	672	638	704	770	836	902	968	1034	1100	1166	1232	1298	1364
1479	944	956	472	673	639	705	771	837	903	969	1035	1101	1167	1233	1299	1365
1480	945	957	473	674	640	706	772	838	904	970	1036	1102	1168	1234	1300	1366
1481	946	958	474	675	641	707	773	839	905	971	1037	1103	1169	1235	1301	1367
1482	947	959	475	676	642	708	774	840	906	972	1038	1104	1170	1236	1302	1368
1483	948	960	476	677	643	709	775	841	907	973	1039	1105	1171	1237	1303	1369
1484	949	961	477	678	644	710	776	842	908	974	1040	1106	1172	1238	1304	1370
1485	950	962	478	679	645	711	777	843	909	975	1041	1107	1173	1239	1305	1371
1486	951	963	479	680	646	712	778	844	910	976	1042	1108	1174	1240	1306	1372
1487	952	964	480	681	647	713	779	845	911	977	1043	1109	1175	1241	1307	1373
1488	953	965	481	682	648	714	780	846	912	978	1044	1110	1176	1242	1308	1374
1489	954	966	482	683	649	715	781	847	913	979	1045	1111	1177	1243	1309	1375
1490	955	967	483	684	650	716	782	848	914	980	1046	1112	1178	1244	1310	1376
1491	956	968	484	685	651	717	783	849	915	981	1047	1113	1179	1245	1311	1377
1492	957	969	485	686	652	718	784	850	916	982	1048	1114	1180	1246	1312	1378
1493	958	970	486	687	653	719	785	851	917	983	1049	1115	1181	1247	1313	1379
1494	959	971	487	688	654	720	786	852	918	984	1050	1116	1182	1248	1314	1380
1495	960	972	488	689	655	721	787	853	919	985	1051	1117	1183	1249	1315	1381
1496	961	973	489	690	656	722	788	854	920	986	1052	1118	1184	1250	1316	1382
1497	962	974	490	691	657	723	789	855	921	987	1053	1119	1185	1251	1317	1383
1498	963	975	491	692	658	724	790	856	922	988	1054	1120	1186	1252	1318	1384
1499	964	976	492	693	659	725	791	857	923	989	1055	1121	1187	1253	1319	1385
1500	965	977	493	694	660	726	792	858	924	990	1056	1122	1188	1254	1320	1386

Numerazione degli elementi delle travi/traversi

338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Numerazione degli elementi shell della soletta

Campata CENTRALE



Grigliato elementi beam

387	476	555	615	675	735	795	855	915	975	1035	1095	1155	1215	1275	1335	1395	1455	1515	1575	1635	1695	1755	1815	1875	1935	1995	2055	2115	2175	2235	2295	2355	2415	2475	2535	2595	2655	2715	2775	2835	2895	2955	3015	3075	3135	3195	3255	3315	3375	3435	3495	3555	3615	3675	3735	3795	3855	3915	3975	4035	4095	4155	4215	4275	4335	4395	4455	4515	4575	4635	4695	4755	4815	4875	4935	4995	5055	5115	5175	5235	5295	5355	5415	5475	5535	5595	5655	5715	5775	5835	5895	5955	6015	6075	6135	6195	6255	6315	6375	6435	6495	6555	6615	6675	6735	6795	6855	6915	6975	7035	7095	7155	7215	7275	7335	7395	7455	7515	7575	7635	7695	7755	7815	7875	7935	7995	8055	8115	8175	8235	8295	8355	8415	8475	8535	8595	8655	8715	8775	8835	8895	8955	9015	9075	9135	9195	9255	9315	9375	9435	9495	9555	9615	9675	9735	9795	9855	9915	9975	10035	10095	10155	10215	10275	10335	10395	10455	10515	10575	10635	10695	10755	10815	10875	10935	10995	11055	11115	11175	11235	11295	11355	11415	11475	11535	11595	11655	11715	11775	11835	11895	11955	12015	12075	12135	12195	12255	12315	12375	12435	12495	12555	12615	12675	12735	12795	12855	12915	12975	13035	13095	13155	13215	13275	13335	13395	13455	13515	13575	13635	13695	13755	13815	13875	13935	13995	14055	14115	14175	14235	14295	14355	14415	14475	14535	14595	14655	14715	14775	14835	14895	14955	15015	15075	15135	15195	15255	15315	15375	15435	15495	15555	15615	15675	15735	15795	15855	15915	15975	16035	16095	16155	16215	16275	16335	16395	16455	16515	16575	16635	16695	16755	16815	16875	16935	16995	17055	17115	17175	17235	17295	17355	17415	17475	17535	17595	17655	17715	17775	17835	17895	17955	18015	18075	18135	18195	18255	18315	18375	18435	18495	18555	18615	18675	18735	18795	18855	18915	18975	19035	19095	19155	19215	19275	19335	19395	19455	19515	19575	19635	19695	19755	19815	19875	19935	19995	20055	20115	20175	20235	20295	20355	20415	20475	20535	20595	20655	20715	20775	20835	20895	20955	21015	21075	21135	21195	21255	21315	21375	21435	21495	21555	21615	21675	21735	21795	21855	21915	21975	22035	22095	22155	22215	22275	22335	22395	22455	22515	22575	22635	22695	22755	22815	22875	22935	22995	23055	23115	23175	23235	23295	23355	23415	23475	23535	23595	23655	23715	23775	23835	23895	23955	24015	24075	24135	24195	24255	24315	24375	24435	24495	24555	24615	24675	24735	24795	24855	24915	24975	25035	25095	25155	25215	25275	25335	25395	25455	25515	25575	25635	25695	25755	25815	25875	25935	25995	26055	26115	26175	26235	26295	26355	26415	26475	26535	26595	26655	26715	26775	26835	26895	26955	27015	27075	27135	27195	27255	27315	27375	27435	27495	27555	27615	27677	27737	27797	27857	27917	27977	28037	28097	28157	28217	28277	28337	28397	28457	28517	28577	28637	28697	28757	28817	28877	28937	28997	29057	29117	29177	29237	29297	29357	29417	29477	29537	29597	29657	29717	29777	29837	29897	29957	30017	30077	30137	30197	30257	30317	30377	30437	30497	30557	30617	30677	30737	30797	30857	30917	30977	31037	31097	31157	31217	31277	31337	31397	31457	31517	31577	31637	31697	31757	31817	31877	31937	31997	32057	32117	32177	32237	32297	32357	32417	32477	32537	32597	32657	32717	32777	32837	32897	32957	33017	33077	33137	33197	33257	33317	33377	33437	33497	33557	33617	33677	33737	33797	33857	33917	33977	34037	34097	34157	34217	34277	34337	34397	34457	34517	34577	34637	34697	34757	34817	34877	34937	34997	35057	35117	35177	35237	35297	35357	35417	35477	35537	35597	35657	35717	35777	35837	35897	35957	36017	36077	36137	36197	36257	36317	36377	36437	36497	36557	36617	36677	36737	36797	36857	36917	36977	37037	37097	37157	37217	37277	37337	37397	37457	37517	37577	37637	37697	37757	37817	37877	37937	37997	38057	38117	38177	38237	38297	38357	38417	38477	38537	38597	38657	38717	38777	38837	38897	38957	39017	39077	39137	39197	39257	39317	39377	39437	39497	39557	39617	39677	39737	39797	39857	39917	39977	40037	40097	40157	40217	40277	40337	40397	40457	40517	40577	40637	40697	40757	40817	40877	40937	40997	41057	41117	41177	41237	41297	41357	41417	41477	41537	41597	41657	41717	41777	41837	41897	41957	42017	42077	42137	42197	42257	42317	42377	42437	42497	42557	42617	42677	42737	42797	42857	42917	42977	43037	43097	43157	43217	43277	43337	43397	43457	43517	43577	43637	43697	43757	43817	43877	43937	43997	44057	44117	44177	44237	44297	44357	44417	44477	44537	44597	44657	44717	44777	44837	44897	44957	45017	45077	45137	45197	45257	45317	45377	45437	45497	45557	45617	45677	45737	45797	45857	45917	45977	46037	46097	46157	46217	46277	46337	46397	46457	46517	46577	46637	46697	46757	46817	46877	46937	46997	47057	47117	47177	47237	47297	47357	47417	47477	47537	47597	47657	47717	47777	47837	47897	47957	48017	48077	48137	48197	48257	48317	48377	48437	48497	48557	48617	48677	48737	48797	48857	48917	48977	49037	49097	49157	49217	49277	49337	49397	49457	49517	49577	49637	49697	49757	49817	49877	49937	49997	50057	50117	50177	50237	50297	50357	50417	50477	50537	50597	50657	50717	50777	50837	50897	50957	51017	51077	51137	51197	51257	51317	51377	51437	51497	51557	51617	51677	51737	51797	51857	51917	51977	52037	52097	52157	52217	52277	52337	52397	52457	52517	52577	52637	52697	52757	52817	52877	52937	52997	53057	53117	53177	53237	53297	53357	53417	53477	53537	53597	53657	53717	53777	53837	53897	53957	54017	54077	54137	54197	54257	54317	54377	54437	54497	54557	54617	54677	54737	54797	54857	54917	54977	55037	55097	55157	55217	55277	55337	55397	55457	55517	55577	55637	55697	55757	55817	55877	55937	55997	56057	56117	56177	56237	56297	56357	56417	56477	56537	56597	56657	56717	56777	56837	56897	56957	57017	57077	57137	57197	57257	57317	57377	57437	57497	57557	57617	57677	57737	57797	57857	57917	57977	58037	58097	58157	58217	58277	58337	58397	58457	58517	58577	58637	58697	58757	58817	58877	58937	58997	59057	59117	59177	59237	59297	59357	59417	59477	59537	59597	59657	59717	59777	59837	59897	59957	60017	60077	60137	60197	60257	60317	60377	60437	60497	60557	60617	60677	60737	60797	60857	60917	60977	61037	61097	61157	61217	61277	61337	61397	61457	61517	61577	61637	61697	61757	61817	61877	61937	61997	62057	62117	62177	62237	62297	62357	62417	62477	62537	62597	62657	62717	62777	62837	62897	62957	63017	63077	63137	63197	63257	63317	63377	63437	63497	63557	63617	63677	63737	63797	63857	63917	63977	64037	64097	64157	64217	64277	64337	64397	64457	64517	64577	64637	64697	64757	64817	64877	64937	64997	65057	65117	65177	65237	65297	65357	65417	65477	65537	65597	65657	65717	65777	65837	65897	65957	66017	66077	66137	66197	66257	66317	66377	66437	66497	66557	66617	66677	66737	66797	66857	66917	66977	67037	67097	67157	67217	67277	67337	67397	67457	67517	67577	67637	67697	67757	67817	67877	67937	67997	68057	68117	68177	68237	68297	68357	68417	68477	68537	68597	68657	68717	68777	68837	68897	68957	69017	69077	69137	69197	69257	69317	69377	69437	69497	69557	69617	69677	69737	69797	69857	69917	69977	70037	70097	70157	70217	70277	70337	70397	70457	70517	70577	70637	70697	70757	70817	70877	70937	70997	71057	71117	71177	71237	71297	71357	71417	71477	71537	71597	71657	71717	71777	71837	71897	71957	72017	72077	72137	72197	72257	72317	72377	72437	72497	72557	72617	72677	72737	72797	72857	72917	72977	73037	73097	73157	73217	73277	73337	73397	73457	73517	73577	73637	73697	73757	73817	73877	73937	73997	74057	74117	74177	74237	74297	74357	74417	74477	74537	74597	74657	74717	74777	74837	74897	74957	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--



## 5.2 Sollecitazioni

A valle dell'analisi strutturale, effettuata per le singole azioni caratteristiche, vengono generati in automatico dal programma di calcolo gli involuipi e le combinazioni di carico pertinenti ai vari scopi, rispettivamente per  $V_{\max}/V_{\min}$  e  $M_{\max}/M_{\min}$ .

L'effetto delle azioni variabili viene quindi computato attraverso involuipi e combinazioni volti a massimizzare/minimizzare l'azione tagliante  $V$  ed il momento flettente  $M$ .

L'analisi strutturale dell'impalcato viene effettuata con riferimento alle rigidezze "uncracked".

Nel seguito si riportano i diagrammi rappresentativi degli involuipi delle sollecitazioni, rilevati per le varie combinazioni di normativa, per ciascuna famiglia di elementi costituenti l'impalcato. Tutti i valori sono espressi in  $N$  e  $Nm$ .

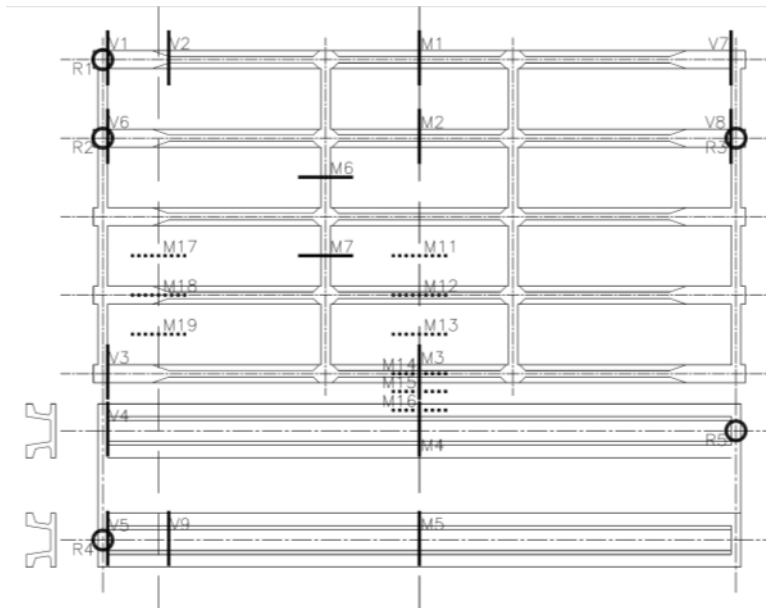
Si evidenzia che, avendo individuato a monte dell'analisi gli elementi rappresentativi di ciascuna famiglia (travi principali, traversi, soletta, appoggi) e la localizzazione delle sezioni significative, le componenti di sollecitazione sono state massimizzate/minimizzate in specifiche posizioni; i risultati ottenuti risultano estendibili agli elementi afferenti alla medesima famiglia.

I grafici seguenti, quindi, non palesano le sollecitazioni massime ottenibili, in linea del tutto generale e analizzando tutte le possibili configurazioni di carico, sull'intero impalcato ma restituiscono le sollecitazioni di progetto/verifica in elementi e sezioni rappresentative i cui risultati vengono a posteriori estesi a tutti gli elementi assimilabili per geometria, grado di vincolo e schema di carico.

Vengono omessi i d

igrammi non significativi.

A seguire si riporta lo schema grafico esplicativo delle sezioni indagate e relative alle travi principali, ai traversi, agli appoggi ed alla soletta, sia per la porzione di impalcato esistente, sia per l'allargamento. Lo schema è da intendersi come rappresentativo per tutti gli impalcati aventi caratteristiche assimilabili; le sezioni sono poi state individuate per ciascuna opera in relazione alla reale geometria. Si rimanda quindi alle immagini tratte dai singoli modelli di calcolo agli EF per la localizzazione specifica delle sezioni indagate.

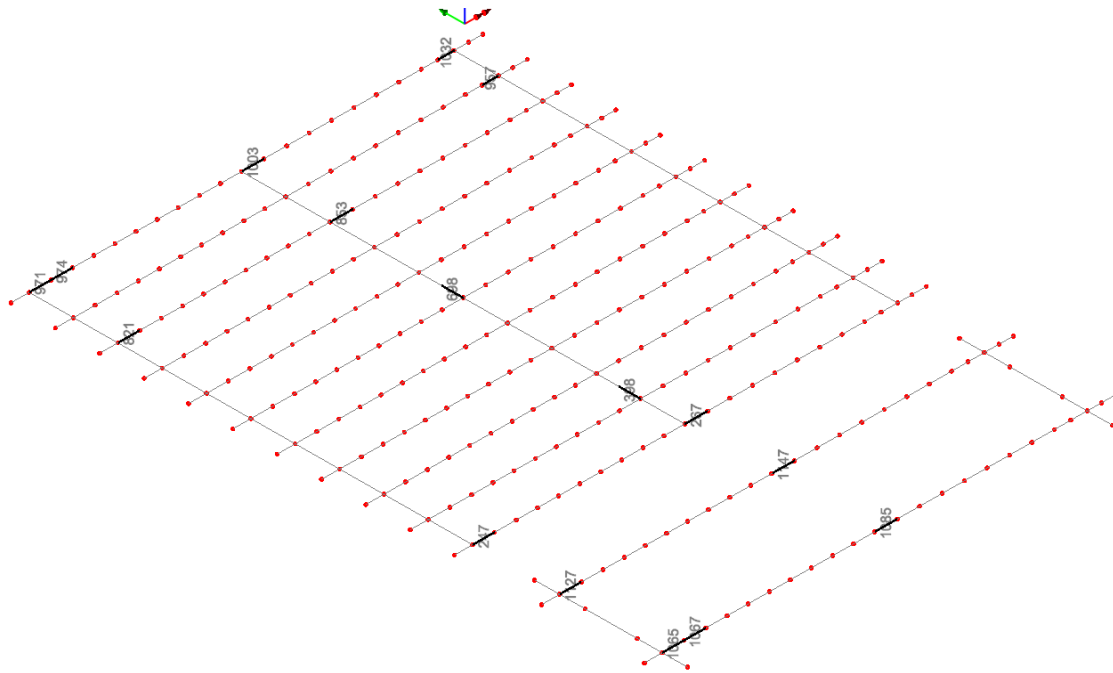


Sezioni di verifica degli impalcati

Le tabelle seguenti palesano la numerazione degli elementi “beam” e dei G.P. (Gauss point) utilizzati per l'estrazione delle sollecitazioni rappresentative sulle travi e sui traversi. Per completezza, oltre alle sezioni indicate nello schema, se ne sono individuate ulteriori due rappresentative delle sollecitazioni agenti sui traversi di campata dell'impalcato esistente in corrispondenza all'intersezione con le travi principali. (MTrCamp – MTrEstr).

**Campata BOLOGNA**

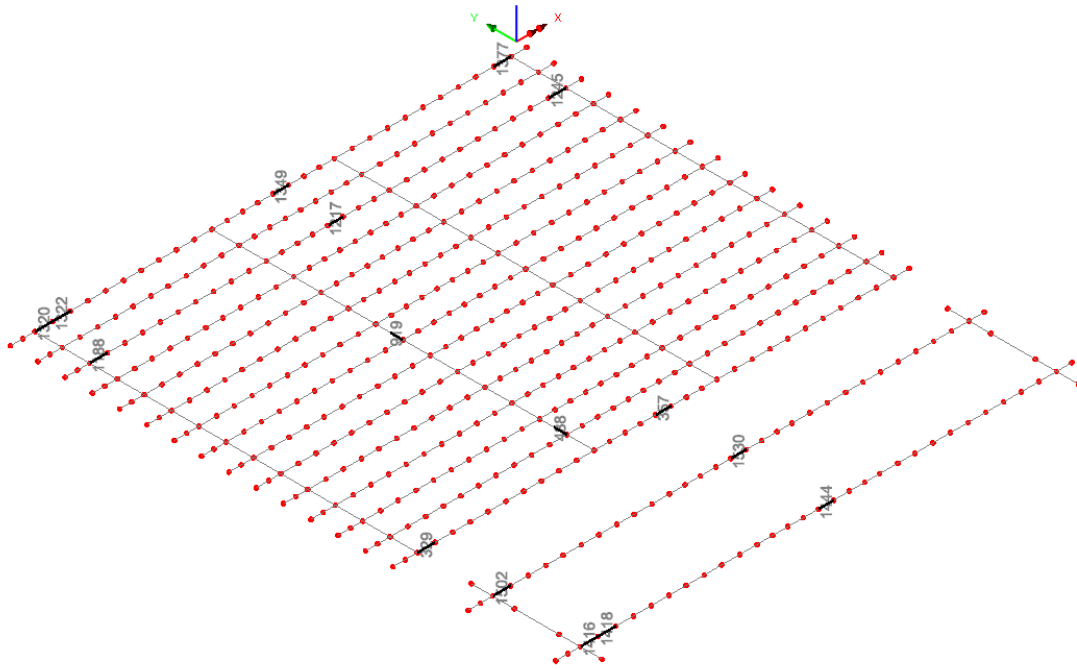
Verifica delle sezioni significative delle travi/traversi:						
	Nome (-)	Oggetto (-)	Nodo (-)	Elemento (-)	G.P (-)	Nome (-)
Travi e traversi	M1	Trave Esist	1053	1003	11	M1
	M2	Trave Esist	899	853	11	M2
	M3	Trave Esist	300	267	11	M3
	M4	Trave Nuova	1229	1147	11	M4
	M5	Trave Nuova	1147	1085	11	M5
	M6	Traverso esist	746	698	11	M6
	M7	Traverso esist	438	398	11	M7
	MTrCamp	Traverso esist - Nodo trave	668	698	1	MTrCamp
	MTrEstr	Traverso esist - Nodo trave sutura	360	398	1	MTrEstr
	V1	App Trave Esist	1026	971	11	V1
	V2	Variatz. Sez. Trave Esist	1029	974	11	V2
	V3	App Trave Esist	282	247	11	V3
	V4	App Trave Nuova	1202	1127	11	V4
	V5	App Trave Nuova	1120	1065	11	V5
	V6	App Trave Esist	872	821	11	V6
	V7	App Trave Esist	1082	1032	1	V7
	V8	App Trave Esist	1005	957	1	V8
	V9	Variatz. Sez. Trave Nuova	1123	1067	11	V9



Elementi di verifica – Travi principali e traversi

Campata PADOVA

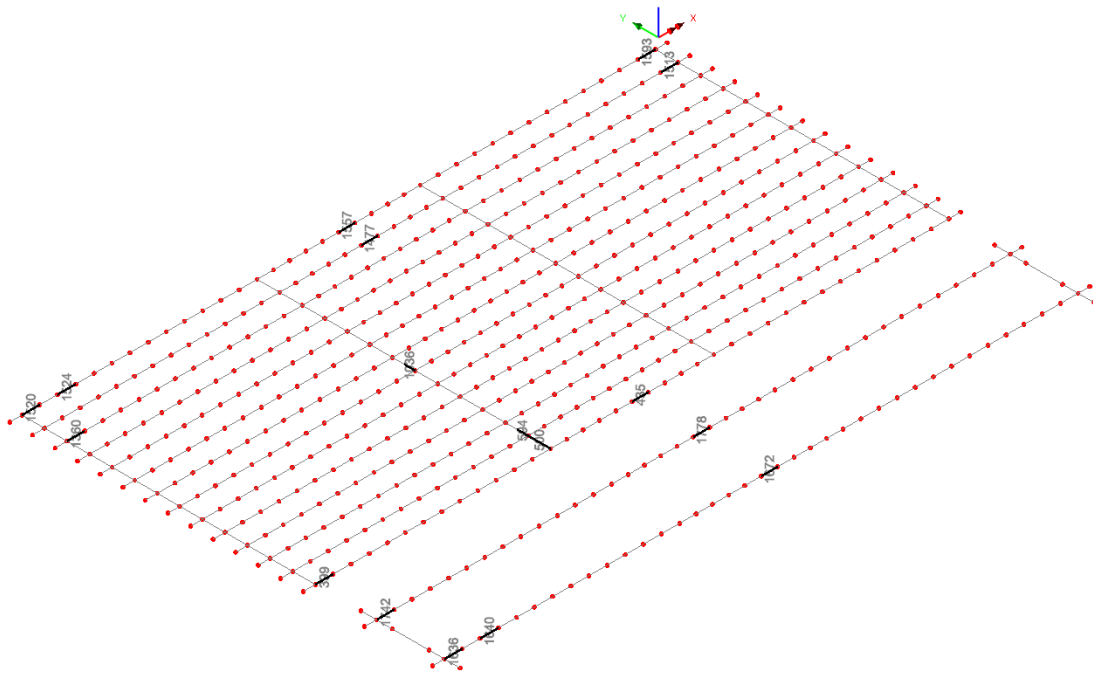
Verifica delle sezioni significative delle travi/traversi:						
	Nome	Oggetto	Nodo	Elemento	G.P	Nome
	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Travi traversi	M1	Trave Esist	1406	1349	11	M1
	M2	Trave Esist	1272	1217	11	M2
	M3	Trave Esist	398	357	11	M3
	M4	Trave Nuova	1629	1530	11	M4
	M5	Trave Nuova	1515	1444	11	M5
	M6	Traverso esist	973	919	11	M6
	M7	Traverso esist	535	488	11	M7
	MTrCamp	Traverso esist - Nodo trave	892	919	1	MTrCamp
	MTrEstr	Traverso esist - Nodo trave sutura	454	488	1	MTrEstr
	V1	App Trave Esist	1379	1320	11	V1
	V2	Variatz. Sez. Trave Esist	1381	1322	11	V2
	V3	App Trave Esist	372	329	11	V3
	V4	App Trave Nuova	1590	1502	11	V4
	V5	App Trave Nuova	1476	1416	11	V5
	V6	App Trave Esist	1245	1188	11	V6
	V7	App Trave Esist	1433	1377	1	V7
	V8	App Trave Esist	1299	1245	1	V8
V9	Variatz. Sez. Trave Nuova	1479	1418	11	V9	



Elementi di verifica – Travi principali e traversi

**Campata CENTRALE**

Verifica delle sezioni significative delle travi/traversi:						
	Nome (-)	Oggetto (-)	Nodo (-)	Elemento (-)	G.P (-)	Nome (-)
Travie traversi	M1	Trave Esist	1620	1557	11	M1
	M2	Trave Esist	1539	1477	11	M2
	M3	Trave Esist	483	435	11	M3
	M4	Trave Nuova	1893	1778	11	M4
	M5	Trave Nuova	1752	1672	11	M5
	M6	Traverso esist	1096	1036	11	M6
	M7	Traverso esist	648	594	11	M7
	MTrCamp	Traverso esist - Nodo trave	999	1036	1	MTrCamp
	MTrEstr	Traverso esist - Nodo trave sutura	473	500	1	MTrEstr
	V1	App Trave Esist	1585	1520	11	V1
	V2	Variaz. Sez. Trave Esist	1587	1524	11	V2
	V3	App Trave Esist	449	399	11	V3
	V4	App Trave Nuova	1842	1742	11	V4
	V5	App Trave Nuova	1701	1636	11	V5
	V6	App Trave Esist	1423	1360	11	V6
	V7	App Trave Esist	1655	1593	1	V7
	V8	App Trave Esist	1574	1513	1	V8
	V9	Variaz. Sez. Trave Nuova	1704	1640	11	V9



*Elementi di verifica – Travi principali e traversi*

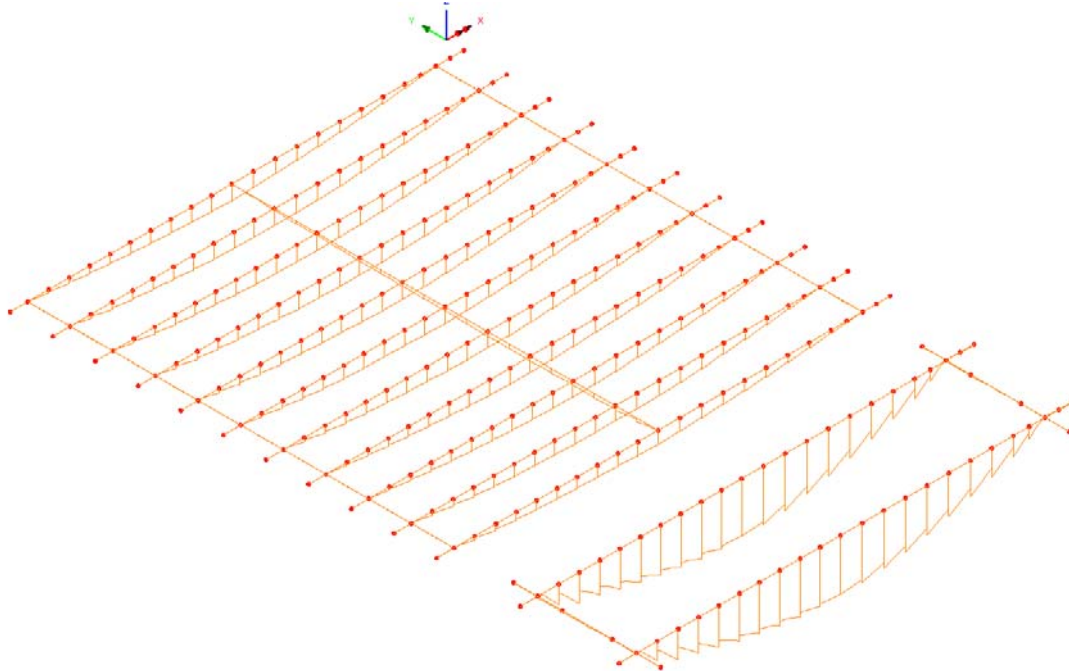
Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano i grafici con gli involuipi delle max/min sollecitazioni nelle travi e nei traversi.

La sollecitazione flettente viene determinata utilizzando l'ipotesi di sezione trave-soletta autoequilibrata assialmente e, quindi, il valore viene determinato a valle dell'analisi agli E.F. combinando opportunamente la componente flettonete (agente sull'elemento "beam") con l'azione assiale moltiplicata per il braccio della coppia interna della sezione composta trave-soletta. I relativi grafici restituiscono l'andamento della sollecitazione lungo lo sviluppo delle travi e dei traversi; per il loro valore puntuale si rimanda alle tabelle di dettaglio nei successivi paragrafi.

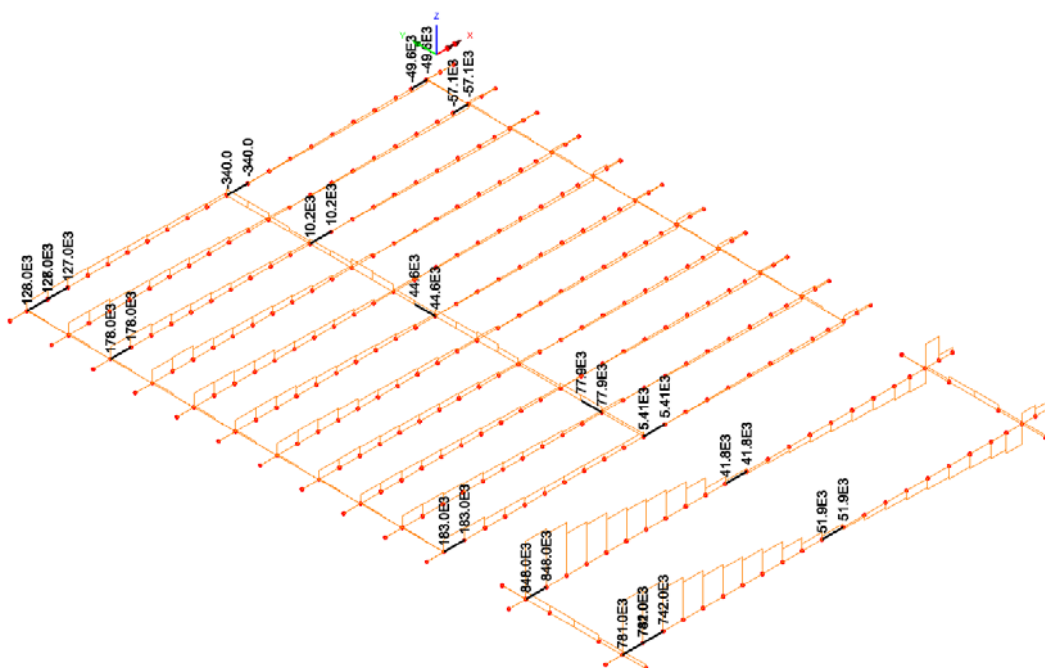
### 5.2.1 Involuppo S.L.U.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano i grafici con gli involuppi delle max/min sollecitazioni flettenti e taglianti nelle travi e nei traversi.

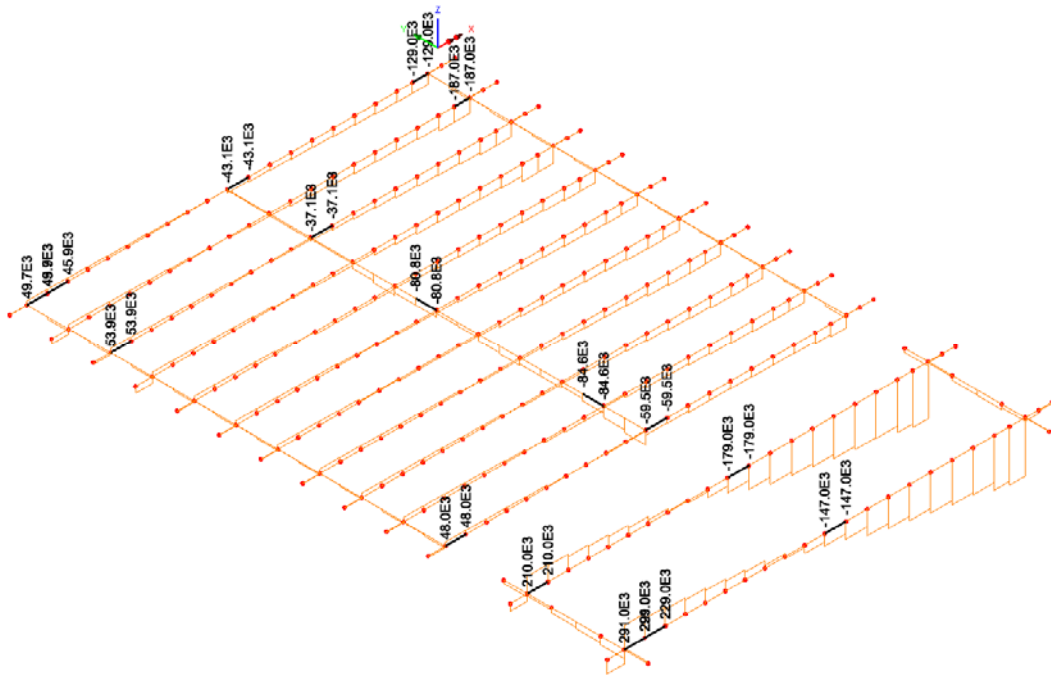
#### Campata BOLOGNA



Max/Min Momento flettente - Travi principali e traversi

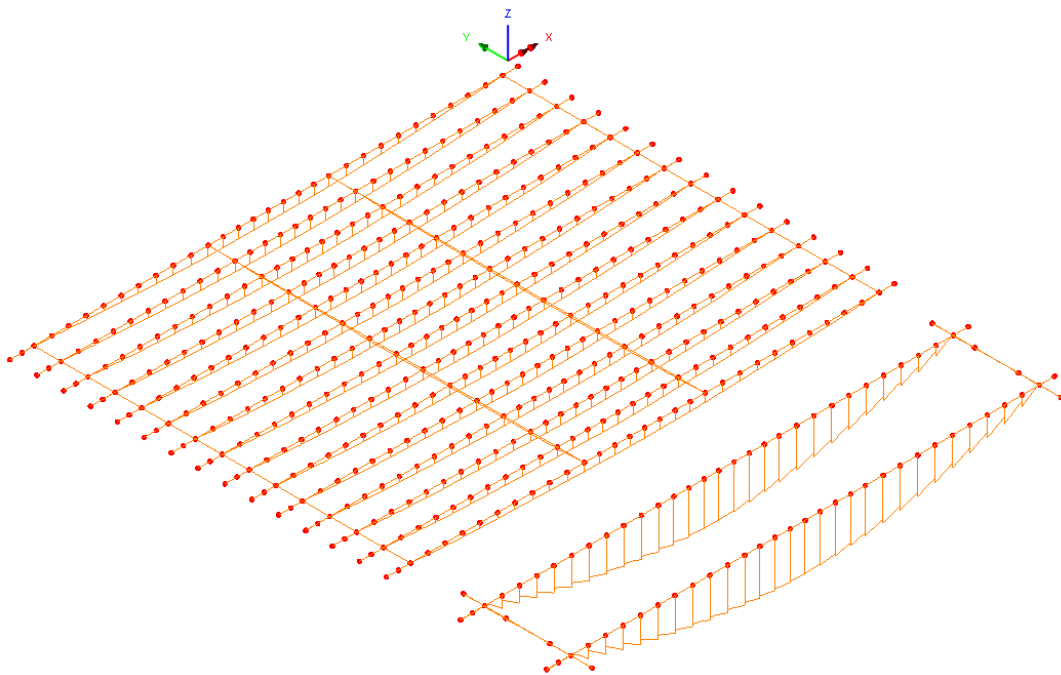


Max Taglio - Travi principali e traversi

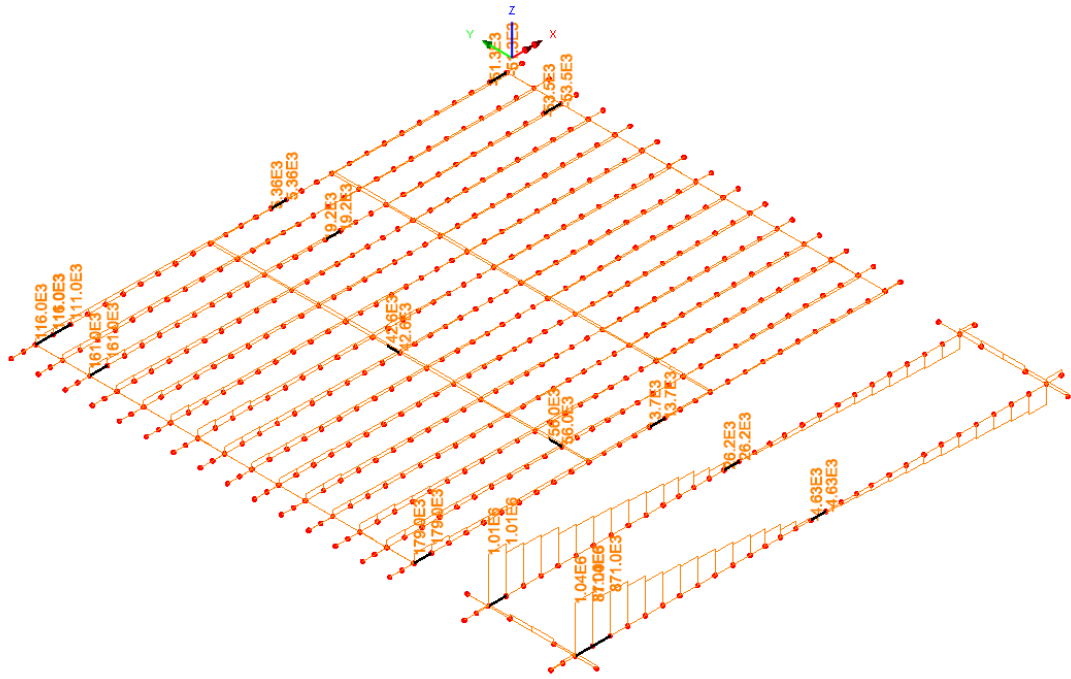


Min Taglio - Travi principali e traversi

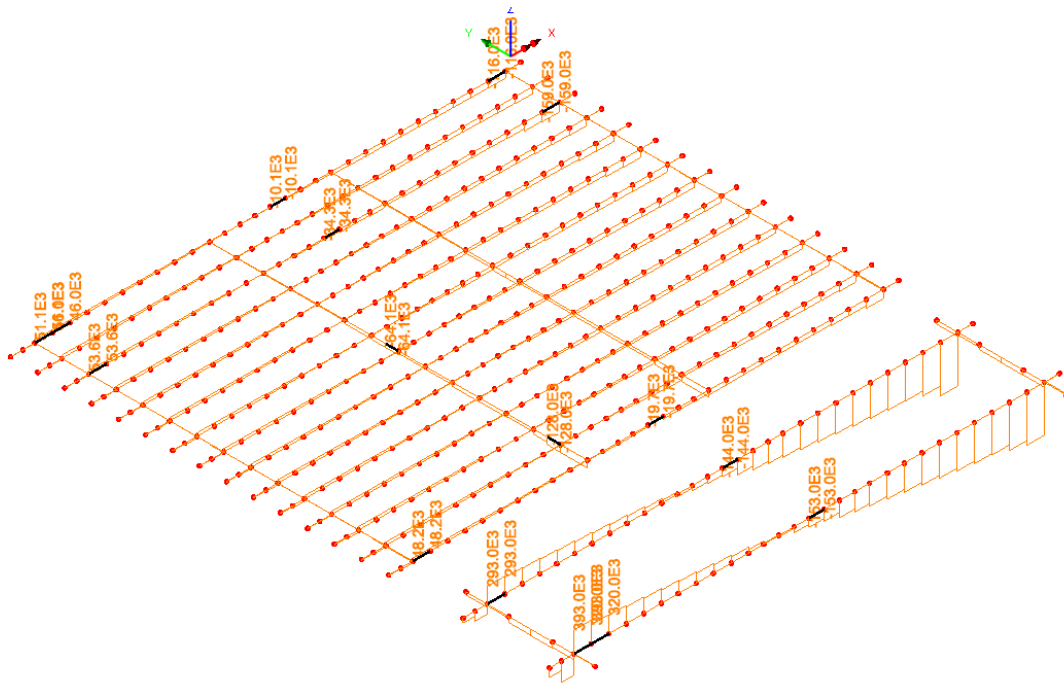
Campata PADOVA



Max/Min Momento flettente - Travi principali e traversi



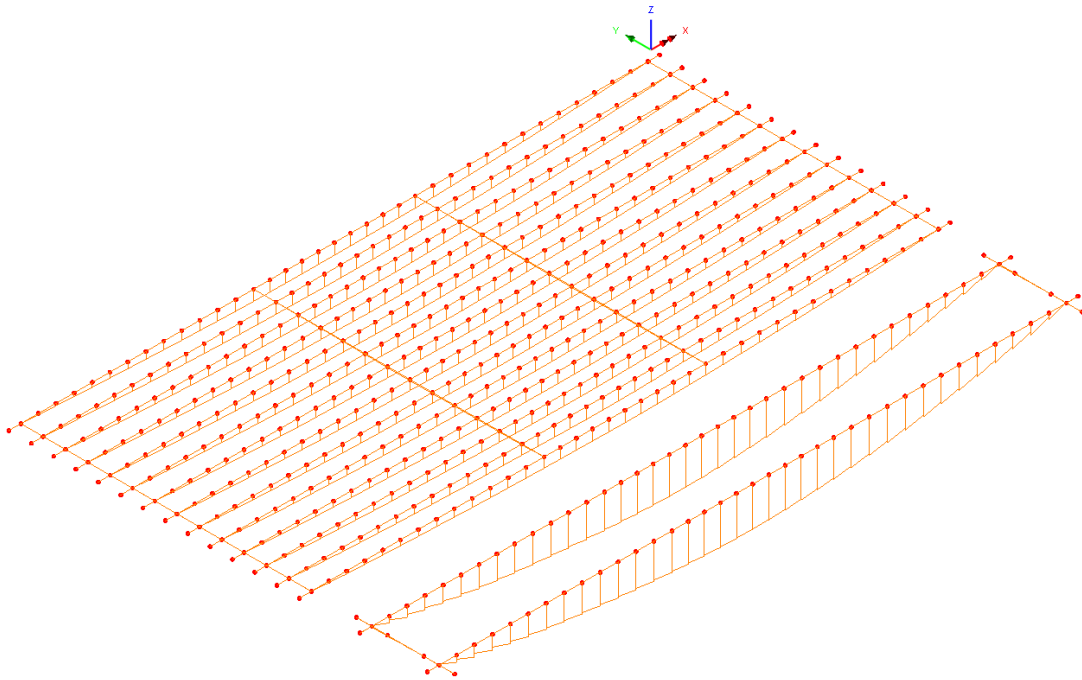
Max Taglio - Travi principali e trasversi



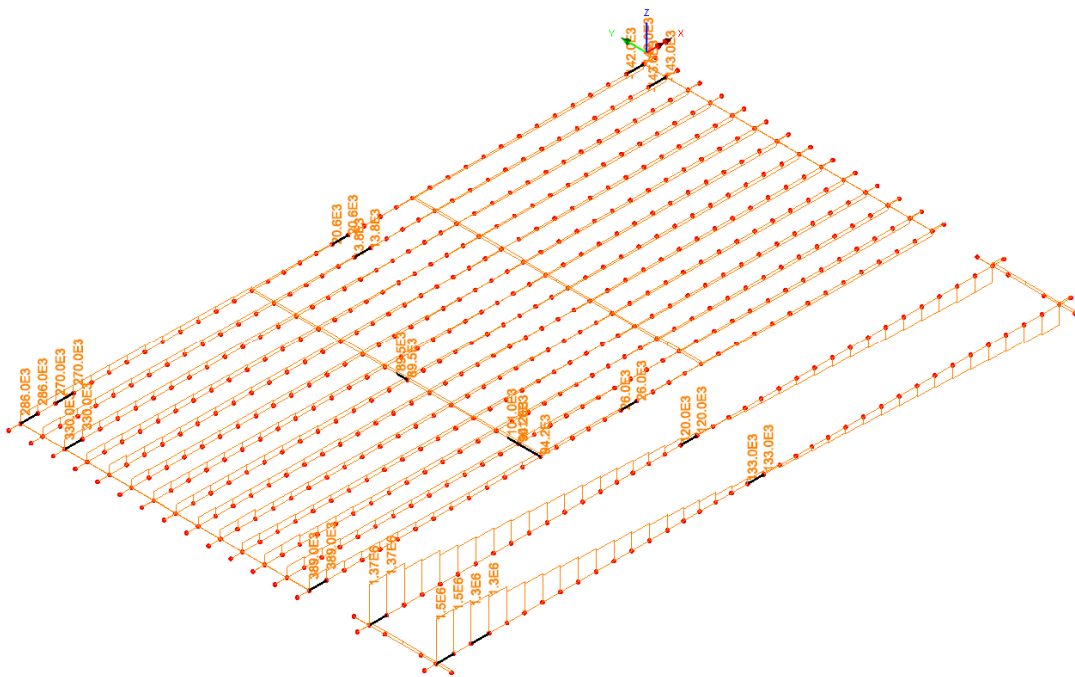
Min Taglio - Travi principali e trasversi



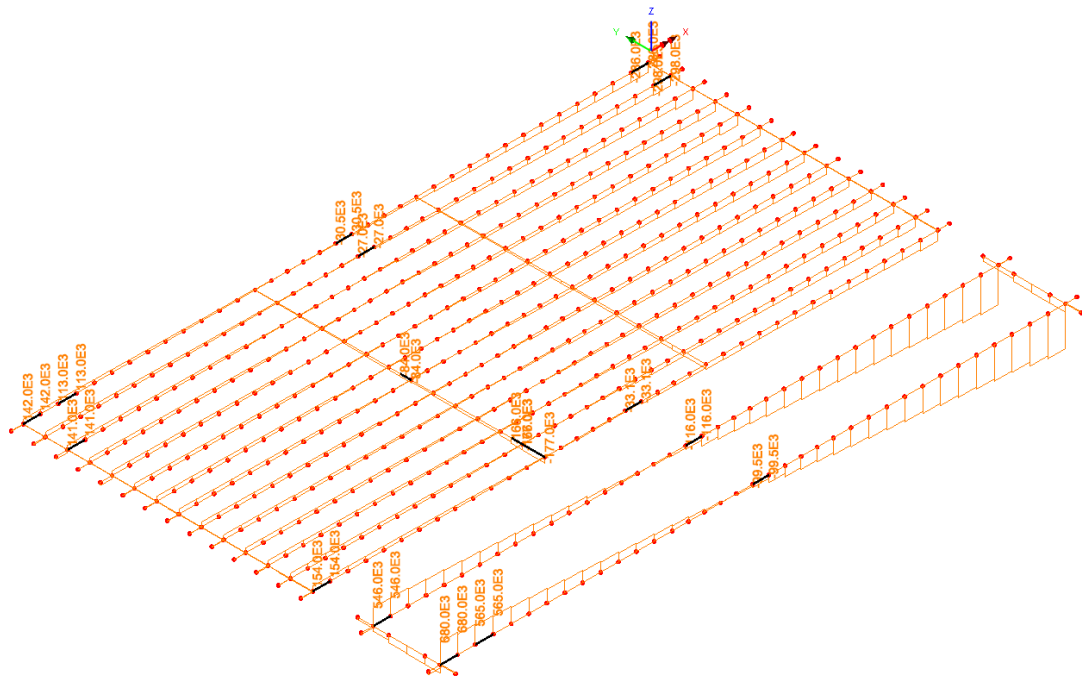
Campata CENTRALE



Max/Min Momento flettente - Travi principali e traversi



Max Taglio - Travi principali e traversi



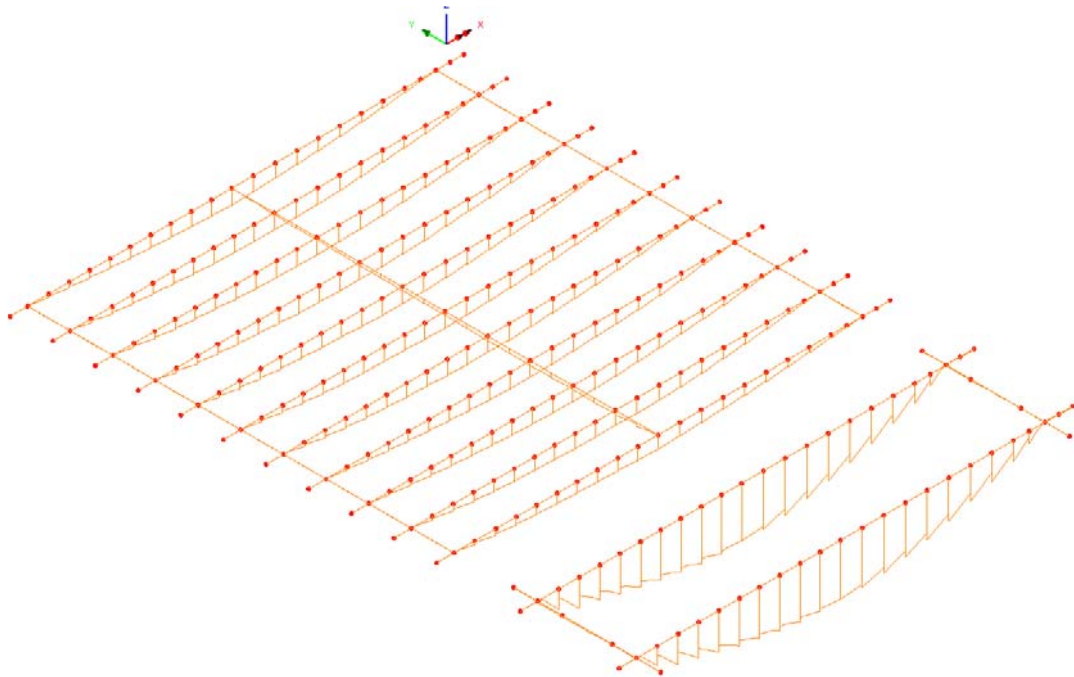
Min Taglio - Travi principali e trasversi

**5.2.2 Involuppo S.L.E. (Rara – Frequente - Q. Permanente)**

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano i grafici con gli involuppi delle max/min sollecitazioni flettenti nelle travi e nei traversi.

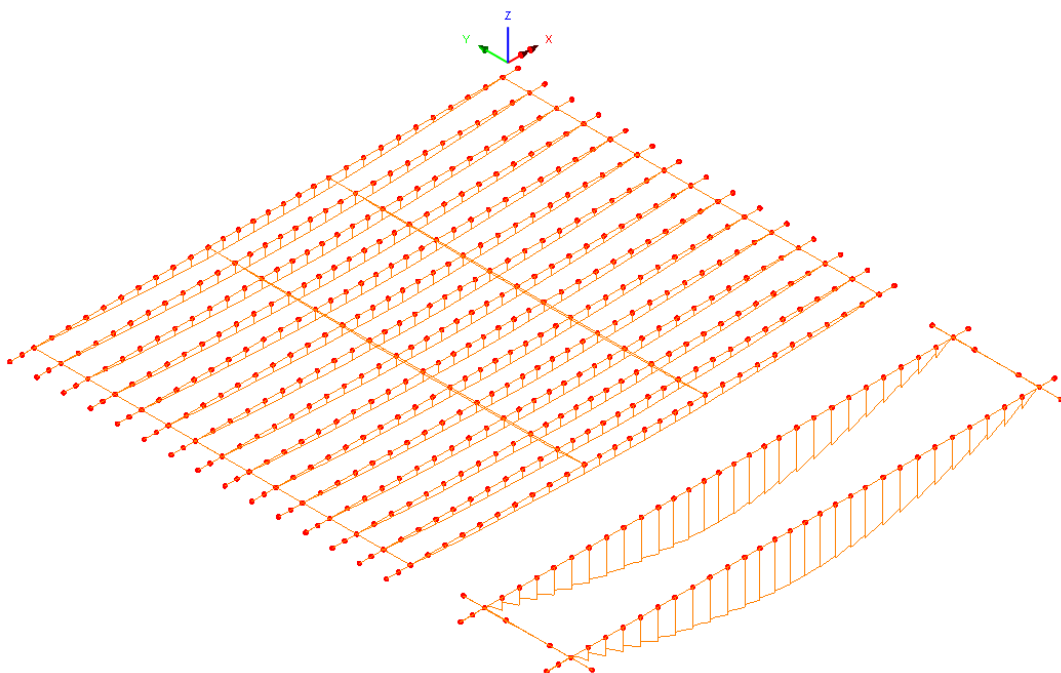
Per il dettaglio delle sollecitazioni agenti sulle singole sezioni si rimanda alle tabelle riassuntive nel prosieguo nelle quali, oltre al valore complessivo di combinazione, si dettagliano gli addendi attribuibili alle tre principali fasi descritte in precedenza (Fase 1, Fase 2, Fase3).

Campata BOLOGNA



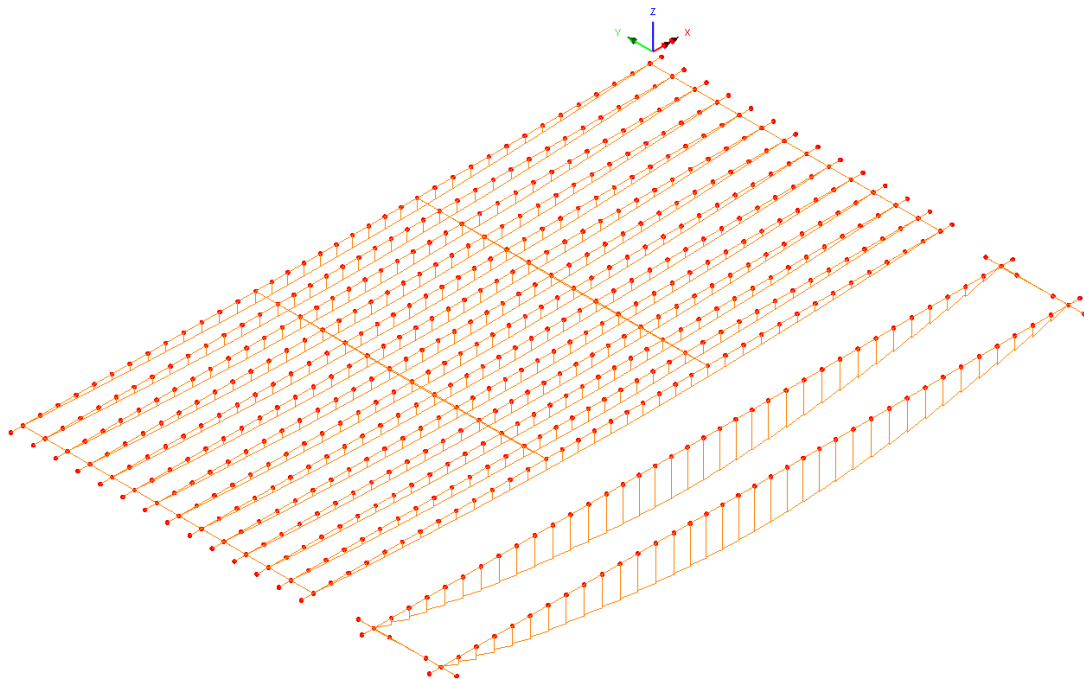
*Max/Min Momento flettente - Travi principali e traversi*

Campata PADOVA



*Max/Min Momento flettente - Travi principali e traversi*

Campata CENTRALE



*Max/Min Momento flettente - Travi principali e traversi*

Nelle tabelle seguenti si riassumono le massime/minime sollecitazioni flettenti e taglianti, corredate delle concomitanti, che caratterizzano le sezioni di estremità, di fine ringrosso (qualora presente) e di mezzeria delle travi longitudinali, oltre alle sollecitazioni flettenti nei traversi.

5.2.3 Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato esistente BOLOGNA

Sollecitazioni di verifica - Impalcato esistente:										
Sezione	Posizione	Combo	Caratteristica max/min	Sollecitazioni Totali						
				V (kN)	My (kNm)	N (kN)	V (kN)	My (kNm)	N (kN)	
(-)	(-)	(-)	(-)							
Travi principali Esistenti	M3	Campata	SLUFase1	Mmax	-2	-112	-			
	M3	Campata	SLUFase2	Mmax	-1	-59	-	5	-145	-
	M3	Campata	SLUFase3	Mmax	8	26	-			
	M2	Campata	SLUFase1	Mmin	-5	-177	-			
	M2	Campata	SLUFase2	Mmin	-1	-97	-	-21	-794	-
	M2	Campata	SLUFase3	Mmin	-16	-521	-			
	M2	Campata	SLUFase1	Vmax	-4	-131	-			
	M2	Campata	SLUFase2	Vmax	-1	-80	-	10	-691	-
	M2	Campata	SLUFase3	Vmax	14	-480	-			
	M3	Campata	SLUFase1	Vmin	-3	-151	-			
	M3	Campata	SLUFase2	Vmin	-1	-80	-	-60	-528	-
	M3	Campata	SLUFase3	Vmin	-55	-296	-			
	V6	Estremità	SLUFase1	Mmax	57	-1	-			
	V6	Estremità	SLUFase2	Mmax	17	-6	-	133	2	-
	V6	Estremità	SLUFase3	Mmax	58	8	-			
	V6	Estremità	SLUFase1	Vmax	57	-1	-			
	V6	Estremità	SLUFase2	Vmax	17	-6	-	178	-40	-
	V6	Estremità	SLUFase3	Vmax	103	-34	-			
	V3	Estremità	SLUFase1	Vmax	49	0	-			
	V3	Estremità	SLUFase2	Vmax	17	-3	-	183	-29	-
	V3	Estremità	SLUFase3	Vmax	117	-26	-			
	V8	Estremità	SLUFase1	Vmin	-58	2	-			
	V8	Estremità	SLUFase2	Vmin	-21	-2	-	-187	-17	-
	V8	Estremità	SLUFase3	Vmin	-108	-17	-			
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Mmax	36	-23	-			
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Mmax	14	-17	-	48	-39	-
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Mmax	-2	1	-			
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmax	49	-32	-			
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmax	19	-22	-	127	-135	-
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmax	59	-81	-			
V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmax	49	-32	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmax	19	-22	-	127	-135	-	
V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmax	59	-81	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	36	-23	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	14	-17	-	46	-43	-	
V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	-5	-3	-				
Traversi Esistenti	M7	Campata	SLUFase1	Mmax	0	2	0			
	M7	Campata	SLUFase2	Mmax	1	-1	0	20	106	0
	M7	Campata	SLUFase3	Mmax	20	105	0			
	MTrCamp	Campata	SLUFase1	Mmin	-1	0	0			
	MTrCamp	Campata	SLUFase2	Mmin	-1	0	0	10	-456	0
	MTrCamp	Campata	SLUFase3	Mmin	12	-455	0			
	M7	Campata	SLUFase1	Vmax	0	2	0			
	M7	Campata	SLUFase2	Vmax	1	-1	0	78	-5	0
	M7	Campata	SLUFase3	Vmax	77	-6	0			
	M7	Campata	SLUFase1	Vmin	0	2	0			
	M7	Campata	SLUFase2	Vmin	0	-3	0	-85	-335	0
	M7	Campata	SLUFase3	Vmin	-84	-334	0			

5.2.4 Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato in allargamento BOLOGNA

BIANCOLINO - Campata Bologna- Travi nuove - UH 80 interasse 2.50 m									
	Sezione (-)	Posizione (-)	Combo (-)	Caratteristica			Note: (-)	M/V/T Tot (kN-m)	
				ica (-)	V <sub>(TAGLIO)</sub> (kN)	M <sub>Y(M_FLETT)</sub> (kNm)			M <sub>X(M_TORC)</sub> (kNm)
Sezioni di Campata	SLE Freq	M4	Campata	SLEFase1	Mmax	-10	-461	0	
		M4	Campata	SLEFase2	Mmax	-3	-188	1	
		M4	Campata	SLEFase3-Freq	Mmax	0	35	1	
		M4	Campata	SLEFase1	Mmin	-10	-461	0	M. flettente mezzeria
		M4	Campata	SLEFase2	Mmin	-3	-188	1	
		M4	Campata	SLEFase3-Freq	Mmin	-19	-868	-8	
	SLE Caratt	M4	Campata	SLEFase1	Mmax	-10	-461	0	
		M4	Campata	SLEFase2	Mmax	-3	-188	1	
		M4	Campata	SLEFase3-Caratt	Mmax	0	51	2	
		M4	Campata	SLEFase1	Mmin	-10	-461	0	M. flettente mezzeria
		M4	Campata	SLEFase2	Mmin	-3	-188	1	
		M4	Campata	SLEFase3-Caratt	Mmin	-27	-1264	-13	
	SLU	M4	Campata	SLUFase1	Mmax	-10	-461	0	
		M4	Campata	SLUFase2	Mmax	-3	-188	1	
		M4	Campata	SLUFase3	Mmax	0	69	3	
		M4	Campata	SLUFase1	Mmin	-14	-623	0	M. flettente mezzeria
		M4	Campata	SLUFase2	Mmin	-5	-254	2	
		M4	Campata	SLUFase3	Mmin	-36	-1706	-17	
		M5	Campata	SLUFase1	Vmax	-11	-494	0	
		M5	Campata	SLUFase2	Vmax	-5	-271	3	
		M5	Campata	SLUFase3	Vmax	68	-929	-4	
M4		Campata	SLUFase1	Vmin	-14	-623	0		
M4		Campata	SLUFase2	Vmin	-5	-254	2		
M4		Campata	SLUFase3	Vmin	-161	-1317	-22		
M4		Campata	SLUFase1	Mxmin	-10	-466	0	M. torcente mezzeria	
M4	Campata	SLUFase2	Mxmin	-3	-188	1			
M4	Campata	SLUFase3	Mxmin	-108	-970	-75			
Sezioni di Estremità	SLE Freq	V5	Estremità	SLEFase1	Mmax	186	4	1	
		V5	Estremità	SLEFase2	Mmax	107	-1	-28	
		V5	Estremità	SLEFase3-Freq	Mmax	100	38	-4	
		V4	Estremità	SLEFase1	Mmax	176	4	1	
		V4	Estremità	SLEFase2	Mmax	44	-7	-5	
		V4	Estremità	SLEFase3-Freq	Mmax	281	-20	58	
	SLE Caratt	V5	Estremità	SLEFase1	Mmax	186	4	1	
		V5	Estremità	SLEFase2	Mmax	107	-1	-28	
		V5	Estremità	SLEFase3-Caratt	Mmax	165	49	-7	
		V4	Estremità	SLEFase1	Mmax	176	4	1	
		V4	Estremità	SLEFase2	Mmax	44	-7	-5	
		V4	Estremità	SLEFase3-Caratt	Mmax	409	-28	91	
	SLU	V5	Estremità	SLUFase1	Mmax	251	5	1	
		V5	Estremità	SLUFase2	Mmax	144	-1	-38	
		V5	Estremità	SLUFase3	Mmax	223	66	-9	
		V5	Estremità	SLUFase1	Vmax	251	5	1	
		V5	Estremità	SLUFase2	Vmax	144	-1	-38	
		V5	Estremità	SLUFase3	Vmax	386	-48	41	
		V4	Estremità	SLUFase1	Vmax	237	6	2	Taglio estremità
		V4	Estremità	SLUFase2	Vmax	59	-10	-6	
		V4	Estremità	SLUFase3	Vmax	552	-38	122	
V4		Estremità	SLUFase1	Vmin	176	4	1		
V4		Estremità	SLUFase2	Vmin	44	-7	-5		
V4		Estremità	SLUFase3	Vmin	-10	0	-11		
V4		Estremità	SLUFase1	Mxmax	237	6	2	M. torcente estremità	
V4	Estremità	SLUFase2	Mxmax	44	-7	-5			
V4	Estremità	SLUFase3	Mxmax	408	6	193			

BIANCOLINO - Campata Bologna- Travi nuove - UH 80 interasse 2.50 m										
	Sezione (-)	Posizione (-)	Combo (-)	Caratterist			Note: (-)	M/V/T Tot (kN-m)		
				ica (-)	V <sub>(TAGLIO)</sub> (kN)	M <sub>y(M_FLETT)</sub> (kNm)			M <sub>x(M_TORC)</sub> (kNm)	
Sezioni di Fine Ringrosso	SLE Freq	V9	Fine Ringrosso	SLEFase1	Mmax	163	-95	1		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase2	Mmax	71	-70	-36		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase3-Freq	Mmax	59	-22	-3		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase1</b>	<b>Mmin</b>	<b>163</b>	<b>-95</b>	<b>1</b>	<b>M. flettente ringrosso</b>	<b>-274</b>
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase2</b>	<b>Mmin</b>	<b>71</b>	<b>-70</b>	<b>-36</b>		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase3-Freq</b>	<b>Mmin</b>	<b>145</b>	<b>-110</b>	<b>-4</b>		
	SLE Caratt	V9	Fine Ringrosso	SLEFase1	Mmax	163	-95	1		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase2	Mmax	71	-70	-36		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase3-Caratt	Mmax	102	-47	-2		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase1</b>	<b>Mmin</b>	<b>163</b>	<b>-95</b>	<b>1</b>	<b>M. flettente ringrosso</b>	<b>-334</b>
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase2</b>	<b>Mmin</b>	<b>71</b>	<b>-70</b>	<b>-36</b>		
	V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase3-Caratt</b>	<b>Mmin</b>	<b>220</b>	<b>-169</b>	<b>-8</b>			
	SLU	V9	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	163	-95	1		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	71	-70	-36		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	-6	3	-6		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Vmax</b>	<b>220</b>	<b>-128</b>	<b>2</b>	<b>M. flettente ringrosso</b>	<b>-536</b>
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Vmax</b>	<b>97</b>	<b>-94</b>	<b>-49</b>		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Vmax</b>	<b>425</b>	<b>-314</b>	<b>57</b>		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmax	220	-128	2	<b>Taglio ringrosso</b>	<b>742</b>
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmax	97	-94	-49		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmax	425	-314	57		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	163	-95	1		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	71	-70	-36		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	-6	3	-6		
V9		<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Mxmax</b>	<b>220</b>	<b>-128</b>	<b>2</b>	<b>M. torcente ringrosso</b>	<b>69</b>	
V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Mxmax</b>	<b>71</b>	<b>-70</b>	<b>-36</b>				
V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Mxmax</b>	<b>193</b>	<b>-131</b>	<b>103</b>				

Note:

- Fase 1: PP della trave e del getto non collaborante della soletta
- Fase 2: Carichi permanenti portati
- Fase 3: Carichi da traffico

5.2.5 Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato esistente PADOVA

Sollecitazioni di verifica - Impalcato esistente:										
Sezione	Posizione	Combo	Caratteristica max/min	Sollecitazioni Totali						
				V (kN)	My (kNm)	N (kN)	V (kN)	My (kNm)	N (kN)	
(-)	(-)	(-)	(-)							
Travi principali Esistenti	M1	Campata	SLUFase1	Mmax	-1	-174	-			
	M1	Campata	SLUFase2	Mmax	0	-96	-	-2	-238	-
	M1	Campata	SLUFase3	Mmax	0	32	-			
	M2	Campata	SLUFase1	Mmin	-2	-249	-			
	M2	Campata	SLUFase2	Mmin	-1	-123	-	-22	-917	-
	M2	Campata	SLUFase3	Mmin	-20	-545	-			
	M2	Campata	SLUFase1	Vmax	-1	-185	-			
	M2	Campata	SLUFase2	Vmax	0	-91	-	19	-729	-
	M2	Campata	SLUFase3	Vmax	21	-453	-			
	M2	Campata	SLUFase1	Vmin	-2	-249	-			
	M2	Campata	SLUFase2	Vmin	-1	-123	-	-34	-848	-
	M2	Campata	SLUFase3	Vmin	-32	-475	-			
	V3	Estremità	SLUFase1	Vmin	42	2	-			
	V3	Estremità	SLUFase2	Vmin	13	-1	-	48	4	-
	V3	Estremità	SLUFase3	Vmin	-6	3	-			
	V1	Estremità	SLUFase1	Mmin	43	0	-			
	V1	Estremità	SLUFase2	Mmin	12	-4	-	59	-34	-
	V1	Estremità	SLUFase3	Mmin	4	-29	-			
	V3	Estremità	SLUFase1	Vmax	56	3	-			
	V3	Estremità	SLUFase2	Vmax	17	-1	-	179	-12	-
	V3	Estremità	SLUFase3	Vmax	105	-14	-			
	V8	Estremità	SLUFase1	Vmin	-61	-1	-			
	V8	Estremità	SLUFase2	Vmin	-13	-5	-	-159	-25	-
	V8	Estremità	SLUFase3	Vmin	-85	-19	-			
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Mmax	40	-25	-			
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Mmax	11	-15	-	50	-39	-
	V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Mmax	0	1	-			
V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmax	54	-33	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmax	14	-21	-	111	-117	-	
V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmax	43	-63	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmax	54	-33	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmax	14	-21	-	111	-117	-	
V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmax	43	-63	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	40	-25	-				
V2	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	11	-15	-	46	-52	-	
V2	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	-5	-12	-				
Traversi Esistenti	MTrCamp	Campata	SLUFase1	Mmax	-2	0	0			
	MTrCamp	Campata	SLUFase2	Mmax	-1	12	0	-12	115	0
	MTrCamp	Campata	SLUFase3	Mmax	-9	103	0			
	M6	Campata	SLUFase1	Mmin	-1	-1	0			
	M6	Campata	SLUFase2	Mmin	-1	2	0	-2	-431	0
	M6	Campata	SLUFase3	Mmin	0	-432	0			
	M7	Campata	SLUFase1	Vmax	0	3	0			
	M7	Campata	SLUFase2	Vmax	2	6	0	56	-43	0
	M7	Campata	SLUFase3	Vmax	53	-52	0			
	M7	Campata	SLUFase1	Vmin	0	2	0			
M7	Campata	SLUFase2	Vmin	1	3	0	-128	-352	0	
M7	Campata	SLUFase3	Vmin	-129	-357	0				



5.2.6 Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato in allargamento PADOVA

BIANCOLINO - Campata Padova- Travi nuove - UH 80 interasse 2.50 m										
	Sezione (-)	Posizione (-)	Combo (-)	Caratteri stica (-)	V <sub>(TAGLIO)</sub> (kN)	V <sub>(M_FLETT)</sub> (kNm)	M <sub>(M_TORC)</sub> (kNm)	Note: (-)	M/V/T Tot (kN-m)	
Sezioni di Campata	SLE Freq	M4	Campata	SLEFase1	Mmax	-7	-796	0		
		M4	Campata	SLEFase2	Mmax	-3	-341	1		
		M4	Campata	SLEFase3-Freq	Mmax	0	0	0		
		M5	Campata	SLEFase1	Mmin	-8	-884	0	M. flettente mezzeria	-2402
		M5	Campata	SLEFase2	Mmin	-3	-451	2		
		M5	Campata	SLEFase3-Freq	Mmin	-32	-1067	-3		
	SLE Caratt	M4	Campata	SLEFase1	Mmax	-7	-796	0		
		M4	Campata	SLEFase2	Mmax	-3	-341	1		
		M4	Campata	SLEFase3-Caratt	Mmax	0	0	0		
		M5	Campata	SLEFase1	Mmin	-8	-884	0	M. flettente mezzeria	-2947
		M5	Campata	SLEFase2	Mmin	-3	-451	2		
		M5	Campata	SLEFase3-Caratt	Mmin	-43	-1612	-4		
	SLU	M4	Campata	SLUFase1	Mmax	-7	-796	0		
		M4	Campata	SLUFase2	Mmax	-3	-341	1		
		M4	Campata	SLUFase3	Mmax	0	0	0		
		M5	Campata	SLUFase1	Mmin	-11	-1194	0	M. flettente mezzeria	-3979
		M5	Campata	SLUFase2	Mmin	-4	-609	2		
		M5	Campata	SLUFase3	Mmin	-59	-2176	-5		
M4		Campata	SLUFase1	Vmax	-7	-796	0			
M4		Campata	SLUFase2	Vmax	-3	-341	1			
M4		Campata	SLUFase3	Vmax	36	-965	16			
M5		Campata	SLUFase1	Vmin	-11	-1194	0			
M5	Campata	SLUFase2	Vmin	-4	-609	2				
M5	Campata	SLUFase3	Vmin	-139	-1867	0				
M4	Campata	SLUFase1	Mxmin	-9	-1075	0	M. torcente mezzeria	-59		
M4	Campata	SLUFase2	Mxmin	-3	-341	1				
M4	Campata	SLUFase3	Mxmin	-88	-970	-60				
Sezioni di Estremità	SLE Freq	V5	Estremità	SLEFase1	Mmax	253	10	2		
		V5	Estremità	SLEFase2	Mmax	146	9	-49		
		V5	Estremità	SLEFase3-Freq	Mmax	108	73	-10		
		V4	Estremità	SLEFase1	Mmax	231	11	2		
		V4	Estremità	SLEFase2	Mmax	62	-17	-19		
		V4	Estremità	SLEFase3-Freq	Mmax	310	-17	61		
	SLE Caratt	V5	Estremità	SLEFase1	Mmax	253	10	2		
		V5	Estremità	SLEFase2	Mmax	146	9	-49		
		V5	Estremità	SLEFase3-Caratt	Mmax	189	99	-22		
		V5	Estremità	SLEFase1	Mmin	253	10	2		
		V5	Estremità	SLEFase2	Mmin	146	9	-49		
		V5	Estremità	SLEFase3-Caratt	Mmin	54	-47	85		
	SLU	V5	Estremità	SLUFase1	Mmax	341	13	3		
		V5	Estremità	SLUFase2	Mmax	197	12	-66		
		V5	Estremità	SLUFase3	Mmax	255	134	-30		
		V5	Estremità	SLUFase1	Mmin	253	10	2		
		V5	Estremità	SLUFase2	Mmin	146	9	-49		
		V5	Estremità	SLUFase3	Mmin	73	-64	115		
V5		Estremità	SLUFase1	Vmax	341	13	3	Taglio estremità	1043	
V5		Estremità	SLUFase2	Vmax	197	12	-66			
V5		Estremità	SLUFase3	Vmax	505	-57	37			
V4		Estremità	SLUFase1	Vmin	231	11	2			
V4	Estremità	SLUFase2	Vmin	62	-17	-19				
V4	Estremità	SLUFase3	Vmin	0	0	0				
V4	Estremità	SLUFase1	Mxmax	234	11	3	M. torcente estremità	222		
V4	Estremità	SLUFase2	Mxmax	62	-17	-19				
V4	Estremità	SLUFase3	Mxmax	273	9	238				

BIANCOLINO - Campata Padova- Travi nuove - UH 80 interasse 2.50 m										
	Sezione (-)	Posizione (-)	Combo (-)	Caratteri stica (-)	$V_{(TAGLIO)}$	$Vy_{(M\_FLETT)}$	$Mx_{(M\_TORC)}$	Note: (-)	M/V/T Tot (kN-m)	
					(kN)	(kNm)	(kNm)			
Sezioni di Fine Ringrosso	SLE Freq	V9	Fine Ringrosso	SLEFase1	Mmax	231	-119	2		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase2	Mmax	88	-76	-56		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase3-Freq	Mmax	45	12	-3		
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase1</b>	<b>Mmin</b>	<b>231</b>	<b>-119</b>	<b>2</b>	<b>M. flettente ringrosso</b>	<b>-330</b>
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase2</b>	<b>Mmin</b>	<b>88</b>	<b>-76</b>	<b>-56</b>		
	<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase3-Freq</b>	<b>Mmin</b>	<b>140</b>	<b>-135</b>	<b>34</b>			
	SLE Caratt	V9	Fine Ringrosso	SLEFase1	Mmax	231	-119	2		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase2	Mmax	88	-76	-56		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase3-Caratt	Mmax	88	-5	-6		
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase1</b>	<b>Mmin</b>	<b>231</b>	<b>-119</b>	<b>2</b>	<b>M. flettente ringrosso</b>	<b>-398</b>
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase2</b>	<b>Mmin</b>	<b>88</b>	<b>-76</b>	<b>-56</b>		
	<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase3-Caratt</b>	<b>Mmin</b>	<b>213</b>	<b>-202</b>	<b>53</b>			
	SLU	V9	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	231	-119	2		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	88	-76	-56		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	0	0	0		
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Vmax</b>	<b>312</b>	<b>-161</b>	<b>3</b>	<b>M. flettente ringrosso</b>	<b>-622</b>
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Vmax</b>	<b>119</b>	<b>-103</b>	<b>-76</b>		
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Vmax</b>	<b>440</b>	<b>-358</b>	<b>43</b>		
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Vmax</b>	<b>312</b>	<b>-161</b>	<b>3</b>	<b>Taglio ringrosso</b>	<b>871</b>
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Vmax</b>	<b>119</b>	<b>-103</b>	<b>-76</b>		
		<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Vmax</b>	<b>440</b>	<b>-358</b>	<b>43</b>		
V9		Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	231	-119	2			
V9		Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	88	-76	-56			
V9	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	0	0	0				
<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Mxmin</b>	<b>231</b>	<b>-119</b>	<b>2</b>	<b>M. torcente ringrosso</b>	<b>-101</b>		
<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Mxmin</b>	<b>119</b>	<b>-103</b>	<b>-76</b>				
<b>V9</b>	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Mxmin</b>	<b>133</b>	<b>-18</b>	<b>-27</b>				

Note:

Fase 1: PP della trave e del getto non collaborante della soletta

Fase 2: Carichi permanenti portati

Fase 3: Carichi da traffico

5.2.7 Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato esistente CENTRALE

Sollecitazioni di verifica - Impalcato esistente:									
Sezione	Posizione	Caratt eristic a Combo	max/ min (-)	Sollecitazioni Totali					
				V	My	N	V	My	N
				(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
Travi principali Esistenti	M1	Campata	LUFase Mmax	-3	-738	-	-	-	-
	M1	Campata	LUFase Mmax	-1	-296	-	-4	-902	-
	M1	Campata	LUFase Mmax	0	133	-	-	-	-
	M3	Campata	LUFase Mmin	-4	-1033	-	-	-	-
	M3	Campata	LUFase Mmin	-3	-483	-	-10	-2640	-
	M3	Campata	LUFase Mmin	-3	-1124	-	-	-	-
	M3	Campata	LUFase Vmax	-3	-766	-	-	-	-
	M3	Campata	LUFase Vmax	-2	-358	-	26	-1914	-
	M3	Campata	LUFase Vmax	31	-790	-	-	-	-
	M3	Campata	LUFase Vmin	-4	-1033	-	-	-	-
	M3	Campata	LUFase Vmin	-3	-483	-	-33	-2073	-
	M3	Campata	LUFase Vmin	-26	-556	-	-	-	-
	V6	Estremità	LUFase Mmax	160	-2	-	-	-	-
	V6	Estremità	LUFase Mmax	35	-10	-	305	18	-
	V6	Estremità	LUFase Mmax	110	30	-	-	-	-
	V1	Estremità	LUFase Mmin	116	-3	-	-	-	-
	V1	Estremità	LUFase Mmin	33	-9	-	147	-55	-
	V1	Estremità	LUFase Mmin	-2	-43	-	-	-	-
	V3	Estremità	LUFase Vmax	161	4	-	-	-	-
	V3	Estremità	LUFase Vmax	46	4	-	389	-10	-
	V3	Estremità	LUFase Vmax	182	-17	-	-	-	-
	V8	Estremità	LUFase Vmin	-160	-2	-	-	-	-
	V8	Estremità	LUFase Vmin	-37	-8	-	-298	-31	-
	V8	Estremità	LUFase Vmin	-100	-22	-	-	-	-
	V2	Fine Ringrosso	LUFase Mmax	102	-157	-	-	-	-
	V2	Fine Ringrosso	LUFase Mmax	27	-69	-	130	-225	-
	V2	Fine Ringrosso	LUFase Mmax	0	0	-	-	-	-
	V2	Fine Ringrosso	LUFase Mmin	138	-212	-	-	-	-
	V2	Fine Ringrosso	LUFase Mmin	37	-93	-	268	-497	-
	V2	Fine Ringrosso	LUFase Mmin	93	-192	-	-	-	-
V2	Fine Ringrosso	LUFase Vmax	138	-212	-	-	-	-	
V2	Fine Ringrosso	LUFase Vmax	37	-93	-	270	-488	-	
V2	Fine Ringrosso	LUFase Vmax	95	-184	-	-	-	-	
V2	Fine Ringrosso	LUFase Vmin	102	-157	-	-	-	-	
V2	Fine Ringrosso	LUFase Vmin	27	-69	-	113	-252	-	
V2	Fine Ringrosso	LUFase Vmin	-16	-26	-	-	-	-	
Traversi Esistenti	MTrCamp	Campata	LUFase Mmax	-3	3	0	-	-	-
	MTrCamp	Campata	LUFase Mmax	-6	86	0	-19	315	0
	MTrCamp	Campata	LUFase Mmax	-10	226	0	-	-	-
	MTrCamp	Campata	LUFase Mmin	-2	2	0	-	-	-
	MTrCamp	Campata	LUFase Mmin	-5	48	0	32	-772	0
	MTrCamp	Campata	LUFase Mmin	39	-823	0	-	-	-
	M7	Campata	LUFase Vmax	1	5	0	-	-	-
	M7	Campata	LUFase Vmax	16	61	0	101	4	0
	M7	Campata	LUFase Vmax	84	-62	0	-	-	-
	MTrEstr	Campata	LUFase Vmin	1	2	0	-	-	-
MTrEstr	Campata	LUFase Vmin	14	18	0	-177	-248	0	
MTrEstr	Campata	LUFase Vmin	-192	-268	0	-	-	-	

5.2.8 Tabella riassuntiva delle sollecitazioni – Impalcato in allargamento CENTRALE

BIANCOLINO - Campata Centrale- Travi nuove - UH 110 interasse 2.50 m										
	Sezione (-)	Posizione (-)	Combo (-)	Caratteristica max/min (-)	V <sub>(TAGLIO)</sub> (kN)	M <sub>Y(M_FLETT)</sub> (kNm)	M <sub>X(M_TORQ)</sub> (kNm)	Note: (-)	M/V/T Tot (kN-m)	
Sezioni di Campata	SLE Freq	M4	Campata	SLEFase1	Mmax	-12	-2632	0		
		M4	Campata	SLEFase2	Mmax	-4	-931	3		
		M4	Campata	SLEFase3-Freq	Mmax	0	0	0		
		M5	Campata	SLEFase1	Mmin	-13	-2848	0	M. flettente mezzeria	-5858
		M5	Campata	SLEFase2	Mmin	-4	-1137	4		
		M5	Campata	SLEFase3-Freq	Mmin	-26	-1873	0		
	SLE Caratt	M4	Campata	SLEFase1	Mmax	-12	-2632	0		
		M4	Campata	SLEFase2	Mmax	-4	-931	3		
		M4	Campata	SLEFase3-Caratt	Mmax	0	0	0		
		M5	Campata	SLEFase1	Mmin	-13	-2848	0	M. flettente mezzeria	-6967
		M5	Campata	SLEFase2	Mmin	-4	-1137	4		
		M5	Campata	SLEFase3-Caratt	Mmin	-36	-2982	1		
	SLU	M4	Campata	SLUFase1	Mmax	-12	-2632	0		
		M4	Campata	SLUFase2	Mmax	-4	-931	3		
		M4	Campata	SLUFase3	Mmax	0	0	0		
		M5	Campata	SLUFase1	Mmin	-17	-3845	0	M. flettente mezzeria	-9405
		M5	Campata	SLUFase2	Mmin	-5	-1535	5		
		M5	Campata	SLUFase3	Mmin	-49	-4025	2		
		M5	Campata	SLUFase1	Vmax	-13	-2848	0		
		M5	Campata	SLUFase2	Vmax	-4	-1137	4		
		M5	Campata	SLUFase3	Vmax	150	-3348	16		
		M4	Campata	SLUFase1	Vmin	-16	-3554	0		
		M4	Campata	SLUFase2	Vmin	-6	-1257	4		
		M4	Campata	SLUFase3	Vmin	-95	-2480	-19		
M4	Campata	SLUFase1	Mxmax	-16	-3532	0	M. torcente mezzeria	65		
M4	Campata	SLUFase2	Mxmax	-6	-1257	4				
M4	Campata	SLUFase3	Mxmax	75	-1876	61				
Sezioni di Estremità	SLE Freq	V5	Estremità	SLEFase1	Mmax	478	3	4		
		V5	Estremità	SLEFase2	Mmax	207	-3	-104		
		V5	Estremità	SLEFase3-Freq	Mmax	164	4	2		
		V4	Estremità	SLEFase1	Mmax	447	5	5		
		V4	Estremità	SLEFase2	Mmax	99	-23	-61		
		V4	Estremità	SLEFase3-Freq	Mmax	306	-29	-2		
	SLE Caratt	V5	Estremità	SLEFase1	Mmax	478	3	4		
		V5	Estremità	SLEFase2	Mmax	207	-3	-104		
		V5	Estremità	SLEFase3-Caratt	Mmax	289	4	-16		
		V4	Estremità	SLEFase1	Mmax	447	5	5		
		V4	Estremità	SLEFase2	Mmax	99	-23	-61		
		V4	Estremità	SLEFase3-Caratt	Mmax	464	-46	-17		
	SLU	V5	Estremità	SLUFase1	Mmax	645	5	6		
		V5	Estremità	SLUFase2	Mmax	280	-4	-141		
		V5	Estremità	SLUFase3	Mmax	390	5	-21		
		V4	Estremità	SLUFase1	Vmax	604	6	7		
		V4	Estremità	SLUFase2	Vmax	133	-31	-82		
		V4	Estremità	SLUFase3	Vmax	629	-67	-43		
		V5	Estremità	SLUFase1	Vmax	645	5	6	Taglio estremità	1497
		V5	Estremità	SLUFase2	Vmax	280	-4	-141		
		V5	Estremità	SLUFase3	Vmax	572	-62	29		
		V4	Estremità	SLUFase1	Vmin	447	5	5		
		V4	Estremità	SLUFase2	Vmin	99	-23	-61		
		V4	Estremità	SLUFase3	Vmin	0	0	0		
V4	Estremità	SLUFase1	Mxmin	447	5	5	M. torcente estremità	-247		
V4	Estremità	SLUFase2	Mxmin	133	-31	-82				
V4	Estremità	SLUFase3	Mxmin	266	-49	-170				

BIANCOLINO - Campata Centrale- Travi nuove - UH 110 interasse 2.50 m										
	Sezione (-)	Posizione (-)	Combo (-)	Caratteristica max/min (-)	$V_{(TAGLIO)}$	$M_Y(M\_FLETT)$	$M_X(M\_TORC)$	Note: (-)	$M/V/T\ Tot$ (kN-m)	
					(kN)	(kNm)	(kNm)			
Sezioni di Fine Ringrosso	SLE Freq	V9	Fine Ringrosso	SLEFase1	Mmax	418	-603	4		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase2	Mmax	148	-284	-109		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase3-Freq	Mmax	3	-3	6		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase1</b>	<b>Mmin</b>	<b>418</b>	<b>-603</b>	<b>4</b>		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase2</b>	<b>Mmin</b>	<b>148</b>	<b>-284</b>	<b>-109</b>	M. flettente ringrosso	-1292
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase3-Freq</b>	<b>Mmin</b>	<b>164</b>	<b>-404</b>	<b>9</b>		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase1	Mmax	418	-603	4		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase2	Mmax	148	-284	-109		
		V9	Fine Ringrosso	SLEFase3-Caratt	Mmax	4	-5	10		
	SLE Caratt	V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase1</b>	<b>Mmin</b>	<b>418</b>	<b>-603</b>	<b>4</b>		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase2</b>	<b>Mmin</b>	<b>148</b>	<b>-284</b>	<b>-109</b>	M. flettente ringrosso	-1540
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLEFase3-Caratt</b>	<b>Mmin</b>	<b>280</b>	<b>-652</b>	<b>1</b>		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	418	-603	4		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	148	-284	-109		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	0	0	0		
	SLU	V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Vmax</b>	<b>564</b>	<b>-815</b>	<b>6</b>		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Vmax</b>	<b>199</b>	<b>-383</b>	<b>-147</b>	M. flettente ringrosso	-2120
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Vmax</b>	<b>538</b>	<b>-922</b>	<b>36</b>		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Vmax</b>	<b>564</b>	<b>-815</b>	<b>6</b>		
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Vmax</b>	<b>199</b>	<b>-383</b>	<b>-147</b>	Taglio ringrosso	1301
		V9	<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Vmax</b>	<b>538</b>	<b>-922</b>	<b>36</b>		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase1	Vmin	418	-603	4		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase2	Vmin	148	-284	-109		
		V9	Fine Ringrosso	SLUFase3	Vmin	0	0	0		
V9		<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase1</b>	<b>Mxmin</b>	<b>418</b>	<b>-603</b>	<b>4</b>			
V9		<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase2</b>	<b>Mxmin</b>	<b>199</b>	<b>-383</b>	<b>-147</b>	M. torcente ringrosso	-203	
V9		<b>Fine Ringrosso</b>	<b>SLUFase3</b>	<b>Mxmin</b>	<b>326</b>	<b>-581</b>	<b>-61</b>			

Note:

Fase 1: PP della trave e del getto non collaborante della soletta

Fase 2: Carichi permanenti portati

Fase 3: Carichi da traffico

## 6. Deformazioni verticali

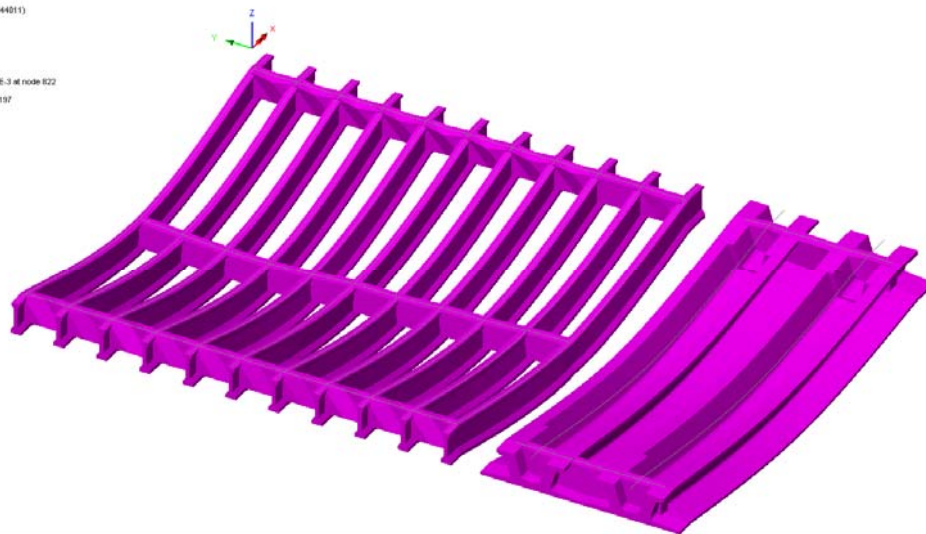
### 6.1 Deformazioni massime

Si riporta di seguito l'involuppo delle configurazioni deformate delle travi principali sotto l'effetto dei carichi da traffico (fase 3)

#### Carichi variabili da traffico

#### Campata BOLOGNA

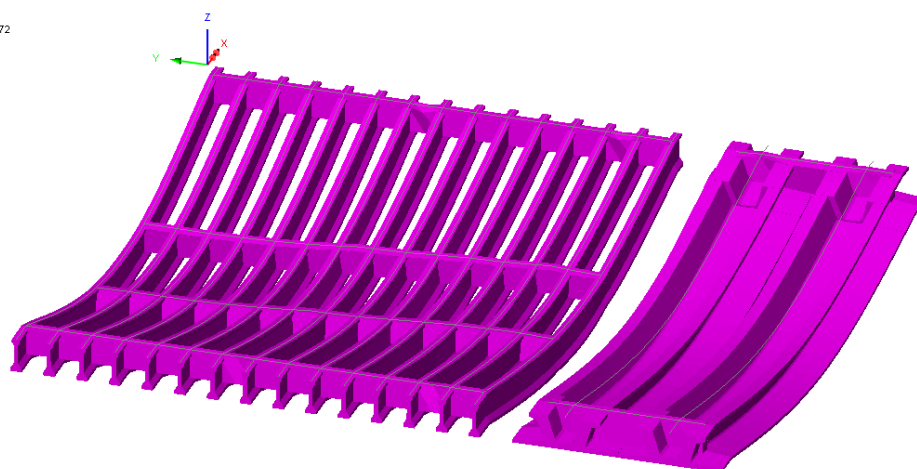
Scale: 1: 69.4302  
 Zoom: 100.0  
 Eye: (-0.732133, -0.407058, 0.544811)  
 Linear/dynamic analysis  
 Combining on: DZ  
 SLEFase3-Carett (Min)  
 Maximum displacement: 3.92258E-3 at node 822  
 Deformation exaggeration: 263.197



*Deformata verticale massima di Fase 3 - Travi principali e traversi*

#### Campate PADOVA

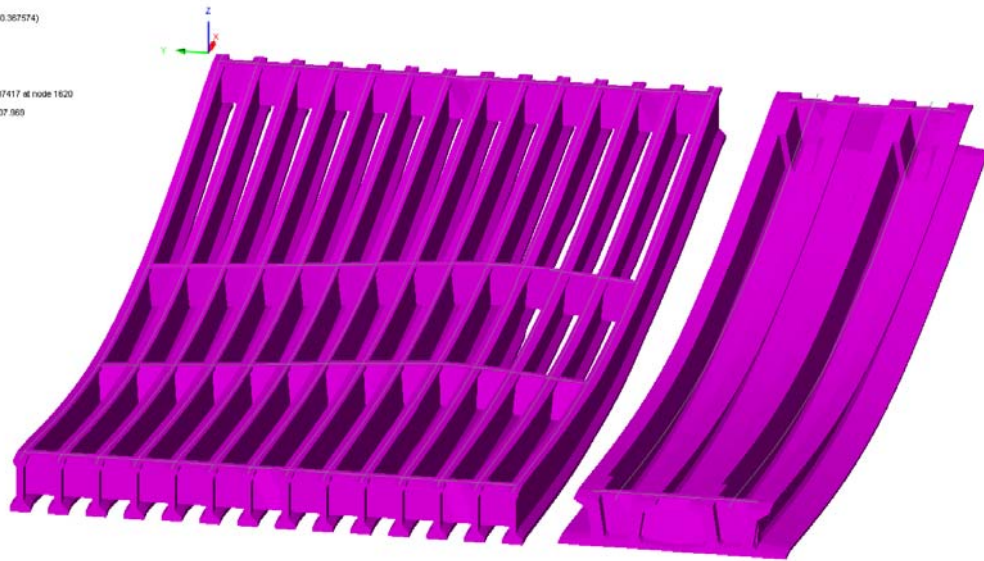
Scale: 1: 101.322  
 Zoom: 113.254  
 Eye: (-0.853002, -0.280675, 0.440011)  
 Linear/dynamic analysis  
 Combining on: DZ  
 SLEFase3-Carett (Min)  
 Maximum displacement: 6.91097E-3 at node 1272  
 Deformation exaggeration: 219.916



*Deformata verticale massima di Fase 3 - Travi principali e traversi*

**Campate CENTRALE**

Scale: 1: 72.3300  
 Zoom: 100.0  
 Eye: (-0.914806, -0.168489, 0.367574)  
 Linear/Static analysis  
 Combining on: OZ  
 SLE/asse3-Caratt (Min)  
 Maximum displacement: 0.0137417 at node: 1820  
 Deformation exaggeration: 107.969



*Deformata verticale massima di Fase 3 - Travi principali e trasversi*

Combinazione	Impalcato	$\delta$ (mm)	L/ $\delta$
SLE Caratteristica Fase 3	BOLOGNA	3.92	2640
	PADOVA	6.91	1968
	CENTRALE	13.74	1696

Le deformazioni indotte dal traffico veicolare sono modeste.

## 7. Verifiche delle travi in c.a.p. e dei traversi

### 7.1 Generalità

Le verifiche di resistenza vengono effettuate allo S.L.U. con riferimento alle massime/minime sollecitazioni flettenti in mezzera e taglianti in corrispondenza alle sezioni di estremità, secondo i criteri contenuti in EN 1992-1-1/1992.2 e in NTC 2008.

Nel primo caso, la verifica di resistenza in condizioni ultime di una sezione presso-inflessa consiste nel soddisfacimento della seguente disuguaglianza:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} (N_{Ed})$$

dove:

$M_{Ed}$  = momento flettente sollecitante di calcolo, valutata sotto la combinazione;

$M_{Rd}$  = momento flettente resistente associato all'azione assiale concomitante  $N_{Ed}$ .

In fase di verifica viene definito coefficiente di sicurezza  $\gamma$  il rapporto tra  $M_{Rd}$  e  $M_{Ed}$ . La verifica di resistenza può quindi ritenersi soddisfatta se risulta  $\gamma \geq 1$ .

La verifica S.L.U. per azioni taglianti consiste nel soddisfacimento della seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

dove:

$V_{Ed}$  = azione tagliente sollecitante di calcolo, valutata sotto la combinazione;

$V_{Rd}$  = taglio resistente.

Il contributo resistente al taglio sarà il minimo valore tra quello dato dalla resistenza di calcolo a "taglio trazione", riferita all'armatura trasversale, e quello dato dalla resistenza a "taglio compressione", associata al nucleo in calcestruzzo (EN 1992-1-1 §6.2.3).

$$V_{Rd} = \min\{V_{Rsd}; V_{Rd,max}\}$$

con

$$V_{Rsd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$$

dove:

$A_{sw}$  = area dell'armatura trasversale a taglio

$s$  = passo delle staffe

$z$  = braccio della coppia interna assunto pari a  $z = 0.9 \cdot d$

$\alpha$  = angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave

$\theta$  = inclinazione del puntone compresso di calcestruzzo (con  $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ )

$f_{ywd}$  = tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio

$v_1$  = coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio



$\alpha_{cw}$  = coefficiente che considera l'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale

Le verifiche sono condotte considerando le azioni agenti sulla trave più sollecitata come palesato attraverso la modellazione tridimensionale agli E.F.

Per le verifiche a flessione delle travi in CAP viene presa in conto l'armatura di precompressione come desunto dagli elaborati di archivio - per l'impalcato esistente - e viene invece effettuata la progettazione per le travi nuove. A favore di sicurezza si trascura la presenza dell'armatura lenta longitudinale ad intradosso trave.

Per la verifica dei traversi esistenti e per quella a taglio delle travi ci si avvale delle informazioni palesate dagli elaborati di archivio.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, è prevista la realizzazione di un sovrappessore strutturale armato sulle solette esistenti che presentano ora uno spessore estremamente modesto ( $s_{SOL} = 0.18$  m coppella inclusa). Tale sovrappessore vede la presenza di armature integrative sia longitudinali, sia trasversali e, attraverso la connessione meccanica con la soletta esistente realizzata tramite inghisaggio di spilli a maglia regolare, risulta efficace nei confronti delle sollecitazioni flettenti e taglianti agenti sulle travi e sui traversi.

Nelle verifiche seguenti si prende quindi in conto la configurazione post-intervento e, quindi, si considerano l'effetto benefico del sovrappessore strutturale.

In accordo con le NTC'08 (§4.1.2.2.5.1), per la porzione di impalcato di nuova realizzazione (travi in CAP, traversi e solette) si implementa anche la verifica tensionale agli stati limite di esercizio che verificherà il rispetto delle tensioni limite nel calcestruzzo e nell'acciaio, sia esso ordinario, sia da precompressione.

Per il calcestruzzo di trave

- $\sigma_c < 0.60 \cdot f_{ck} = 0.60 \cdot 45 = 27.0MPa$  per la combinazione caratteristica (SLE rara)
- $\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 45 = 20.2MPa$  per la combinazione SLE quasi permanente

Per l'armatura da precompressione

- $\sigma_{sp} < \begin{cases} 0.90 \cdot f_{p(0.1)k} = 0.90 \cdot 1604 = 1444MPa \\ 0.80 \cdot f_{ptk} = 0.80 \cdot 1860 = 1488MPa \end{cases}$  al tiro
- $\sigma_{sp} < 0.80 \cdot f_{p(1)k} = 0.80 \cdot 1670 = 1336MPa$  per la combinazione caratteristica (SLE rara)

Per il calcestruzzo di soletta

- $\sigma_c < 0.60 \cdot f_{ck} = 0.60 \cdot 35 = 21.0MPa$  per la combinazione caratteristica (SLE rara)
- $\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 35 = 15.8MPa$  per la combinazione SLE quasi permanente

Per l'armatura lenta

- $\sigma_s < 0.80 \cdot f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360MPa$  per la combinazione caratteristica (SLE rara)

Inoltre per la verifica a fessurazione si considerano le condizioni ambientali aggressive che, in accordo con le NTC'08 §4.1.2.2.4.5, per le armature sensibili prevedono un'apertura di fessura inferiore a  $w_1 = 0.2$  mm agli stati limite di esercizio frequenti e uno stato limite di decompressione con l'assenza di fessure dovuta a tensioni normali di compressione o al più nulle agli S.L.E. quasi permanente. Per gli S.L.E. frequente il

calcolo dell'apertura di fessura viene effettuato nel caso in cui la tensione massima di trazione nella fibra più sollecitata risulti essere superiore a  $f_{ctm}/1.2$  (NTC'08 §4.1.2.2.4.1) essendo:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 0.30 \cdot \sqrt[3]{45^2} = 3.79 MPa \quad \text{per C45/55} \quad (\text{NTC'08 §11.2.10.2})$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 0.30 \cdot \sqrt[3]{35^2} = 3.21 MPa \quad \text{per C35/45} \quad (\text{NTC'08 §11.2.10.2})$$

Per la verifica degli stati limite di fessurazione si fa riferimento a quanto previsto dalle NTC'08 §4.1.2.2.4.5. In funzione della classe di esposizione delle travi e della soletta (XF4) si considereranno le condizioni ambientali molto aggressive che non prevedono alcuna apertura di fessura agli S.L.E. frequenti e il rispetto della decompressione agli S.L.E. quasi permanenti:

Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
		Sensibile		Poco sensibile	
		Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
Ordinarie	Frequente	Ap. fessure	$\leq w_2$	Ap. fessure	$\leq w_3$
	Quasi permanente	Ap. fessure	$\leq w_1$	Ap. fessure	$\leq w_2$
Aggressive	Frequente	Ap. fessure	$\leq w_1$	Ap. fessure	$\leq w_2$
	Quasi permanente	Decompressione	-	Ap. fessure	$\leq w_1$
Molto aggressive	Frequente	Formazione fessure	-	Ap. fessure	$\leq w_1$
	Quasi permanente	Decompressione	-	Ap. fessure	$\leq w_1$

## 7.2 Verifiche di resistenza S.L.U. per azioni flettenti

La verifica di resistenza in condizioni ultime di una sezione presso-inflessa consiste nel soddisfacimento della seguente disuguaglianza:

$$\gamma = \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}(N_{Ed})} \leq 1$$

Nei risultati riassunti di seguito verranno considerati i set di sollecitazioni derivanti dalla massimizzazione/minimizzazione delle sollecitazioni flettenti ( $M_{y,max}$  e  $M_{y,min}$ ) e per ciascuna di esse verranno calcolati i momenti resistenti ( $M_{Rd}$ ) associati all'azione assiale agente e alle caratteristiche geometriche e meccaniche specificate per la sezione in esame. La verifica si considera soddisfatta quando il coefficiente di sicurezza (C.S.) risulta superiore all'unità.

Di seguito si riportano le verifiche condotte in cui si indica con:

$N_{Ed}$  = azione assiale sollecitante espressa in kN

$M_{Ed}$  = azione flettente sollecitante espressa in kNm

$M_{Rd}$  = azione flettente resistente, funzione dell'azione assiale sollecitante, espressa in kNm

C.S. = coefficiente di sicurezza paria al rapporto fra l'azione flettente resistente e quella sollecitante

### 7.2.1 Impalcato esistente

#### Campata BOLOGNA – Travi principali

##### Trefoli in acciaio in travi esistenti

$\Phi$	$n_{FILI}$	$A_{TR}$	$f_{yk}$	$f_{yd}$	$f_{uk}$	$n_{TOT-TREFOLI}$	$\sigma_{SPI}$
(")	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(MPa)
3/8	7	51.6	1600	1391	1800	16	1300

**Titolo:** Trave esistente campata con sovrapposizione soletta

**N° Vertici:** 16 **Zoom** **N° barre:** 3 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
12	-10	80
13	-10	74
14	-5	66
15	-5	20
16	-13.5	8

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.93	0	97
2	1.97	0	92
3	1.97	0	83

**Tipo Sezione:**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Armatura Precompressione:**  
**N° cavi:** 5 **Zoom**

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]	$\sigma_{st}$ [MPa]
1	2.58	0	3.5	1300
2	2.58	0	8	1300
3	1.032	0	12.1	1300
4	1.032	0	62	1300
5	1.032	0	78.5	1300

**Sollecitazioni:**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>:** 0 **0** kN  
**M<sub>xEd</sub>:** 794 **0** kNm  
**M<sub>yEd</sub>:** 0 **0**

**P.to applicazione N:**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Tipo rottura:**  
 Lato calcestruzzo - Cavo snervato

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione:**  
 Retta  Deviata

**Materiali:**  
**FeB44k** **C35/45**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  373.9 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.87 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{cl}$  2.257

**M<sub>xRd</sub>:** 905 kN m  
 $\sigma_c$  -19.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  373.9 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  6.244 ‰  
 d 99.5 cm  
 x 7.184 x/d 0.0722  
 $\delta$  0.7

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**N° rett.** 100  
**L<sub>o</sub>** 0 cm **Col. modello**

Precompresso

**Tipo cavo:**  
 TrefEsist  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  
 $f_{yd}$  1,391 N/mm²  
 $E_s/E_c$  6  
 $\epsilon_{syd}$  6.955 ‰  
 $\sigma_{s,adm}$  1280 N/mm²

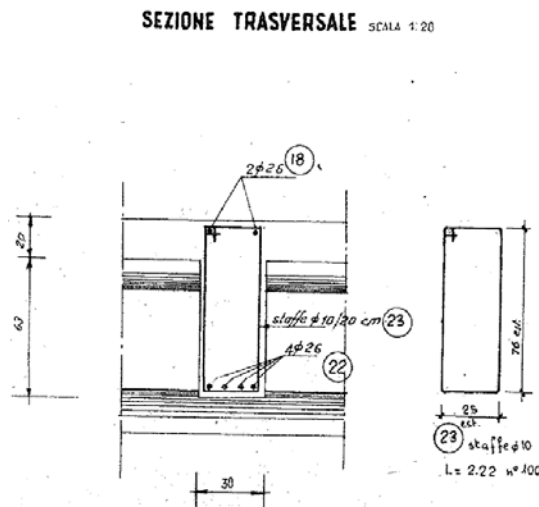
$\sigma_{sp}$  1,391 N/mm²  
 $\epsilon_{sp}$  51.48 ‰ compressa pref.

Med<sub>SLU</sub>= 794 kNm      Mrd<sub>SLU</sub>= 905 kNm      c.s.= 1.14

Si sono assunte le caratteristiche resistenti del calcestruzzo della soletta in quanto la porzione soggetta a compressione è appartenente a ques'ultima.

Campata BOLOGNA – Traversi di campata

Nelle analisi si tiene conto anche della presenza dell'armatura in soletta (in direzione longitudinale e in direzione trasversale) interna alla larghezza collaborante e si considera l'effetto dell'inclinazione dell'armatura stessa rispetto alla direzione del traverso.



Traversi di campata

L'armatura dedicata al traverso, tratta dal progetto di archivio, è pari a:

$$A_{S_{SUP}} = 2 \Phi 26 \text{ mm}$$

$$A_{S_{INF}} = 4 \Phi 26 \text{ mm}$$

Si prende in conto l'effetto del sovrappessore strutturale di 0.05 m e dell'armatura aggiuntiva presente pari a una orditura ortogonale di barre  $\Phi 10/200$  mm. Larghezza collaborante  $L_{COLL} = 2.50$  m

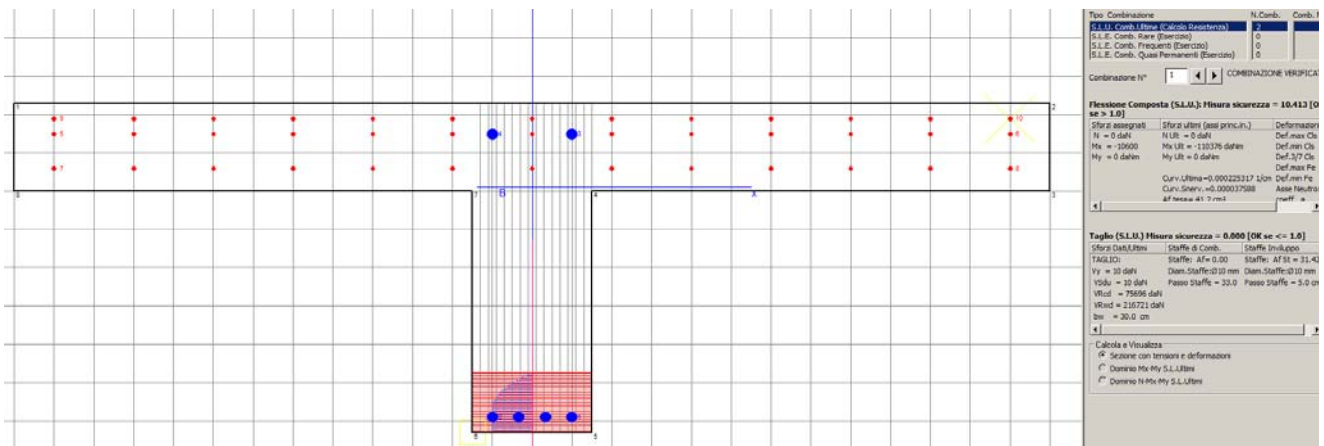
**ARMATURE ESISTENTI:**

Armature reali in soletta					
Longitud.			Trasvers.		
$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{SLONG\_EQUIV}$	$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{STRASV\_EQUIV}$
(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )	(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )
10	3	0	10	5	982

**ARMATURE AGGIUNTIVE IN PROGETTO:**

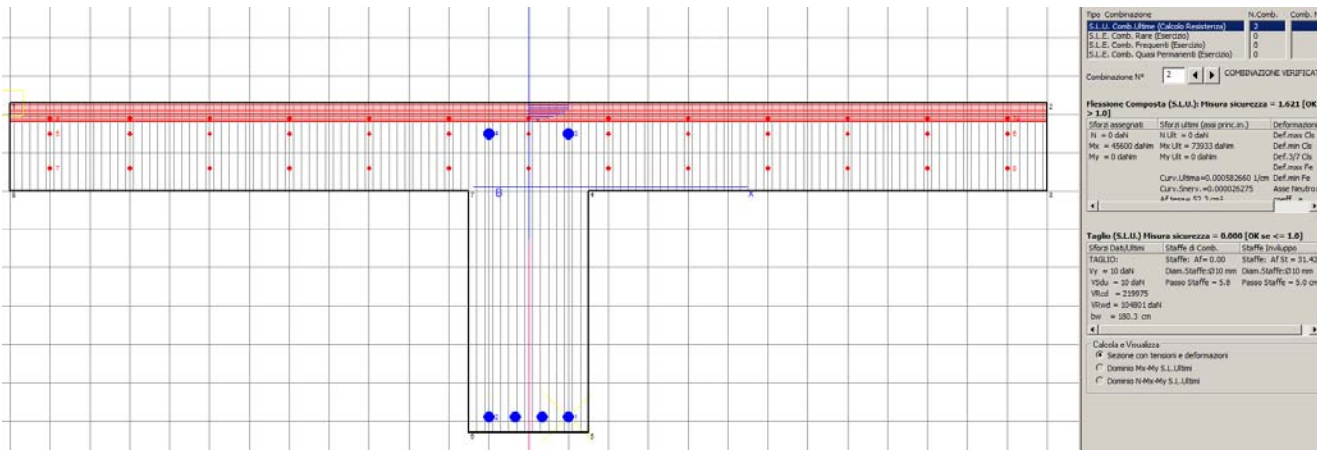
Armature reali in soletta					
Longitud.			Trasvers.		
$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{SLONG\_EQUIV}$	$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{STRASV\_EQUIV}$
(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )	(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )
10	5	0	10	5	982

Momento massimo positivo:



$$M_{ed_{SLU}} = 106 \text{ kNm} \quad M_{rd_{SLU}} = 1103 \text{ kNm} \quad c.s. = 10.4$$

Momento minimo negativo:



Med<sub>SLU</sub> = -456 kNm    Mrd<sub>SLU</sub> = -739 kNm    c.s. = 1.62

La verifica è soddisfatta.

Campata PADOVA – Travi principali

Trefoli in acciaio in travi esistenti

Φ	n <sub>FILI</sub>	A <sub>TR</sub>	f <sub>yk</sub>	f <sub>yd</sub>	f <sub>uk</sub>	n <sub>TOT-TREFOLI</sub>	σ <sub>SPI</sub>
(")	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(MPa)
3/8	7	51.6	1600	1391	1800	20	1300

**TITOLO:** Trave esistente campata con sovrapposizione soletta

N° Vertici: 16    N° barre: 3

N°	x [cm]	y [cm]
8	39	80
9	39	103
10	-39	103
11	-39	80
12	-10	80
13	-10	74

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	3.93	0	97
2	1.97	0	92
3	1.97	0	83

**Sollecitazioni S.L.U.**

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
M<sub>xEd</sub>: 917 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

**Materiali**

FeB44k: ε<sub>su</sub> 67.5%, f<sub>yd</sub> 373.9 N/mm<sup>2</sup>, E<sub>s</sub> 200.000 N/mm<sup>2</sup>, ε<sub>syd</sub> 1.87%, σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup>

C35/45: ε<sub>c2</sub> 2‰, ε<sub>cu</sub> 3.5‰, f<sub>cd</sub> 19.83, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8, σ<sub>c,adm</sub> 13.5, τ<sub>cl</sub> 0.8, τ<sub>cl</sub> 2.257

**Tipo Sezione**

Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

**Armatura Precompressione**

N° cavi: 6

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]	σ <sub>sp</sub> [MPa]
2	2.58	0	8	1300
3	2.064	0	12.1	1300
4	1.032	0	16.2	1300
5	1.032	0	42	1300
6	1.032	0	78.5	1300

**Tipo cavo**: TrefEsist

ε<sub>su</sub> 67.5%, f<sub>yd</sub> 1.391 N/mm<sup>2</sup>, E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 6, ε<sub>syd</sub> 6.955%, σ<sub>s,adm</sub> 1280 N/mm<sup>2</sup>

**Metodo di calcolo**: S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n

**Tipo flessione**: Retta, Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd, Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm, Col. modello

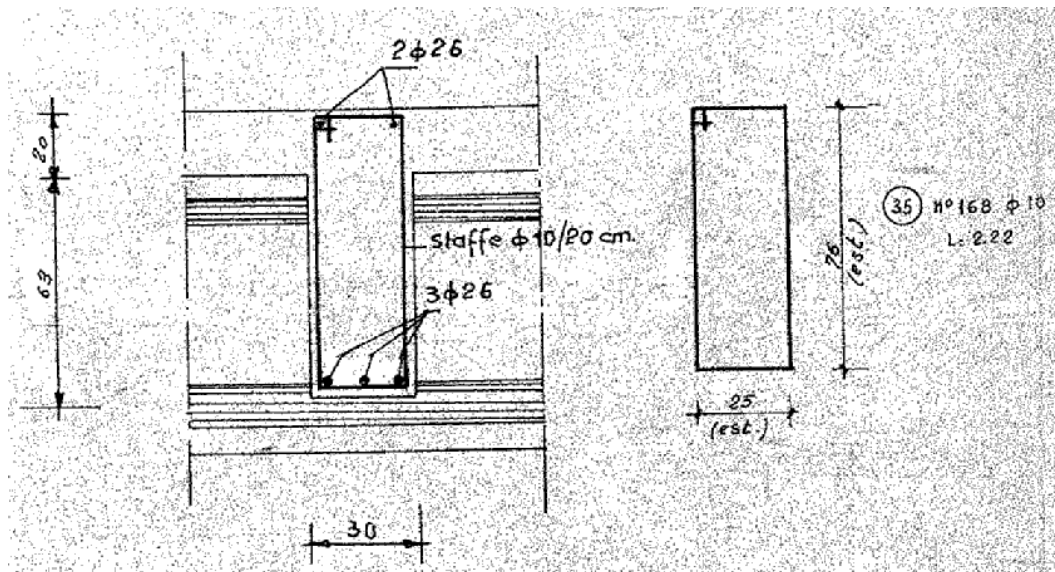
Precompresso

Med<sub>SLU</sub>= 917 kNm      Mrd<sub>SLU</sub>= 1150 kNm      c.s.= 1.25

Si sono assunte le caratteristiche resistenti del calcestruzzo della soletta in quanto la porzione soggetta a compressione è appartenente a ques'ultima.

Campata PADOVA – Traversi di campata

Nelle analisi si tiene conto anche della presenza dell'armatura in soletta (in direzione longitudinale e in direzione trasversale) interna alla larghezza collaborante e si considera l'effetto dell'inclinazione dell'armatura stessa rispetto alla direzione del traverso.



Traversi di campata

L'armatura dedicata al traverso, tratta dal progetto di archivio, è pari a:

AS<sub>SUP</sub>= 2 φ 26 mm

AS<sub>INF</sub>= 3 φ 26 mm

Si prende in conto l'effetto del sovrappessore strutturale di 0.05 m e dell'armatura aggiuntiva presente pari a una orditura ortogonale di barre φ10/200 mm. Larghezza collaborante L<sub>COLL</sub>= 2.50 m

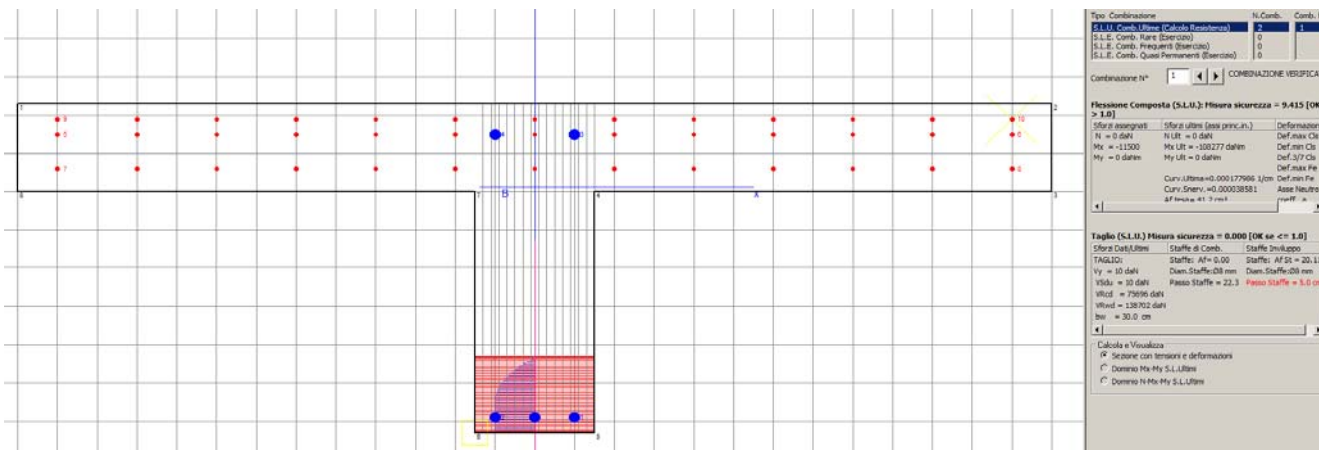
**ARMATURE ESISTENTI:**

Armature reali in soletta					
Longitud.			Trasvers.		
Φ	n <sub>BARRE/m</sub>	AS <sub>LONG_EQUIV</sub>	Φ	n <sub>BARRE/m</sub>	AS <sub>TRASV_EQUIV</sub>
(mm)	(-)	(mmq/L <sub>COLLAB</sub> )	(mm)	(-)	(mmq/L <sub>COLLAB</sub> )
10	3	0	10	5	982

**ARMATURE AGGIUNTIVE IN PROGETTO:**

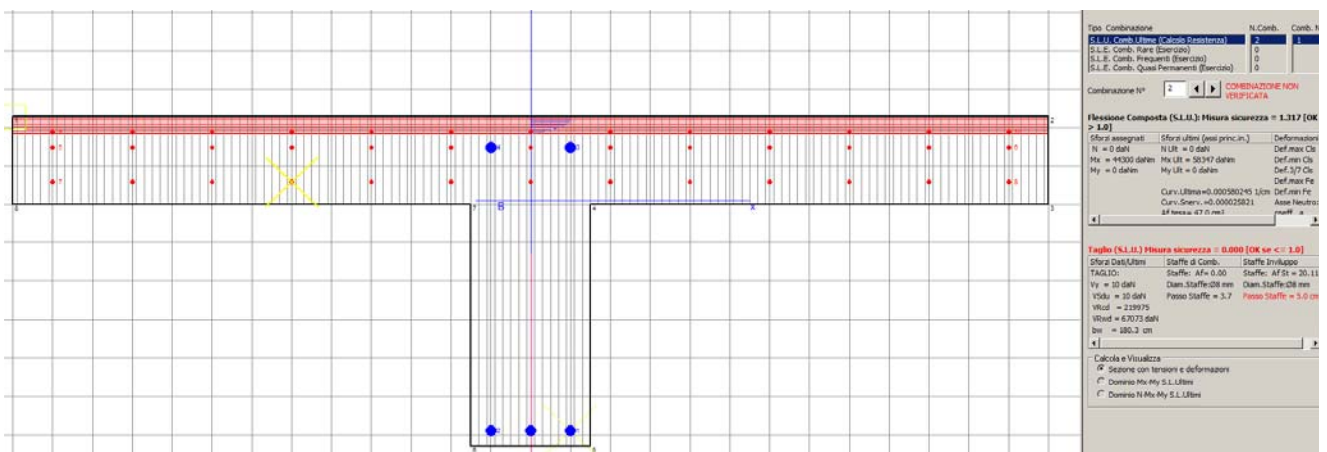
Armature reali in soletta					
Longitud.			Trasvers.		
Φ	n <sub>BARRE/m</sub>	AS <sub>LONG_EQUIV</sub>	Φ	n <sub>BARRE/m</sub>	AS <sub>TRASV_EQUIV</sub>
(mm)	(-)	(mmq/L <sub>COLLAB</sub> )	(mm)	(-)	(mmq/L <sub>COLLAB</sub> )
10	5	0	10	5	982

Momento massimo positivo:



Med<sub>SLU</sub> = 115 kNm      Mrd<sub>SLU</sub> = 1083 kNm      c.s. = 9.41

Momento minimo negativo:



Med<sub>SLU</sub> = -431 kNm      Mrd<sub>SLU</sub> = -583 kNm      c.s. = 1.32

La verifica è soddisfatta.

**Campata CENTRALE – Travi principali**

Trefoli in acciaio in travi esistenti

Φ	n <sub>FILI</sub>	A <sub>TR</sub>	f <sub>yk</sub>	f <sub>yd</sub>	f <sub>uk</sub>	n <sub>TOT-TREFOLI</sub>	σ <sub>SPI</sub>
(")	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(MPa)
3/8	7	51.6	1600	1391	1800	50	1300



**Titolo:** Trave esistente campata con sovrasspessore soletta

**N° Vertici:** 16 **Zoom** **N° barre:** 3 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-22	0
2	22	0
3	22	10
4	7	25
5	7	103
6	14	113

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1	0	135
2	1.57	0	135
3	1.57	0	125

**Tipo Sezione:**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Armatura Precompressione:**  
**N° cavi:** 14 **Zoom**

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]	$\sigma_{sp}$ [MPa]
1	4.128	0	3.5	1300
2	4.128	0	7.5	1300
3	3.096	0	11.5	1300
4	3.096	0	15.5	1300
5	2.064	0	19.5	1300
6	1.032	0	23.5	1300

**Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n

**N<sub>Ed</sub>** 0 kN  
**M<sub>xEd</sub>** 2640 kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0 kNm

**P.to applicazione N:**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura:** Lato calcestruzzo - Cavo snervato

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione:**  
 Retta  Deviata

**Materiali:**  
**FeB44k:**  $\epsilon_{su}$  67.5‰,  $f_{yd}$  373.9 N/mm²,  $E_s$  200,000 N/mm²,  $E_s/E_c$  15,  $\epsilon_{syd}$  1.87‰,  $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  
**C35/45:**  $\epsilon_{c2}$  2‰,  $\epsilon_{cu}$  3.5‰,  $f_{cd}$  19.83,  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8,  $\sigma_{c,adm}$  13.5,  $\tau_{c0}$  0.8,  $\tau_{c1}$  2.257

**M<sub>xRd</sub>** 3,781 kNm  
 **$\sigma_c$**  -19.83 N/mm²  
 **$\sigma_s$**  -225 N/mm²  
 **$\epsilon_c$**  3.5‰  
 **$\epsilon_s$**  -1.125‰  
**d** 139.5 cm  
**x** 26.53 **x/d** 0.1902  
 **$\delta$**  0.7

**Calcola MRd** **Domino M-N**  
**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**

**Tipo cavo:** TrefExist  
 **$\epsilon_{su}$**  67.5‰  
 **$f_{yd}$**  1,391 N/mm²  
 **$E_s/E_c$**  6  
 **$\epsilon_{syd}$**  6.955‰  
 **$\sigma_{s,adm}$**  1280 N/mm²

**$\sigma_{sp}$**  1,391 N/mm²  
 **$\epsilon_{sp}$**  21.41‰ compressa predef.

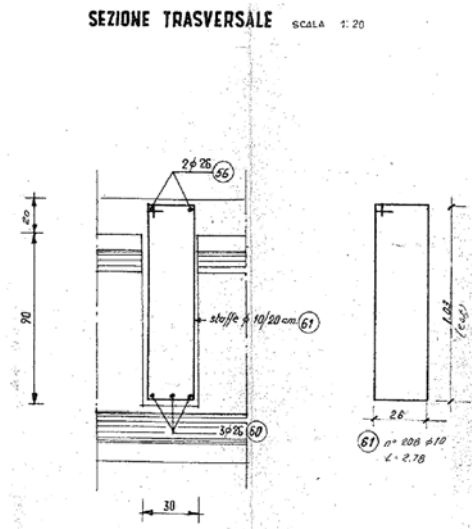
Precompresso

Med<sub>SLU</sub>= 2640 kNm Mrd<sub>SLU</sub>= 3781 kNm c.s.= 1.43

Si sono assunte le caratteristiche resistenti del calcestruzzo della soletta in quanto la porzione soggetta a compressione è appartenente a ques'ultima.

Campata CENTRALE – Traversi di campata

Nelle analisi si tiene conto anche della presenza dell'armatura in soletta (in direzione longitudinale e in direzione trasversale) interna alla larghezza collaborante e si considera l'effetto dell'inclinazione dell'armatura stessa rispetto alla direzione del traverso.



Traversi di campata

L'armatura dedicata al traverso, tratta dal progetto di archivio, è pari a:

$$A_{S_{SUP}} = 2 \Phi 26 \text{ mm}$$

$$A_{S_{INF}} = 3 \Phi 26 \text{ mm}$$

Si prende in conto l'effetto del sovrappessore strutturale di 0.05 m e dell'armatura aggiuntiva presente pari a una orditura ortogonale di barre  $\Phi 10/200$  mm. Larghezza collaborante  $L_{COLL} = 2.50$  m

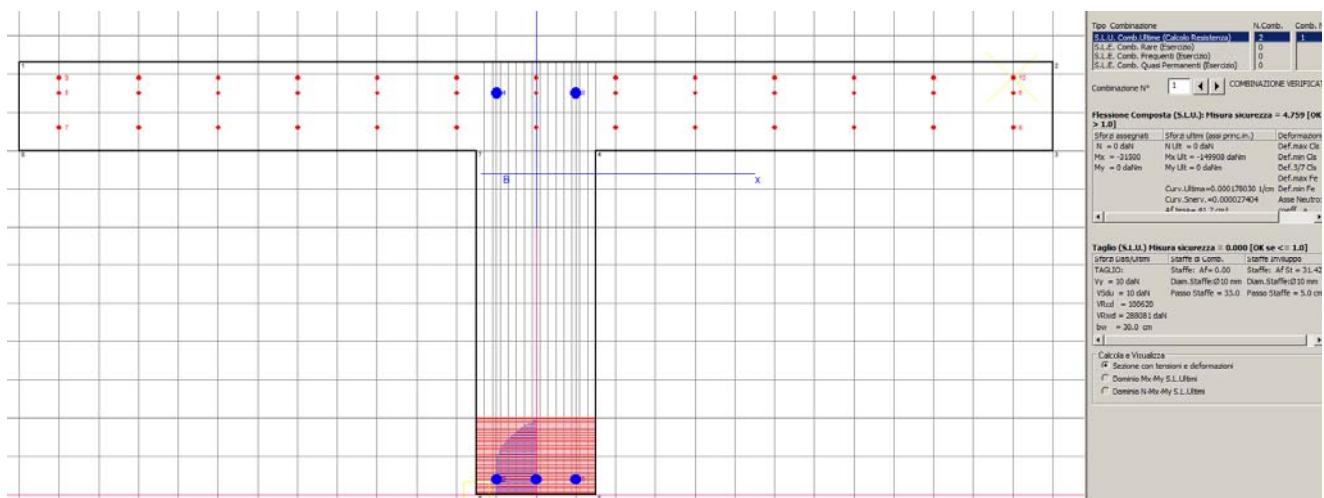
**ARMATURE ESISTENTI:**

Armature reali in soletta					
Longitud.			Trasvers.		
$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{SLONG\_EQUIV}$	$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{STRASV\_EQUIV}$
(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )	(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )
10	3	0	10	5	982

**ARMATURE AGGIUNTIVE IN PROGETTO:**

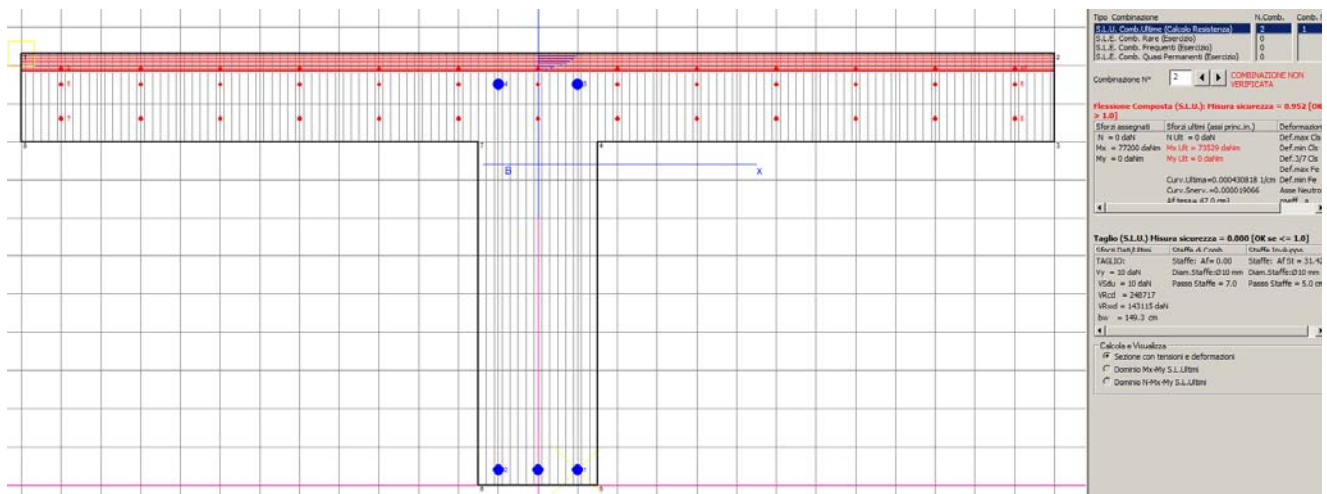
Armature reali in soletta					
Longitud.			Trasvers.		
$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{SLONG\_EQUIV}$	$\Phi$	$n_{BARRE/m}$	$A_{STRASV\_EQUIV}$
(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )	(mm)	(-)	(mmq/ $L_{COLLAB}$ )
10	5	0	10	5	982

Momento massimo positivo:



$Med_{SLU} = 315 \text{ kNm}$        $Mrd_{SLU} = 1500 \text{ kNm}$        $c.s. = 4.76$

Momento minimo negativo:

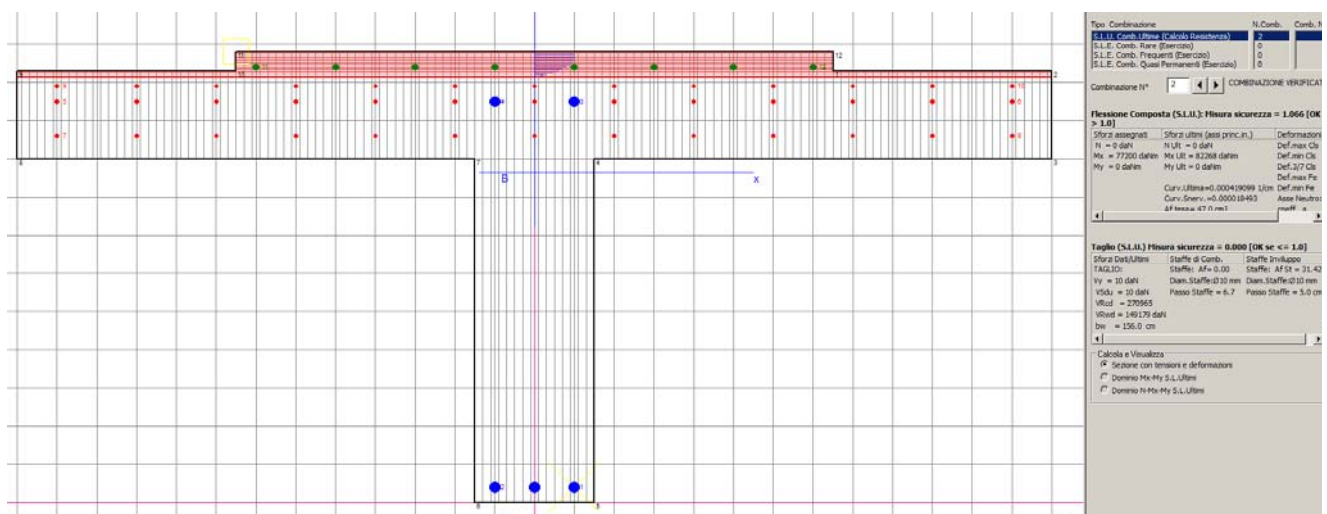


Med<sub>SLU</sub> = -772 kNm Mrd<sub>SLU</sub> = -735 kNm c.s. = 0.95

La sezione non è verificata.

Occorre prevedere un ulteriore sovrappessore strutturale armato di 0.05 m di spessore e 1.50 m di larghezza al fine di evitare interventi invasivi ad intradosso.

Momento minimo negativo – sezione rinforzata:



Med<sub>SLU</sub> = 772 kNm Mrd<sub>SLU</sub> = 823 kNm c.s. = 1.07

La verifica è soddisfatta.

### 7.2.2 Impalcato nuovo in allargamento

#### Campata BOLOGNA – Travi principali

Trefoli in acciaio in travi nuove - H80 cm

$\Phi$	$A_{TR}$	$f_{yk}$	$f_{yd}$	$f_{uk}$	$n_{TOT-TREFOLI}$	$\sigma_{SPI}$
(")	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(MPa)
0.6	139	1670	1452	1860	24	1488

**Titolo:** Trave nuova campata laterale - H80 cm - B= 250cm

N° Vertici: 30 Zoom N° barre: 2 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	125	109
2	-125	109
3	-125	85
4	-85	85
5	-85	71
6	-64.2	64

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	9.42	0	105
2	9.42	0	88

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 2583 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

**Materiali**  
B450C C35/45  
ε<sub>su</sub> 67.5% ε<sub>c2</sub> 2%  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5%  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 19.83  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957% σ<sub>c,adm</sub> 13.5  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.8  
τ<sub>cl</sub> 2.257

**P.to applicazione N**  
Centro Baricentro cls  
Coord. [cm] xN 0 yN 0

**Lato calcestruzzo - Cavo snervato**  
M<sub>xRd</sub> 4,150 kN m  
σ<sub>c</sub> -19.83 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3.5%  
ε<sub>s</sub> 2.598%  
d 104 cm  
x 12.05 x/d 0.1159  
δ 0.7

**Tipo Sezione**  
Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Metodo di calcolo**  
S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**  
Retta Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

**Armatura Precompressione**

N° cavi 4 Zoom

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]	σ <sub>sp</sub> [MPa]
1	13.9	0	5	1488
2	8.34	0	10	1488
3	5.56	0	15	1488
4	5.56	0	75	1488

**Tipo cavo**  
TrefNew  
ε<sub>su</sub> 67.5%  
f<sub>yd</sub> 1,452 N/mm<sup>2</sup>  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 6  
ε<sub>syd</sub> 7.26%  
σ<sub>s,adm</sub> 1488 N/mm<sup>2</sup>

σ<sub>sp</sub> 1,452 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>sp</sub> 34.14 % compresa predef.

Med<sub>SLU</sub>= 2583 kNm Mrd<sub>SLU</sub>= 4150 kNm c.s.= 1.61

Si sono assunte le caratteristiche resistenti del calcestruzzo della soletta in quanto la porzione soggetta a compressione è appartenente a ques'ultima.

#### Campata PADOVA – Travi principali

Trefoli in acciaio in travi nuove - H80 cm

$\Phi$	$A_{TR}$	$f_{yk}$	$f_{yd}$	$f_{uk}$	$n_{TOT-TREFOLI}$	$\sigma_{SPI}$
(")	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(MPa)
0.6	139	1670	1452	1860	32	1488

**Titolo:** Trave nuova campata laterale - H80 cm - B= 250cm

**N° Vertici:** 30 **Zoom** **N° barre:** 2 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	125	109
2	-125	109
3	-125	85
4	-85	85
5	-85	71
6	-64.2	64

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	9.42	0	105
2	9.42	0	88

**Tipo Sezione:**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Armatura Precompressione**  
**N° cavi:** 4 **Zoom**

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]	$\sigma_{pe}$ [MPa]
1	22.24	0	5	1488
2	11.12	0	10	1488
3	5.56	0	15	1488
4	5.56	0	75	1488

**Sollecitazioni:**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 **0** kN  
**M<sub>xEd</sub>** 3979 **0** kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0 **0**

**P.to applicazione N:**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura:**  
 Lato calcestruzzo - Cavo snervato

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione:**  
 Retta  Deviata

**Materiali:**  
 B450C C35/45  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{cc}$  0.8  
 $\tau_{c1}$  2.257

**M<sub>xRd</sub>** 5,609 kN m  
 $\sigma_c$  -19.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  235.5 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  1.177 ‰  
 d 104 cm  
 x 15.71 w/d 0.1511  
 $\delta$  0.7

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**N° rett.** 100  
**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**

Precompresso

**Tipo cavo:**  
 TrefNew  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  
 $f_{yd}$  1.452 N/mm²  
 $E_s/E_c$  6  
 $\epsilon_{syd}$  7.26 ‰  
 $\sigma_{s,adm}$  1488 N/mm²

$\sigma_{sp}$  1.452 N/mm²  
 $\epsilon_{sp}$  27.1 ‰ compressa predef.

Med<sub>SLU</sub>= 3979 kNm Mrd<sub>SLU</sub>= 5609 kNm c.s.= 1.41

Si sono assunte le caratteristiche resistenti del calcestruzzo della soletta in quanto la porzione soggetta a compressione è appartenente a ques'ultima.

Campata CENTRALE – Travi principali

Trefoli in acciaio in travi nuove - H110 cm

$\Phi$	$A_{TR}$	$f_{yk}$	$f_{yd}$	$f_{uk}$	$n_{TOT-TREFOLI}$	$\sigma_{SPI}$
(")	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(MPa)
0.6	139	1670	1452	1860	58	1488

**Titolo:** Trave nuova campata laterale - H110 cm

**N° Vertici:** 30 **Zoom** **N° barre:** 2 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	125	140
2	-125	140
3	-125	115
4	-90	115
5	-90	105
6	-60.8	84.3

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	9.42	0	135
2	9.42	0	118

**Tipo Sezione:**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Armatura Precompressione**  
**N° cavi:** 4 **Zoom**

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]	$\sigma_{sp}$ [MPa]
1	36.14	0	5	50
2	27.80	0	10	50
3	8.34	0	15	50
4	8.34	0	105	50

**Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n

**N<sub>Ed</sub>** 0 kN  
**M<sub>xEd</sub>** 9405 kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0

**P.to applicazione N:**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura:** Lato calcestruzzo - Cavo snervato

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione:**  
 Retta  Deviata

**Materiali:**  
**B450C** **C35/45**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{c1}$  2.257

**M<sub>xRd</sub>** 12,798 kN m  
 $\sigma_c$  -19.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  -99.21 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  -0.4961 ‰  
d 135 cm  
x 25.63 x/d 0.1899  
 $\delta$  0.7

**Armatura Precompressione:**  
**Tipo cavo:** TrefNew  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  
 $f_{yd}$  1,452 N/mm²  
 $E_s/E_c$  6  
 $\epsilon_{syd}$  7.26 ‰  
 $\sigma_{s,adm}$  1488 N/mm²  
 $\sigma_{sp}$  1,452 N/mm²  
 $\epsilon_{sp}$  15.18 ‰ compressa predef.

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**N° rett.** 100  
**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**  
 Precompresso

Med<sub>SLU</sub>= 9405 kNm Mrd<sub>SLU</sub>= 12798 kNm c.s.= 1.36

Si sono assunte le caratteristiche resistenti del calcestruzzo della soletta in quanto la porzione soggetta a compressione è appartenente a ques'ultima.

### 7.3 Verifiche S.L.U. per azioni taglianti

La verifica di resistenza a taglio in condizioni ultime (SLU-STR) di una sezione in c.a. consiste nel soddisfacimento della seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

dove:

$V_{Ed}$  = azione tagliante sollecitante di calcolo, valutata sotto la combinazione SLU-STR;

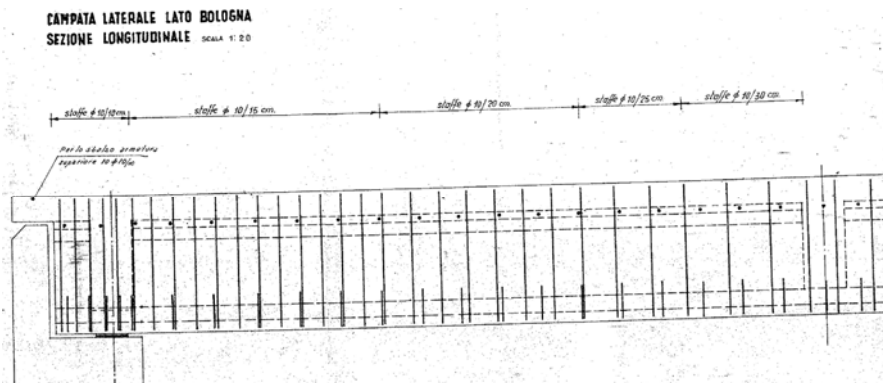
$V_{Rd}$  = azione tagliante resistente.

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  viene calcolata con riferimento all'elemento dotato di un'armatura resistente a taglio. La resistenza a taglio è la minima fra la resistenza di calcolo a "taglio trazione", riferita all'armatura dedicata, e quella a "taglio compressione", associata al nucleo in calcestruzzo.

Le caratteristiche dei materiali assunte nelle verifiche a taglio sono quelle proprie delle travi in quanto a queste compete la quasi totalità delle azioni di compressione del traliccio ideale di "Morsh".

### 7.3.1 Impalcato esistente

#### Campata BOLOGNA



Si identificano tre sezioni significative di verifica al taglio:

- Sezione di appoggio Φ10/15 2 braccia
- Sezione di fine ringrosso (se presente) a circa 1.00 m da appoggio Φ10/20 2 braccia
- Sezione in campata Φ10/30 2 braccia

#### Sezione di appoggio:

##### Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1030	100	118	821

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	2.6	134	134	10	2	157	150	90
		0		0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	AC	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	103000	0.00	0.0016	1.4936	0.3194	26.22

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	295.98	261.63	261.63

$V_{edSLU} = 187 \text{ kN}$        $V_{rdSLU} = 262 \text{ kN}$       c.s. = 1.40

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . In progetto non si hanno informazioni relative all'armatura posta al lembo inferiore della trave in prossimità della sezione di appoggio; si determina quindi il minimo numero di trefoli aderenti necessari per assorbire la componente orizzontale dell'azione tagliante,



ottenendo  $n_{TREF\_MIN} = 2.60$ . Tale numero appare modesto in relazione al numero complessivo di trefoli presenti nella trave pari a 16. Si rimanda allo sviluppo del progetto esecutivo la verifica in situ della presenza di tale minima armatura efficace e, qualora non risultasse soddisfatta tale ipotesi, sarebbe necessario prevedere una integrazione ad intradosso trave in prossimità degli appoggi.

Il valore assunto per "c" identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

**Sezione di fine ringrosso:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1030	100	118	821

$A_{S\_Long}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	2.6	134		10	2	157	200	90
		0	134	0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	103000	0.00	0.0016	1.4936	0.3194	26.22

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	221.99	261.63	221.99

$V_{ed\_SLU} = 127$  kN       $V_{rd\_SLU} = 222$  kN      c.s. = 1.75

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Il valore assunto per "c" identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

**Sezione in campata:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1030	100	118	821

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	2.6	134	134	10	2	157	300	90
		0		0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$v_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	103000	0.00	0.0016	1.4936	0.3194	26.22

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	147.99	261.63	147.99

$V_{edSLU} = 60 \text{ kN}$      $V_{rdSLU} = 148 \text{ kN}$     c.s. = 2.47

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Il valore assunto per “c” identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

Traversi in campata:

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
860	300	50	729

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
2	26	82	82	10	2	157	200	90
		0	82	0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$v_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	258000	0.00	0.0004	1.5238	0.3292	71.99

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

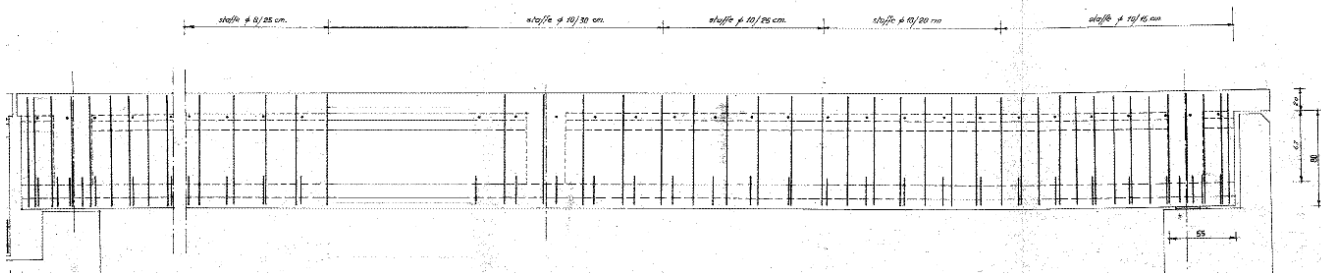
$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	197.16	697.11	197.16

$V_{edSLU} = 85 \text{ kN}$        $V_{rdSLU} = 197 \text{ kN}$       c.s. = 2.32

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Si è operato nella configurazione post intervento che vede la presenza di 0.05 m di sovrappessore strutturale armato.

**Campata PADOVA**

CAMPATA LATERALE LATO PADOVA  
SEZIONE LONGITUDINALE Scala 1:20



Si identificano tre sezioni significative di verifica al taglio:

- Sezione di appoggio Φ10/15 2 braccia
- Sezione di fine ringrosso (se presente) a circa 1.00 m da appoggio Φ10/20 2 braccia
- Sezione in campata Φ8/25 2 braccia

**Sezione di appoggio:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1030	100	123.5	816

ASLong (TESA)				AS_Taglio				
$\Phi_i$	n	ASi	AS_TOT	$\Phi_i$	nBRACCIA	ASi	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	2.5	129	129	10	2	157	150	90
		0	129	0	0	0	0	0
		0		0	0	0	0	0

**Verifica a Taglio:**

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	Ac	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	103000	0.00	0.0016	1.4951	0.3199	26.10

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	294.20	260.05	260.05

$V_{edSLU} = 159 \text{ kN}$        $V_{rdSLU} = 260 \text{ kN}$       c.s. = 1.64

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . In progetto non si hanno informazioni relative all'armatura posta al lembo inferiore della trave in prossimità della sezione di appoggio; si determina quindi il minimo numero di trefoli aderenti necessari per assorbire la componente orizzontale dell'azione tagliante, ottenendo  $n_{TREF\_MIN} = 2.50$ . Tale numero appare modesto in relazione al numero complessivo di trefoli

presenti nella trave pari a 20. Si rimanda allo sviluppo del progetto esecutivo la verifica in situ della presenza di tale minima armatura efficace e, qualora non risultasse soddisfatta tale ipotesi, sarebbe necessario prevedere una integrazione ad intradosso trave in prossimità degli appoggi.

Il valore assunto per "c" identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

**Sezione di fine ringrosso:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1030	100	123.5	816

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	2.5	129	129	10	2	157	200	90
		0	129	0	0	0	0	0
		0		0		0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	Ac	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	103000	0.00	0.0016	1.4951	0.3199	26.10

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	220.65	260.05	220.65

$V_{edSLU} = 111 \text{ kN}$        $V_{rdSLU} = 221 \text{ kN}$       c.s. = 2.00

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Il valore assunto per "c" identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

**Sezione in campata:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1030	100	123.5	816

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	2.5	129	129	8	2	101	250	90
		0		0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$v_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	103000	0.00	0.0016	1.4951	0.3199	26.10

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	112.97	260.05	112.97

$V_{edSLU} = 34 \text{ kN}$        $V_{rdSLU} = 113 \text{ kN}$       c.s. = 3.32

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Il valore assunto per "c" identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

Traversi in campata:

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
25	440	1.15	1.5	0.85	1.80	1.20	14.17	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
860	300	50	729

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
26	2	1062	1062	10	2	157	200	90
		0	1062	0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$v_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	258000	0.00	0.0049	1.5238	0.3292	91.90

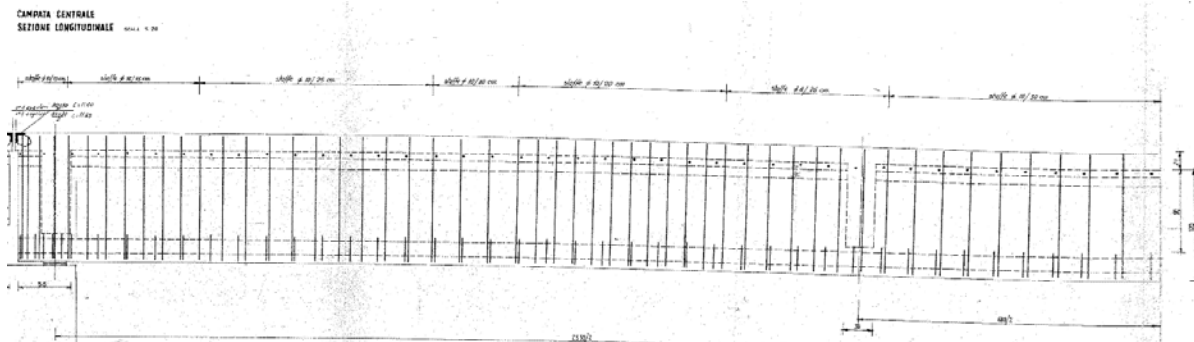
Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	7.08	197.16	697.11	197.16

$V_{edSLU} = 128 \text{ kN}$        $V_{rdSLU} = 197 \text{ kN}$       c.s. = 1.54

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Si è operato nella configurazione post intervento che vede la presenza di 0.05 m di sovrappessore strutturale armato.

**Campata CENTRALE**



Si identificano tre sezioni significative di verifica al taglio:

- Sezione di appoggio Φ10/15 2 braccia
- Sezione di fine ringrosso (se presente) a circa 1.00 m da appoggio Φ10/25 2 braccia
- Sezione in campata Φ10/30 2 braccia

**Sezione di appoggio:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
35	440	1.15	1.5	0.85	2.25	1.50	19.83	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1430	150	270	1160

ASLong (TESA)				AS_Taglio				
$\Phi_i$	n	ASi	AS_TOT	$\Phi_i$	nBRACCIA	ASi	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	5.5	283	283	10	2	157	150	90
		0		0	0	0	0	0
		0				0	0	

**Verifica a Taglio:**

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	AC	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	214500	0.00	0.0016	1.4152	0.3486	60.66

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	9.92	418.30	776.48	418.30

$V_{edSLU} = 389 \text{ kN}$        $V_{rdSLU} = 418 \text{ kN}$       c.s. = 1.07

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . In progetto non si hanno informazioni relative all'armatura posta al lembo inferiore della trave in prossimità della sezione di appoggio; si determina quindi il minimo numero di trefoli aderenti necessari per assorbire la componente orizzontale dell'azione tagliante, ottenendo  $n_{TREF\_MIN} = 5.50$ . Tale numero appare modesto in relazione al numero complessivo di trefoli presenti nella trave pari a 50. Si rimanda allo sviluppo del progetto esecutivo la verifica in situ della presenza



di tale minima armatura efficace e, qualora non risultasse soddisfatta tale ipotesi, sarebbe necessario prevedere una integrazione ad intradosso trave in prossimità degli appoggi.

Il valore assunto per “c” identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

**Sezione di fine ringrosso:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
35	440	1.15	1.5	0.85	2.25	1.50	19.83	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1430	150	270	1160

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	5.5	283	283	10	2	157	250	90
		0	283	0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	Ac	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$v_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	214500	0.00	0.0016	1.4152	0.3486	60.66

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
40	0	0	1.0000	9.92	299.10	764.68	299.10

$V_{edSLU} = 270$  kN       $V_{rdSLU} = 299$  kN      c.s. = 1.11

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 40^\circ$ . Il valore assunto per “c” identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

**Sezione in campata:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
35	440	1.15	1.5	0.85	2.25	1.50	19.83	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1430	150	270	1160

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
8.1	5.5	283	283	10	2	157	300	90
		0		0	0	0	0	0
		0		0	0	0	0	0

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$v_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	214500	0.00	0.0016	1.4152	0.3486	60.66

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	9.92	209.15	776.48	209.15

$V_{edSLU} = 33 \text{ kN}$      $V_{rdSLU} = 209 \text{ kN}$     c.s. = 6.33

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Il valore assunto per "c" identifica, cautelativamente, la distanza dal lembo inferiore della trave in CAP del baricentro dei cavi di precompressione.

Traversi in campata:

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
35	440	1.15	1.5	0.85	2.25	1.50	19.83	383

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1130	300	50	1080

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
26	2	1062	1062	10	2	157	200	90
		0	1062	0	0	0	0	0
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione *prive* di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	339000	0.00	0.0033	1.4303	0.3542	125.42

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{RSd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	9.92	292.09	1445.85	292.09

$V_{edSLU} = 177 \text{ kN}$                        $V_{rdSLU} = 292 \text{ kN}$                       c.s.= 1.65

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$ . Si è operato nella configurazione post intervento che vede la presenza di 0.05 m di sovrassessore strutturale armato.

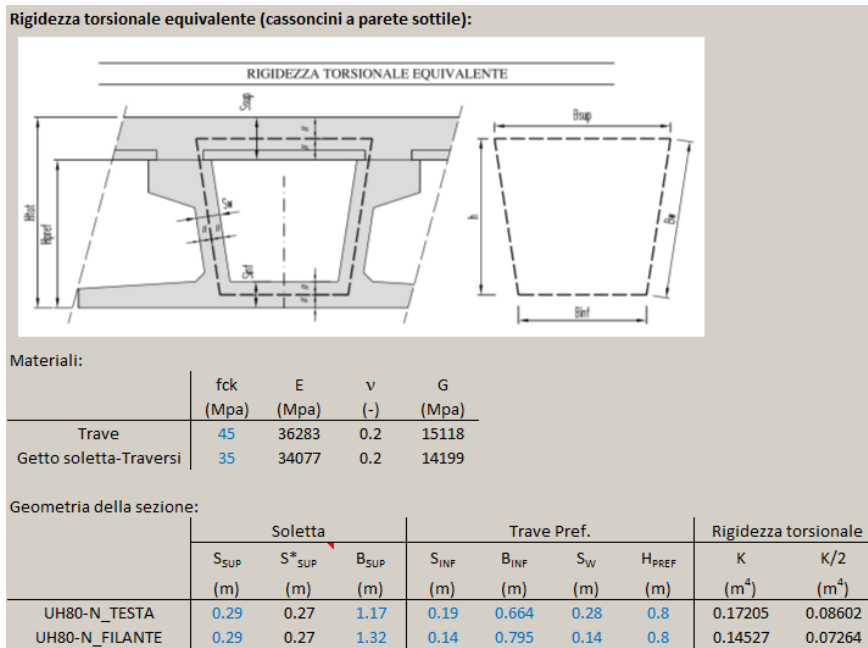
**7.3.2 Impalcato nuovo in allargamento**

Per la valutazione dell'effetto indotto sulle anime delle travi a cassoncino dal momento torcente e dal taglio, si procede assumendo la resistenza al taglio data dalla larghezza complessiva delle due anime con le relative staffe e si considera, secondo le indicazioni normative, la sezione monocellulare cava resistente a torsione con riferimento allo spessore della crosta resistente pari a quella minore tra i quattro lati del cassoncino.

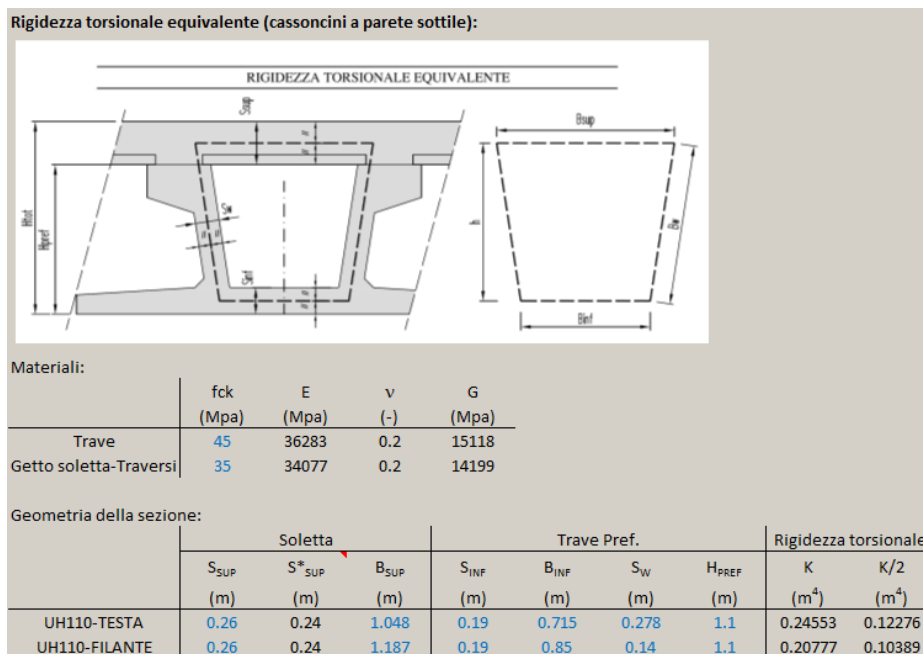
Si combinano poi gli effetti.

In dettaglio, con riferimento allo schema seguente

Campate BOLOGNA-PADOVA



Campate CENTRALE



Campate BOLOGNA-PADOVA

Si identificano due sezioni rappresentative di verifica al taglio per la stima dell'armatura necessaria:

- Sezione di appoggio
- Sezione di fine ringrosso (se presente) a circa 1.00 m da appoggio

**Sezione di appoggio:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
45	450	1.15	1.5	0.85	2.66	1.77	25.50	391

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1100	560	50	945

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
20	10	3142	3142	14	2	308	200	90
		0		14	2	308	150	90
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	616000	0.00	0.0059	1.4600	0.4142	277.17

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	12.75	1195.40	3036.29	1195.40

Verifica ad azioni torcenti (SEZIONE LORDA DEL CASSONCINO TORSIORESISTENTE):

$A_{SLong}$ (TORSIONE)				$A_{S\_Torsione}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{SLong\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	
14	10	1539	1539	10	2	79	200	
		0					0	0
		0					0	0

$u_m$	$A_c$	u	t	A
(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )
3848	1324400	4608	190	922740

$T_{Rcd}$	$T_{Rsd}$	$T_{Rld}$	$T_{Rd}$	$N_{Rld-TRAZIONE}$
(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)
2235.34	283.59	288.89	283.59	462.89

Verifica per sollecitazioni composte (taglio-torsione):

$V_{Ed}$	$T_{Ed}$	$V_{Rdc}$	$T_{Rdc}$	<b>C.S. VERIF. COMPOSTA</b>	
(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)		(-)
1043.00	222.00	3036.29	2235.34		0.44

Ver. CLS soddisfatta

$V_{edSLU} = 1043$  kN       $V_{rdSLU} = 1195$  kN       $T_{edSLU} = 222$  kNm       $T_{rdSLU} = 284$  kNm

c.s. (coefficiente di sfruttamento del CLS) = 0.44

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$  e cautelativamente concomitanti i massimi valori del taglio e del momento torcente tra le due campate Bologna e Padova.

**Sezione di fine ringrosso:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
45	450	1.15	1.5	0.85	2.66	1.77	25.50	391

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1100	280	50	945

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
20	10	3142	3142	14	2	308	200	90
		0		14	2	308	200	90
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	308000	0.00	0.0119	1.4600	0.4142	174.61

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	12.75	1024.62	1518.14	1024.62

Verifica ad azioni torcenti (SEZIONE LORDA DEL CASSONCINO TORSIORESISTENTE):

$A_{SLong}$ (TORSIONE)				$A_{S\_Torsione}$			
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{SLong\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)
12	10	1131	1131	10	2	79	250
		0				0	0
		0				0	0

$u_m$	$A_c$	u	t	A
(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )
4035	1317250	4595	140	1015200

$T_{Rcd}$	$T_{Rsd}$	$T_{Rld}$	$T_{Rd}$	$N_{Rld-TRAZIONE}$
(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)
1812.13	249.60	222.69	222.69	200.72

Verifica per sollecitazioni composte (taglio-torsione):

$V_{Ed}$	$T_{Ed}$	$V_{Rdc}$	$T_{Rdc}$	<b>C.S. VERIF. COMPOSTA</b>
(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)	
871.00	101.00	1518.14	1812.13	
(-)				
<b>0.63</b>				Ver. CLS soddisfatta

$V_{edSLU} = 871$  kN       $V_{rdSLU} = 1025$  kN       $T_{edSLU} = 101$  kNm       $T_{rdSLU} = 223$  kNm

c.s. (coefficiente di sfruttamento del CLS) = 0.63

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$  e cautelativamente concomitanti i massimi valori del taglio e del momento torcente tra le due campate Bologna e Padova.

Campata CENTRALE

Si identificano due sezioni rappresentative di verifica al taglio per la stima dell'armatura necessaria:

- Sezione di appoggio
- Sezione di fine ringrosso (se presente) a circa 1.00 m da appoggio

**Sezione di appoggio:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
45	450	1.15	1.5	0.85	2.66	1.77	25.50	391

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1400	574	50	1215

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
20	24	7540	7540	14	2	308	200	90
		0		14	2	308	200	90
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	803600	0.00	0.0108	1.4057	0.3913	429.47

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
40	0	0	1.0000	12.75	1569.99	3940.60	1569.99

Verifica ad azioni torcenti (SEZIONE LORDA DEL CASSONCINO TORSIORESISTENTE):

$A_{SLong}$ (TORSIONE)				$A_{S\_Torsione}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{SLong\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	
14	12	1847	1847	10	2	79	300	
		0					0	0
		0					0	0

$u_m$	$A_c$	u	t	A
(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )
4378	1636600	5138	190	1184590

$T_{Rcd}$	$T_{Rsd}$	$T_{Rld}$	$T_{Rd}$	$N_{Rld-TRAZIONE}$
(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)
2826.07	289.25	328.23	289.25	543.95

Verifica per sollecitazioni composte (taglio-torsione):

$V_{Ed}$	$T_{Ed}$	$V_{Rdc}$	$T_{Rdc}$	<b>C.S. VERIF. COMPOSTA</b>	
(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)		(-)
1497.00	247.00	3940.60	2826.07		0.47

Ver. CLS soddisfatta

$V_{edSLU} = 1497$  kN       $V_{rdSLU} = 1570$  kN       $T_{edSLU} = 247$  kNm       $T_{rdSLU} = 289$  kNm

c.s. (coefficiente di sfruttamento del CLS) = 0.47

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 40^\circ$  e cautelativamente concomitanti i massimi valori del taglio e del momento torcente.



**Sezione di fine ringrosso:**

**Verifica a taglio-Torsione di elementi in calcestruzzo**

(NTC 2008; 4.1.2.1.3, 4.1.2.1.4)

Caratteristiche materiali:

$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	$\alpha_{cc}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cd}$	$f_{yd}$
(Mpa)	(Mpa)	(-)	(-)	(-)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
45	450	1.15	1.5	0.85	2.66	1.77	25.50	391

Geometria della sezione resistente:

h	bw	c	d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1400	280	50	1215

$A_{SLong}$ (TESA)				$A_{S\_Taglio}$				
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{S\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo	$\alpha$
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(grad)
20	24	7540	7540	14	2	308	200	90
		0		14	2	308	200	90
		0				0	0	

Verifica a Taglio:

Sezione prive di armature resistenti a taglio:

$N_{Ed}$	$A_c$	$\sigma_{cp}$	$\rho_i$	k	$V_{MIN}$	$V_{Rd}$
(kN)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(kN)
0	392000	0.00	0.0200	1.4057	0.3913	257.17

Sezione con armature trasversali resistenti a taglio:

$\theta$	$N_{Ed}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$f_{cd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$
(grad)	(kN)	(MPa)	(-)	(Mpa)	(kN)	(kN)	(kN)
45	0	0	1.0000	12.75	1317.37	1951.90	1317.37

Verifica ad azioni torcenti (SEZIONE LORDA DEL CASSONCINO TORSIORESISTENTE):

$A_{SLong}$ (TORSIONE)				$A_{S\_Torsione}$			
$\Phi_i$	n	$A_{Si}$	$A_{SLong\_TOT}$	$\Phi_i$	$n_{BRACCIA}$	$A_{Si}$	passo
(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(-)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)
12	10	1131	1131	10	2	79	300
		0				0	0
		0				0	0

$u_m$	$A_c$	u	t	A
(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )
4558	1622600	5118	140	1283940

$T_{Rcd}$	$T_{Rsd}$	$T_{Rld}$	$T_{Rd}$	$N_{Rld-TRAZIONE}$
(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)
2291.83	263.06	249.33	249.33	360.33

Verifica per sollecitazioni composte (taglio-torsione):

$V_{Ed}$	$T_{Ed}$	$V_{Rdc}$	$T_{Rdc}$	<b>C.S. VERIF. COMPOSTA</b>
(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)	
1301.00	203.00	1951.90	2291.83	
(-)				
<b>0.76</b>				Ver. CLS soddisfatta

$V_{edSLU} = 1301$  kN       $V_{rdSLU} = 1317$  kN       $T_{edSLU} = 203$  kNm       $T_{rdSLU} = 249$  kNm

c.s. (coefficiente di sfruttamento del CLS) = 0.76

Si è assunta la biella compressa con inclinazione  $\theta = 45^\circ$  e cautelativamente concomitanti i massimi valori del taglio e del momento torcente.

### 7.4 Verifiche tensionali S.L.E.

Per le verifiche si considerano le seguenti caratteristiche dei materiali

**Caratteristiche materiali**

cls trave		cls soletta		acciaio	
$R_{ck}$	54.22 MPa	$R_{ck}$	42.17 MPa	$E_s$	210000 MPa      armatura lenta
$f_{ck}$	45.00 MPa	$f_{ck}$	35.00 MPa	$E_p$	195000 MPa      trefoli
$\gamma_c$	1.5	$\gamma_c$	1.5	ns	5.83 armatura lenta soletta
$\alpha_{cc}$	0.85	$\alpha_{cc}$	0.85	np	5.42 acciaio precompresso
$f_{cd}$	25.50 MPa	$f_{cd}$	19.83 MPa	nc	0.94 calcestruzzo soletta
$E_{cm}$	36000.00 MPa	$E_{cm}$	34000.00 MPa		

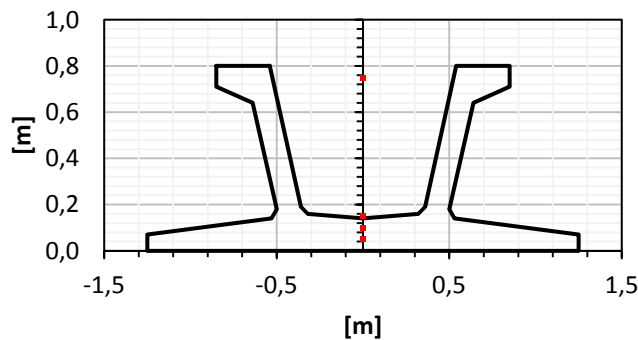
**Calcolo forze equivalenti precompressione aderente**

$A_{trefolo}$	139 mm <sup>2</sup>	Area del trefolo
$f_{ptk}$	1860 MPa	Tensione caratteristica di rottura
$f_{p(1)k}$	1670 MPa	Tensione caratteristica di snervamento all'1% di deformazione
$\sigma_{spi}$	1488 MPa	tensione iniziale
$E_p$	195000.00 MPa	Modulo elastico dell'acciaio da precompressione
t	72 ore	taglio trefoli
$\rho_{1000}$	2.500 %	caduta di tensione per rilassamento
$\mu$	0.800	$f_{ptk}/\sigma_{spi}$
$\Delta\sigma_{pr}$	24 MPa	1.61%

#### 7.4.1 Caratteristiche sezioni di mezzzeria della trave

Campata BOLOGNA

Per la verifica si considerano le seguenti caratteristiche:



Le caratteristiche della soletta presente in fase 2 e 3 sono riportate di seguito:

**Dati soletta**

b	2.50 m	Larghezza soletta
h	0.29 m	spessore soletta
$\phi_{sup}$	12.00 mm	$\phi 12/20$
passo <sub>sup</sub>	200.00 mm	
$n_{b, sup}$	12.50	
$C_{sup}$	35.00 mm	
$\phi_{inf}$	12.00 mm	$\phi 12/20$
passo <sub>inf</sub>	200.00 mm	
$n_{b, inf}$	12.50	
$C_{inf}$	55.00 mm	
$A_{s\ sup}$	0.001414 m <sup>2</sup>	
$A_{s\ inf}$	0.001414 m <sup>2</sup>	

**Caratteristiche geometriche sezione cls**

Ac	0.5467	m <sup>2</sup>
ycg	0.2630	m
lxcg	0.0380	m <sup>4</sup>

**Trefoli**

Ap	0.0033	m <sup>2</sup>
ypg	0.1958	m
lpxg	0.0002	m <sup>4</sup>

**Caratteristiche geometriche sezione cls+trefoli**

A	0.5614	m <sup>2</sup>	
yg	0.2612	m	
lxg	0.0390	m <sup>4</sup>	
Wcinf	-0.1494	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra inferiore trave
Wcsup	0.0724	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore trave
Wc pg	-0.5969	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra in corrispondenza del baricentro trefoli
Wpg	-0.5969	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza del baricentro trefoli
Wp inf	-0.1494	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza trefoli a quota minima

**Caratteristiche geometriche sezione cls+trefoli+soletta**

A	1.2626	m <sup>2</sup>	
yg	0.6411	m	
lxg	0.1899	m <sup>4</sup>	
Wcinf	-0.2962	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra inferiore trave
Wcsup	1.1948	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore trave
Wc pg	-0.4264	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra in corrispondenza del baricentro trefoli
Wpg	-0.4264	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza del baricentro trefoli
Wc sol	0.4230	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore soletta
Ws sol	0.4587	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza armatura lenta superiore soletta
Wp inf	-0.2962	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza trefoli a quota minima

**Sezione trefoli**

A	0.0033360 m <sup>2</sup>
yg	0.1958333 m
lxg	0.0002091 m <sup>4</sup>

**Sezione omogeneizzata**

A	0.56143 m <sup>2</sup>
yg	0.26120 m
lxg	0.03902 m <sup>4</sup>
e	0.06536 m

N <sub>p0</sub>	4963968 N	tiro iniziale	
σ <sub>p,elastica</sub>	51 Mpa		3.4%
σ <sub>p,rilassamento</sub>	24 Mpa		1.6%
ΔN <sub>el</sub>	169589 N	perdita elastica	3.4%
ΔN <sub>pr</sub>	80090 N	perdita da rilassamento	1.6%
ΔN <sub>ist</sub>	249679 N	perdita istantanee	5.0%
N <sub>p</sub>	4714289 N	tiro al netto delle perdite istantanee	
M <sub>p</sub>	308139 Nm	momento da prec al netto delle perdite istantanee	

**Azioni da precompressione**

N <sub>p</sub>	-4714.29 kN	tiro al netto delle perdite istantanee
M <sub>p</sub>	308.14 kNm	momento da prec al netto delle perdite istantanee

Per il calcolo delle perdite differite legate a ritiro, viscosità e rilassamento si considerano i parametri:

**Ritiro - calcolo deformazioni da ritiro**

Rbk	54.22
fck (MPa)	45
f <sub>cm</sub> (MPa)	53
f <sub>cm0</sub> (MPa)	10
RH (%)	80
cls tipo	R
α <sub>ds1</sub>	6
α <sub>ds2</sub>	0.11
RH <sub>0</sub> (%)	100.00
β <sub>RH</sub>	0.76
ε <sub>cd,0</sub>	0.00032
k <sub>h</sub>	0.81
ε <sub>ca(00)</sub>	0.00009
h <sub>0</sub> (mm)	236.00
t <sub>s</sub>	30
t (gg)	25550
β <sub>ds(t-t<sub>s</sub>)</sub>	0.994
ε <sub>cd(t)</sub>	0.00026
β <sub>as(t)</sub>	1.00000
ε <sub>ca(t)</sub>	0.000087
ε <sub>s(t-t<sub>s</sub>)</sub>	3.43E-04

**Calcolo coefficienti di viscosità**

Rbk	54.22
fck (MPa)	45
f <sub>cm</sub> (MPa)	53
RH (%)	80
cls tipo	R
h <sub>0</sub> (mm)	236.00
α <sub>1</sub>	0.75
α <sub>2</sub>	0.92
α <sub>3</sub>	0.81
β <sub>H</sub>	726.94
Φ <sub>RH</sub>	1.14
β(fcm)	2.31
t <sub>0</sub>	2
t (gg)	25550
β(t <sub>0</sub> )	0.801
β <sub>c(t,t<sub>0</sub>)</sub>	0.992
Φ <sub>0</sub>	2.113
Φ(t,t <sub>0</sub> )	2.095

**Calcolo perdite di precompressione a tempo  $t=\infty$**

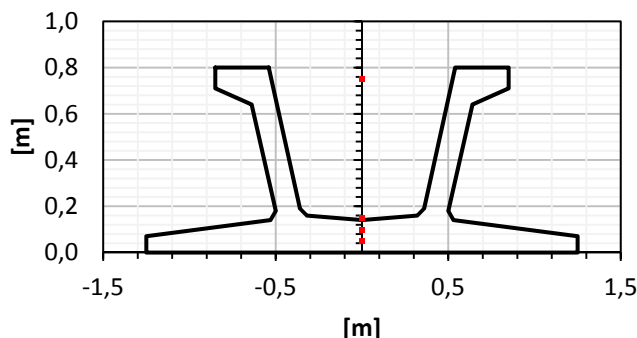
Dati genera	trave	soletta
<b>Rck</b>	54.22	42.17
<b>fck</b>	45	35
<b>fcm</b>	53	43
<b>Ecm</b>	36283.19	34077.15
<b>Ec</b>	38097.35	
<b>Esp</b>	195000.00	
<b>nc</b>	0.94	
<b>np</b>	5.42	
<b>ns t00</b>	17.91	
<b>Es</b>	210000.00	
<b><math>\Phi(t-t_0)</math></b>	2.09	Coeff. Viscosità
<b><math>\epsilon_{sh}(t-t_s)</math></b>	-0.00034	Coeff. Ritiro
<b><math>\chi</math></b>	<b>0.8</b>	

Le perdite di precompressione differite risultano come di seguito:

	trefoli
$\sigma_{spi}$	1488.000
$\epsilon_{sh}$	-0.00034
$\alpha$	5.374
$\Phi(t-t_0)$	2.095
$\sigma_{c,Qp}$	-7.700
$\sigma_p$	1419.727
$A_p$	3.336E-03
$A_c$	1.263E+00
$l_c$	1.899E-01
$Z_{cp}$	0.445
$f_{ptk}$	1860
<b>A Tinf</b>	<b>500000 ore</b>
$\rho_{1000}$	2.500
$\mu$	0.800
$\Delta\sigma_{pr}$	-86.337
$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	-204.646
% $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	13.753
<b>Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione</b>	
$\Delta N$	682.70
$\Delta M$	-303.97

**Campata PADOVA**

Per la verifica si considerano le seguenti caratteristiche:



Le caratteristiche della soletta presente in fase 2 e 3 sono riportate di seguito:

**Dati soletta**

b	2.50 m	Larghezza soletta
h	0.29 m	spessore soletta
$\phi_{sup}$	12.00 mm	$\phi 12/20$
passo <sub>sup</sub>	200.00 mm	
$n_{b, sup}$	12.50	
$c_{sup}$	35.00 mm	
$\phi_{inf}$	12.00 mm	$\phi 12/20$
passo <sub>inf</sub>	200.00 mm	
$n_{b, inf}$	12.50	
$c_{inf}$	55.00 mm	
$A_{s, sup}$	0.001414 m <sup>2</sup>	
$A_{s, inf}$	0.001414 m <sup>2</sup>	

**Caratteristiche geometriche sezione cls**

$A_c$	0.5467	m <sup>2</sup>
$y_{cg}$	0.2630	m
$I_{cxg}$	0.0380	m <sup>4</sup>

**Trefoli**

$A_p$	0.0033	m <sup>2</sup>
$y_{pg}$	0.1958	m
$I_{pxg}$	0.0002	m <sup>4</sup>

**Caratteristiche geometriche sezione cls+trefoli**

A	0.5663	m <sup>2</sup>	
y <sub>g</sub>	0.2595	m	
I <sub>xg</sub>	0.0392	m <sup>4</sup>	
W <sub>cinf</sub>	-0.1511	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra inferiore trave
W <sub>csup</sub>	0.0725	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore trave
W <sub>c pg</sub>	-0.4044	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra in corrispondenza del baricentro trefoli
W <sub>pg</sub>	-0.4044	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza del baricentro trefoli
W <sub>p inf</sub>	-0.1511	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza trefoli a quota minima

**Caratteristiche geometriche sezione cls+trefoli+soletta**

A	1.2676	m <sup>2</sup>	
y <sub>g</sub>	0.6388	m	
I <sub>xg</sub>	0.1915	m <sup>4</sup>	
W <sub>cinf</sub>	-0.2998	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra inferiore trave
W <sub>csup</sub>	1.1883	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore trave
W <sub>c pg</sub>	-0.4021	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra in corrispondenza del baricentro trefoli
W <sub>pg</sub>	-0.4021	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza del baricentro trefoli
W <sub>c sol</sub>	0.4245	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore soletta
W <sub>s sol</sub>	0.4602	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza armatura lenta superiore soletta
W <sub>p inf</sub>	-0.2998	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza trefoli a quota minima

**Sezione trefoli**

A	0.0044480 m <sup>2</sup>
yg	0.1625000 m
lxg	0.0002245 m <sup>4</sup>

**Sezione omogeneizzata**

A	0.56635 m <sup>2</sup>
yg	0.25947 m
lxg	0.03921 m <sup>4</sup>
e	0.09697 m

N <sub>p0</sub>	6618624 N	tiro iniziale	
σ <sub>p,elastica</sub>	72 Mpa		4.8%
σ <sub>p,rilassamento</sub>	24 Mpa		1.6%
ΔN <sub>el</sub>	319810 N	perdita elastica	4.8%
ΔN <sub>pr</sub>	106786 N	perdita da rilassamento	1.6%
ΔN <sub>ist</sub>	426597 N	perdita istantanee	6.4%
N <sub>p</sub>	6192027 N	tiro al netto delle perdite istantanee	
M <sub>p</sub>	600460 Nm	momento da prec al netto delle perdite istantanee	

**Azioni da precompressione**

N <sub>p</sub>	-6192.03 kN	tiro al netto delle perdite istantanee
M <sub>p</sub>	600.46 kNm	momento da prec al netto delle perdite istantanee

Per il calcolo delle perdite differite legate a ritiro, viscosità e rilassamento si considerano i parametri:

**Ritiro - calcolo deformazioni da ritiro**

Rbk	54.22
f <sub>ck</sub> (MPa)	45
f <sub>cm</sub> (MPa)	53
f <sub>cm0</sub> (MPa)	10
RH (%)	80
cls tipo	R
α <sub>ds1</sub>	6
α <sub>ds2</sub>	0.11
RH <sub>0</sub> (%)	100.00
β <sub>RH</sub>	0.76
ε <sub>cd,0</sub>	0.00032
k <sub>h</sub>	0.81
ε <sub>ca(00)</sub>	0.00009
h <sub>0</sub> (mm)	236.00
t <sub>s</sub>	30
t (gg)	25550
β <sub>ds(t-t<sub>s</sub>)</sub>	0.994
ε <sub>cd(t)</sub>	0.00026
β <sub>as(t)</sub>	1.00000
ε <sub>ca(t)</sub>	0.000087
ε <sub>s(t-t<sub>s</sub>)</sub>	3.43E-04

**Calcolo coefficienti di viscosità**

Rbk	54.22
f <sub>ck</sub> (MPa)	45
f <sub>cm</sub> (MPa)	53
RH (%)	80
cls tipo	R
h <sub>0</sub> (mm)	236.00
α <sub>1</sub>	0.75
α <sub>2</sub>	0.92
α <sub>3</sub>	0.81
β <sub>H</sub>	726.94
Φ <sub>RH</sub>	1.14
β(fcm)	2.31
t <sub>0</sub>	2
t (gg)	25550
β(t <sub>0</sub> )	0.801
β <sub>c(t,t<sub>0</sub>)</sub>	0.992
Φ <sub>0</sub>	2.113
Φ(t,t <sub>0</sub> )	2.095

**Calcolo perdite di precompressione a tempo  $t=\infty$**

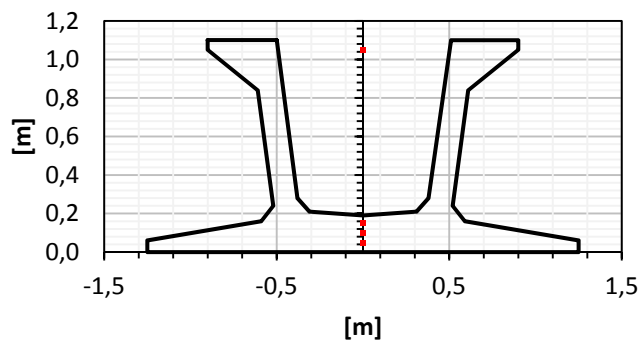
Dati genera	trave	soletta
<b>Rck</b>	54.22	42.17
<b>fck</b>	45	35
<b>fcm</b>	53	43
<b>Ecm</b>	36283.19	34077.15
<b>Ec</b>	38097.35	
<b>Esp</b>	195000.00	
<b>nc</b>	0.94	
<b>np</b>	5.42	
<b>ns t00</b>	17.91	
<b>Es</b>	210000.00	
<b><math>\Phi(t-t_0)</math></b>	2.09	Coeff. Viscosità
<b><math>\epsilon_{sh}(t-t_s)</math></b>	-0.00034	Coeff. Ritiro
<b><math>\chi</math></b>	<b>0.8</b>	

Le perdite di precompressione differite risultano come di seguito:

	trefoli
$\sigma_{spi}$	1488.000
$\epsilon_{sh}$	-0.00034
$\alpha$	5.374
$\Phi(t-t_0)$	2.095
$\sigma_{c,Qp}$	-9.110
$\sigma_p$	1410.010
$A_p$	4.448E-03
$A_c$	1.268E+00
$l_c$	1.915E-01
$z_{cp}$	0.476
$f_{ptk}$	1860
<b>A Tinf</b>	<b>500000 ore</b>
$\rho_{1000}$	2.500
$\mu$	0.800
$\Delta\sigma_{pr}$	-85.746
$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	-211.391
$\% \Delta\sigma_{p,c+s+r}$	14.206
<b>Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione</b>	
$\Delta N$	940.27
$\Delta M$	-447.88

Campata CENTRALE

Per la verifica si considerano le seguenti caratteristiche:





Le caratteristiche della soletta presente in fase 2 e 3 sono riportate di seguito:

#### Dati soletta

b	2.50 m	Larghezza soletta
h	0.29 m	spessore soletta
$\phi_{sup}$	12.00 mm	$\phi 12/20$
passo <sub>sup</sub>	200.00 mm	
$n_{b, sup}$	12.50	
$C_{sup}$	35.00 mm	
$\phi_{inf}$	12.00 mm	$\phi 12/20$
passo <sub>inf</sub>	200.00 mm	
$n_{b, inf}$	12.50	
$C_{inf}$	55.00 mm	
$A_{s, sup}$	0.001414 m <sup>2</sup>	
$A_{s, inf}$	0.001414 m <sup>2</sup>	

#### Caratteristiche geometriche sezione cls

Ac	0.7277	m <sup>2</sup>
ycg	0.3896	m
lcxg	0.1030	m <sup>4</sup>

#### Trefoli

Ap	0.0081	m <sup>2</sup>
ypg	0.1810	m
lpxg	0.0007	m <sup>4</sup>

#### Caratteristiche geometriche sezione cls+trefoli

A	0.7633	m <sup>2</sup>	
yg	0.3798	m	
lxg	0.1076	m <sup>4</sup>	
Wcinf	-0.2834	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra inferiore trave
Wcsup	0.1495	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore trave
Wc pg	-0.5414	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra in corrispondenza del baricentro trefoli
Wpg	-0.5414	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza del baricentro trefoli
Wp inf	-0.2834	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza trefoli a quota minima

#### Caratteristiche geometriche sezione cls+trefoli+soletta

A	1.4645	m <sup>2</sup>	
yg	0.7942	m	
lxg	0.3863	m <sup>4</sup>	
Wcinf	-0.4864	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra inferiore trave
Wcsup	1.2632	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore trave
Wc pg	-0.6300	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra in corrispondenza del baricentro trefoli
Wpg	-0.6300	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza del baricentro trefoli
Wc sol	0.6484	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza fibra superiore soletta
Ws sol	0.6888	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza armatura lenta superiore soletta
Wp inf	-0.4864	m <sup>3</sup>	modulo di resistenza trefoli a quota minima

**Sezione trefoli**

A	0.0080620 m <sup>2</sup>
yg	0.1810345 m
lxg	0.0007109 m <sup>4</sup>

**Sezione omogeneizzata**

A	0.76331 m <sup>2</sup>		
yg	0.37985 m		
lxg	0.10763 m <sup>4</sup>		
e	0.19881 m		
N <sub>p0</sub>	11996256 N	tiro iniziale	
σ <sub>p,elastica</sub>	109 Mpa		7.3%
σ <sub>p,rilassamento</sub>	24 Mpa		1.6%
ΔN <sub>el</sub>	878696 N	perdita elastica	7.3%
ΔN <sub>pr</sub>	193550 N	perdita da rilassamento	1.6%
ΔN <sub>ist</sub>	1072246 N	perdita istantanee	8.9%
N <sub>p</sub>	10924010 N	tiro al netto delle perdite istantanee	
M <sub>p</sub>	2171828 Nm	momento da prec al netto delle perdite istantanee	

**Azioni da precompressione**

N <sub>p</sub>	-10924.01 kN	tiro al netto delle perdite istantanee
M <sub>p</sub>	2171.83 kNm	momento da prec al netto delle perdite istantanee

Per il calcolo delle perdite differite legate a ritiro, viscosità e rilassamento si considerano i parametri:

**Ritiro - calcolo deformazioni da ritiro**

Rbk	54.22
f <sub>ck</sub> (MPa)	45
f <sub>cm</sub> (MPa)	53
f <sub>cm0</sub> (MPa)	10
RH (%)	80
cls tipo	R
α <sub>ds1</sub>	6
α <sub>ds2</sub>	0.11
RH <sub>0</sub> (%)	100.00
β <sub>RH</sub>	0.76
ε <sub>cd,0</sub>	0.00032
k <sub>h</sub>	0.77
ε <sub>ca(00)</sub>	0.00009
h <sub>0</sub> (mm)	280.00
t <sub>s</sub>	30
t (gg)	25550
β <sub>ds(t-t<sub>s</sub>)</sub>	0.993
ε <sub>cd(t)</sub>	0.00024
β <sub>as(t)</sub>	1.00000
ε <sub>ca(t)</sub>	0.000087
ε <sub>s(t-t<sub>s</sub>)</sub>	3.29E-04

**Calcolo coefficienti di viscosità**

Rbk	54.22
f <sub>ck</sub> (MPa)	45
f <sub>cm</sub> (MPa)	53
RH (%)	80
cls tipo	R
h <sub>0</sub> (mm)	280.00
α <sub>1</sub>	0.75
α <sub>2</sub>	0.92
α <sub>3</sub>	0.81
β <sub>H</sub>	824.59
Φ <sub>RH</sub>	1.13
β(fcm)	2.31
t <sub>0</sub>	2
t (gg)	25550
β(t <sub>0</sub> )	0.801
β <sub>c</sub> (t, t <sub>0</sub> )	0.991
Φ <sub>0</sub>	2.090
Φ(t, t <sub>0</sub> )	2.070

**Calcolo perdite di precompressione a tempo  $t=\infty$**

Dati genera	trave	soletta
<b>Rck</b>	54.22	42.17
<b>fck</b>	45	35
<b>fc<sub>m</sub></b>	53	43
<b>E<sub>cm</sub></b>	36283.19	34077.15
<b>E<sub>c</sub></b>	38097.35	
<b>E<sub>sp</sub></b>	195000.00	
<b>nc</b>	0.94	
<b>np</b>	5.42	
<b>ns t00</b>	17.77	
<b>E<sub>s</sub></b>	210000.00	
<b>Φ(t-t0)</b>	2.07	Coeff. Viscosità
<b>ε<sub>sh</sub>(t-t<sub>s</sub>)</b>	-0.00033	Coeff. Ritiro
<b>χ</b>	0.8	

Le perdite di precompressione differite risultano come di seguito:

	trefoli
σ <sub>spi</sub>	1488.000
ε <sub>sh</sub>	-0.00033
α	5.374
Φ(t-t0)	2.070
σ <sub>c, Qp</sub>	-11.258
σ <sub>p</sub>	1393.271
A <sub>p</sub>	8.062E-03
A <sub>c</sub>	1.465E+00
I <sub>c</sub>	3.863E-01
Z <sub>cp</sub>	0.613
f <sub>ptk</sub>	1860
<b>A Tinf</b>	<b>500000 ore</b>
ρ <sub>1000</sub>	2.500
μ	0.800
Δσ <sub>pr</sub>	-84.728
Δσ <sub>p, c+s+r</sub>	-215.997
% Δσ <sub>p, c+s+r</sub>	14.516
<b>Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione</b>	
ΔN	1741.36
ΔM	-1067.74

**7.4.2 Tensioni al tiro**

Campata BOLOGNA

Per il calcolo delle tensioni si considerano le seguenti caratteristiche geometriche:

Sez. Mezzeria	S.L.E. Rara									
Calcolo caratteristiche geometrico-statiche della sezione										
	A	yg	Jxx							
sezione cassone	0.54670	0.26296	0.03803							
sezione cassone+soletta	1.26265	0.64108	0.18987							
Trefoli	0.00334	0.19583	0.00021	Wcinf	Wcsup	Wcsup sol	Wc pg	Ws sol	Wpg	
cassoncino	0.56143	0.26120	0.03902	-0.14938	0.07242		-0.59694		-0.14938	
cassoncino+soletta	1.26265	0.64108	0.18987	-0.29618	1.19477	0.42296	-0.42645	0.45872	-0.29618	

Sez. Mezzeria	S.L.E. Rara		Step A
	F1 prec.	F1 p.p.	PPtr+Prec. Fine fase 1
N	-4714	0	-4714
M <sub>y</sub>	308	-183	125
σ <sub>c</sub> inf	-10.5	1.2	-9.2
σ <sub>c</sub> sup	-4.1	-2.5	-6.7
σ <sub>c</sub> sup soletta			
σ <sub>s</sub> soletta			
σ <sub>c</sub> pg	-8.9	0.3	-8.6
σ <sub>s</sub> pg	1413.2	1.7	1414.8
σ <sub>s</sub> pinf	1356.5	6.6	1363.1

La sezione risulta interamente compressa.

Campata PADOVA

Per il calcolo delle tensioni si considerano le seguenti caratteristiche geometriche:

Sez. Mezzeria	S.L.E. Rara								
Calcolo caratteristiche geometrico-statiche della sezione									
	A	yg	Jxx						
sezione cassone	0.54670	0.26296	0.03803						
sezione cassone+soletta	1.26756	0.63884	0.19151						
Trefoli	0.00445	0.16250	0.00022	Wcinf	Wcsup	Wcsup sol	Wc pg	Ws sol	Wpg
cassoncino	0.56635	0.25947	0.03921	-0.15112	0.07254		-0.40436		-0.15112
cassoncino+soletta	1.26756	0.63884	0.19151	-0.29979	1.18833	0.42449	-0.40206	0.46019	-0.29979

Sez. Mezzeria	S.L.E. Rara		Step A
	F1 prec.	F1 p.p.	PPtr+Prec. Fine fase 1
N	-6192	0	-6192
M <sub>y</sub>	600	-316	284
σ <sub>c</sub> inf	-14.9	2.1	-12.8
σ <sub>c</sub> sup	-2.7	-4.4	-7.0
σ <sub>c</sub> sup soletta			
σ <sub>s</sub> soletta			
σ <sub>c</sub> pg	-12.4	0.8	-11.6
σ <sub>s</sub> pg	1392.1	4.2	1396.3
σ <sub>s</sub> pinf	1311.3	11.3	1322.7

La sezione risulta interamente compressa.

Campata CENTRALE

Per il calcolo delle tensioni si considerano le seguenti caratteristiche geometriche:

Sez. Mezzeria	S.L.E. Rara								
Calcolo caratteristiche geometrico-statiche della sezione									
	A	yg	Jxx						
sezione cassone	0.72770	0.38957	0.10302						
sezione cassone+soletta	1.46452	0.79420	0.38630						
Trefoli	0.00806	0.18103	0.00071	Wcinf	Wcsup	Wcsup sol	Wc pg	Ws sol	Wpg
cassoncino	0.76331	0.37985	0.10763	-0.28335	0.14946		-0.54137		-0.28335
cassoncino+soletta	1.46452	0.79420	0.38630	-0.48640	1.26322	0.64836	-0.63001	0.68883	-0.48640

Sez. Mezzeria S.L.E. Rara			Step A PPtr+Prec. Fine fase 1
	F1 prec.	F1 p.p.	
N	-10924	0	-10924
M <sub>y</sub>	2172	-1235	937
σ <sub>c</sub> inf	-22.0	4.4	-17.6
σ <sub>c</sub> sup	0.2	-8.3	-8.0
σ <sub>c</sub> sup soletta			
σ <sub>s</sub> soletta			
σ <sub>c</sub> pg	-18.3	2.3	-16.0
σ <sub>s</sub> pg	1355.0	12.4	1367.4
σ <sub>s</sub> pinf	1236.0	23.6	1259.6

La sezione risulta interamente compressa.

### 7.4.3 Tensioni agli S.L.E. (Rara)

#### Campata BOLOGNA

Verifica sezione prec. :			Sez. Mezzeri S.L.E. Rara			
Riepilogo sollecitazioni di verifica per fasi						
Fase	Azione di	sezione	N (kN)	My (kNm)	$\gamma_i$	
Fase 1	Precompressione	cassoncino	-4714	308	1.00	
Fase 1	Peso proprio trave	cassoncino	0	-183	1.00	
Fase 2	Peso soletta	cassoncino	0	-278	1.00	
Fase 3	Permanenti	trave+sol	0	-188	1.00	
Fase 4	Mobili TS	trave+sol	0	-1264	1.00	
Fase 4	Mobili UDL	trave+sol	0	0	1.00	
Fase 5	Perdite differite	trave+sol	683	-304		

Sez. Mezzeria	S.L.E. Rara		Step A		Step B		Step C		Step C*		Step D
	F1 prec.	F1 p.p.	PPtr+Prec. Fine fase 1	F2	Step A + P.P. Fine F2	F3	Step B + Perm. Fine F3	Perdite differite	Step C + Perdite t <sub>inf</sub> Fine F4	Mobili	Step C* + Mobili Totali finali
N	-4714	0	-4714	0	-4714	0	-4714	683	-4032	0	-4032
M <sub>y</sub>	308	-183	125	-278	-153	-188	-341	-304	-645	-1264	-1909
$\sigma_c$ inf	-10.5	1.2	-9.2	1.9	-7.4	0.6	-6.7	1.6	-5.2	4.3	-0.9
$\sigma_c$ sup	-4.1	-2.5	-6.7	-3.8	-10.5	-0.2	-10.7	0.3	-10.4	-1.1	-11.4
$\sigma_c$ sup soletta						-0.4	-0.4	-0.2	-0.6	-2.8	-3.4
$\sigma_s$ soletta						-7.3	-7.3	-2.2	-9.5	-49.4	-58.9
$\sigma_c$ pg	-8.9	0.3	-8.6	0.5	-8.1	0.4	-7.7	1.3	-6.4	3.0	-3.5
$\sigma_s$ pg	1413.2	1.7	1414.8	2.5	1417.3	2.4	1419.7	-197.9	1221.9	16.1	1237.9
$\sigma_s$ pinf	1356.5	6.6	1363.1	10.1	1373.2	3.4	1376.7	-196.2	1180.5	23.1	1203.6

La sezione di calcestruzzo della trave risulta interamente compressa con una tensione massima ( $\sigma_{c,sup} = -11.40\text{MPa}$ ) inferiore a  $0.60 \cdot f_{ck} = -27\text{MPa}$ . La tensione agente nei cavi di precompressione ( $\sigma_{s,inf} = 1203\text{MPa}$ ) risulta inferiore allo  $0.80 \cdot f_{p(1)k} = 1336\text{MPa}$  e quella massima registrata nell'armatura lenta di soletta ( $\sigma_{s,soletta} = 59\text{MPa}$ ) è inferiore a  $0.8 \cdot f_{yk} = 360\text{MPa}$ .

#### Campata PADOVA

Verifica sezione prec. :			Sez. Mezzeria S.L.E. Rara			
Riepilogo sollecitazioni di verifica per fasi						
Fase	Azione di	sezione	N (kN)	My (kNm)	$\gamma_i$	
Fase 1	Precompressione	cassoncino	-6192	600	1.00	
Fase 1	Peso proprio trave	cassoncino	0	-316	1.00	
Fase 2	Peso soletta	cassoncino	0	-568	1.00	
Fase 3	Permanenti	trave+sol	0	-451	1.00	
Fase 4	Mobili TS	trave+sol	0	-1612	1.00	
Fase 4	Mobili UDL	trave+sol	0	0	1.00	
Fase 5	Perdite differite	trave+sol	940	-448		

Sez. Mezzeria	S.L.E. Rara		Step A		Step B		Step C		Step C*		Step D
	F1 prec.	F1 p.p.	PPtr+Prec. Fine fase 1	F2	Step A + P.P. Fine F2	F3	Step B + Perm. Fine F3	Perdite differite	Step C + Perdite t <sub>inf</sub> Fine F4	Mobili	Step C* + Mobili Totali finali
N	-6192	0	-6192	0	-6192	0	-6192	940	-5252	0	-5252
M <sub>y</sub>	600	-316	284	-568	-284	-451	-735	-448	-1182	-1612	-2794
$\sigma_c$ inf	-14.9	2.1	-12.8	3.8	-9.1	1.5	-7.6	2.2	-5.3	5.4	0.1
$\sigma_c$ sup	-2.7	-4.4	-7.0	-7.8	-14.8	-0.4	-15.2	0.4	-14.9	-1.4	-16.2
$\sigma_c$ sup soletta						-1.0	-1.0	-0.3	-1.3	-3.6	-4.9
$\sigma_s$ soletta						-17.6	-17.6	-4.1	-21.7	-62.7	-84.4
$\sigma_c$ pg	-12.4	0.8	-11.6	1.4	-10.2	1.1	-9.1	1.9	-7.3	4.0	-3.2
$\sigma_s$ pg	1392.1	4.2	1396.3	7.6	1403.9	6.1	1410.0	-201.3	1208.7	21.7	1230.4
$\sigma_s$ pinf	1311.3	11.3	1322.7	20.4	1343.0	8.1	1351.2	-199.3	1151.9	29.1	1181.0

La sezione di calcestruzzo della trave risulta interamente compressa con una tensione massima ( $\sigma_{c,sup} =$

-16.20 MPa) inferiore a  $0.60 \cdot f_{ck} = -27$  MPa. La tensione agente nei cavi di precompressione ( $\sigma_{Ss,inf} = 1181$  MPa) risulta inferiore allo  $0.80 \cdot f_{p(1)k} = 1336$  MPa e quella massima registrata nell'armatura lenta di soletta ( $\sigma_{s,soletta} = 84.40$  MPa) è inferiore a  $0.8 \cdot f_{yk} = 360$  MPa.

Campata CENTRALE

**Verifica sezione prec. : Sez. Mezzeria S.L.E. Rara**

Riepilogo sollecitazioni di verifica per fasi

Fase	Azione di	sezione	N (kN)	My (kNm)	$\gamma_i$
Fase 1	Precompressione	cassoncino	-10924	2172	1.00
Fase 1	Peso proprio trave	cassoncino	0	-1235	1.00
Fase 2	Peso soletta	cassoncino	0	-1613	1.00
Fase 3	Permanenti	trave+sol	0	-1137	1.00
Fase 4	Mobili TS	trave+sol	0	-2982	1.00
Fase 4	Mobili UDL	trave+sol	0	0	1.00
Fase 5	Perdite differite	trave+sol	1741	-1068	

	F1 prec. F1 p.p.		Step A PPtr+Prec.	F2	Step B Step A + P.P.	F3	Step C Step B + Perm.	Perdite differite	Step C* Step C + Perdite $t_{inf}$	Mobili	Step D Step C* + Mobili
	F1 prec.	F1 p.p.	Fine fase 1		Fine F2		Fine F3		Fine F4		Totale finali
N	-10924	0	-10924	0	-10924	0	-10924	1741	-9183	0	-9183
My	2172	-1235	937	-1613	-676	-1137	-1813	-1068	-2881	-2982	-5863
$\sigma_c$ inf	-22.0	4.4	-17.6	5.7	-11.9	2.3	-9.6	3.4	-6.2	6.1	-0.1
$\sigma_c$ sup	0.2	-8.3	-8.0	-10.8	-18.8	-0.9	-19.7	0.3	-19.4	-2.4	-21.8
$\sigma_c$ sup soletta						-1.7	-1.7	-0.4	-2.1	-4.3	-6.4
$\sigma_s$ soletta						-29.3	-29.3	-6.4	-35.7	-76.9	-112.7
$\sigma_c$ pg	-18.3	2.3	-16.0	3.0	-13.1	1.8	-11.3	2.9	-8.4	4.7	-3.6
$\sigma_s$ pg	1355.0	12.4	1367.4	16.1	1383.5	9.8	1393.3	-200.4	1192.9	25.6	1218.5
$\sigma_s$ pinf	1236.0	23.6	1259.6	30.8	1290.4	12.7	1303.1	-197.7	1105.4	33.2	1138.6

La sezione di calcestruzzo della trave risulta interamente compressa con una tensione massima ( $\sigma_{c,sup} = -21.80$  MPa) inferiore a  $0.60 \cdot f_{ck} = -27$  MPa. La tensione agente nei cavi di precompressione ( $\sigma_{Ss,inf} = 1138$  MPa) risulta inferiore allo  $0.80 \cdot f_{p(1)k} = 1336$  MPa e quella massima registrata nell'armatura lenta di soletta ( $\sigma_{s,soletta} = 112$  MPa) è inferiore a  $0.8 \cdot f_{yk} = 360$  MPa.

## 8. Verifica della soletta

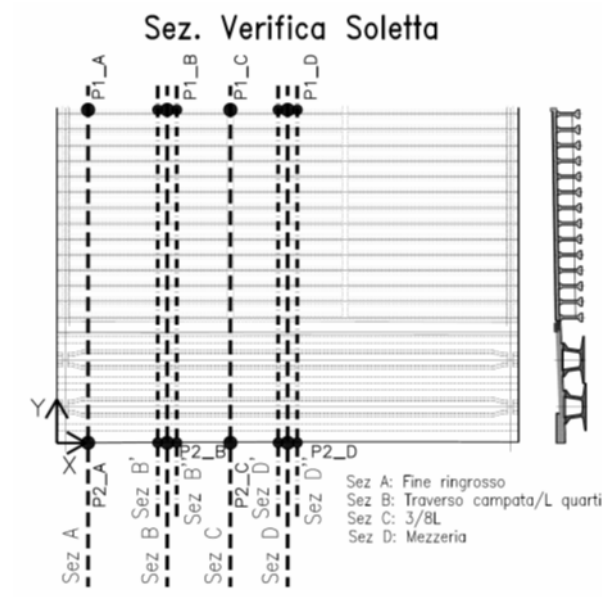
### 8.1 Generalità

Si analizza il comportamento della soletta lungo l'intero sviluppo longitudinale e trasversale, prendendo in conto sia la porzione esistente, sia quella di nuova edificazione sia la "zona di sutura" che garantisce il collegamento tra la porzione attuale e quella in progetto.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, la soletta è modellata attraverso elementi tipo "shell" facenti parte del modello numerico complessivo dell'impalcato. In questo modo è possibile cogliere correttamente le sollecitazioni e le deformazioni indotte dall'azione locale dei carichi e/o dal comportamento globale del sistema travi/soletta.

Si evidenzia che, a differenza di quanto avviene nella porzione di impalcato esistente, dove sono presenti traversi in campata ai quali compete la ripartizione dei carichi e la collaborazione tra le travi principali, nella struttura in progetto si prevedono traversi solo in asse appoggi e la ripartizione trasversale è quindi demandata, in toto, alla soletta. La soletta è pure l'unico elemento di cucitura tra l'impalcato esistente e l'allargamento.

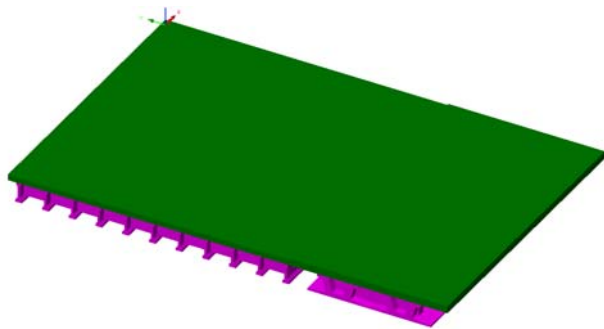
In virtù di quanto sopra, si sono individuate sei sezioni di verifica delle sollecitazioni posizionate in metà impalcato in corrispondenza alle aree più sollecitate e in modo da cogliere le sollecitazioni sia in prossimità degli appoggi, sia in campata. La simmetria delle strutture consente di estendere i risultati all'intero impalcato.



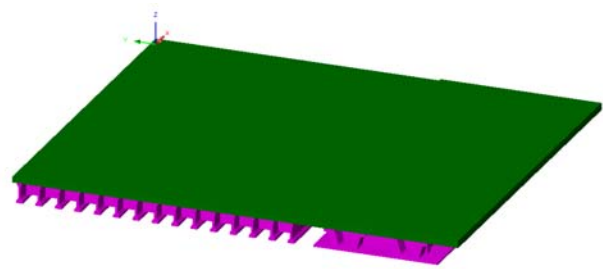
*Sezioni di verifica*

Le figure seguenti riportano le configurazioni dei modelli agli elementi finiti.

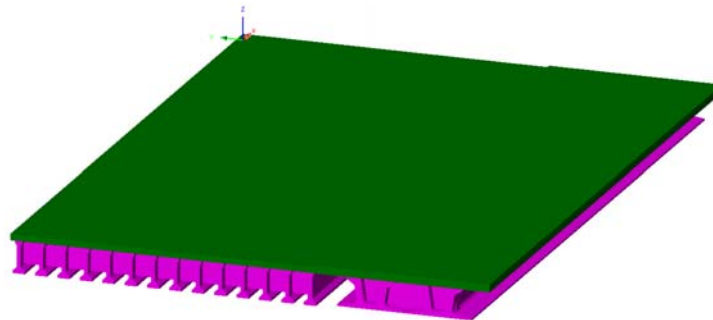




Modello agli E.F. – Campata BOLOGNA



Modello agli E.F. – Campata PADOVA



Modello agli E.F. – Campata CENTRALE

## 8.2 Carichi e combinazioni di carico

I carichi considerati, le disposizioni sull'impronta delle solette e le combinazioni SLE e SLU sono le medesime descritte nei paragrafi precedenti.

Nel dimensionamento delle armature relative alla porzione di soletta dello sbalzo, a partire dalla connessione con la nuova trave a cassoncino più esterna, si prende in conto anche la sollecitazione flettente indotta dalla eventuale presenza delle barriere FOA.

Tale sollecitazione è stimata secondo quanto di seguito riassunto e viene considerata come addendo aggiuntivo rispetto a quanto determinato attraverso le analisi agli E.F. per la verifica a flessione della sezione di incastro dello sbalzo.

### Campata BOLOGNA

#### Azione del vento sulle barriere FOA:

(DM 14.01.2008\_3.3; circolare esplicativa C3.3.10)

$P_{VENTO}$ (kN/mq)	$H_{FOA}$ (m)	$H_{CALCOLO}$ (m)	$i_{FOA}$ (m)	$M_{BASE}$ (kNm)	$L_{SBALZO}$ (m)	$L_{DIFF}$ (m)	$M_{VENTO}$ (kNm)
2.20	4	4.395	3	63.74	1.3	2.6	24.52

Si assume il vento concomitante alla massima azione da traffico:

$\gamma_{VENTO}$ (-)	$\Psi_0$ (-)	$\Psi_{1,2}$ (-)	$M_{SLU\_VENTO}$ (kNm)	$M_{SLE\_CARATT\_VENTO}$ (kNm)
1.5	0.6	0	22.06	14.71

**Campata PADOVA**

**Azione del vento sulle barriere FOA:**

(DM 14.01.2008\_3.3; circolare esplicativa C3.3.10)

$p_{VENTO}$ (kN/mq)	$H_{FOA}$ (m)	$H_{CALCOLO}$ (m)	$i_{FOA}$ (m)	$M_{BASE}$ (kNm)	$L_{SBALZO}$ (m)	$L_{DIFF}$ (m)	$M_{VENTO}$ (kNm)
2.20	4	4.395	3	63.74	1.45	2.9	21.98

Si assume il vento concomitante alla massima azione da traffico:

$\gamma_{VENTO}$ (-)	$\Psi_0$ (-)	$\Psi_{1,2}$ (-)	$M_{SLU\_VENTO}$ (kNm)	$M_{SLE-CARATT\_VENTO}$ (kNm)
1.5	0.6	0	19.78	13.19

**Campata CENTRALE**

**Azione del vento sulle barriere FOA:**

(DM 14.01.2008\_3.3; circolare esplicativa C3.3.10)

$p_{VENTO}$ (kN/mq)	$H_{FOA}$ (m)	$H_{CALCOLO}$ (m)	$i_{FOA}$ (m)	$M_{BASE}$ (kNm)	$L_{SBALZO}$ (m)	$L_{DIFF}$ (m)	$M_{VENTO}$ (kNm)
2.20	4	4.395	3	63.74	1.33	2.66	23.96

Si assume il vento concomitante alla massima azione da traffico:

$\gamma_{VENTO}$ (-)	$\Psi_0$ (-)	$\Psi_{1,2}$ (-)	$M_{SLU\_VENTO}$ (kNm)	$M_{SLE-CARATT\_VENTO}$ (kNm)
1.5	0.6	0	21.57	14.38

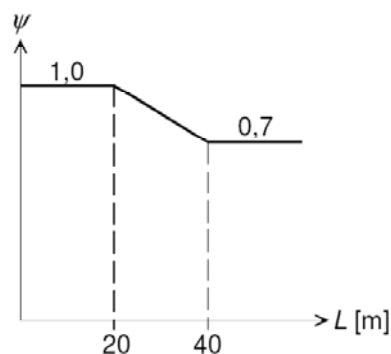
**8.2.1 Effetti locali e globali**

Le sollecitazioni considerate derivano dalla combinazione di quelle dedotte mediante lo studio della statica locale e globale (EN 1993-2 Annex E). Si fa riferimento all'eurocodice 3 nel quale si prevede il calcolo di un coefficiente di combinazione  $\psi$  funzione della luce del ponte da applicare alle sollecitazioni locali o globali che andranno così a sommarsi alle restanti.

La relazione che definisce il coefficiente  $\psi$  in funzione della luce della campata è riassunta nella figura seguente.

$$\sigma_{Ed} = \sigma_{loc,d} + \psi \sigma_{glob,d}$$

$$\sigma_{Ed} = \psi \sigma_{loc,d} + \sigma_{glob,d}$$



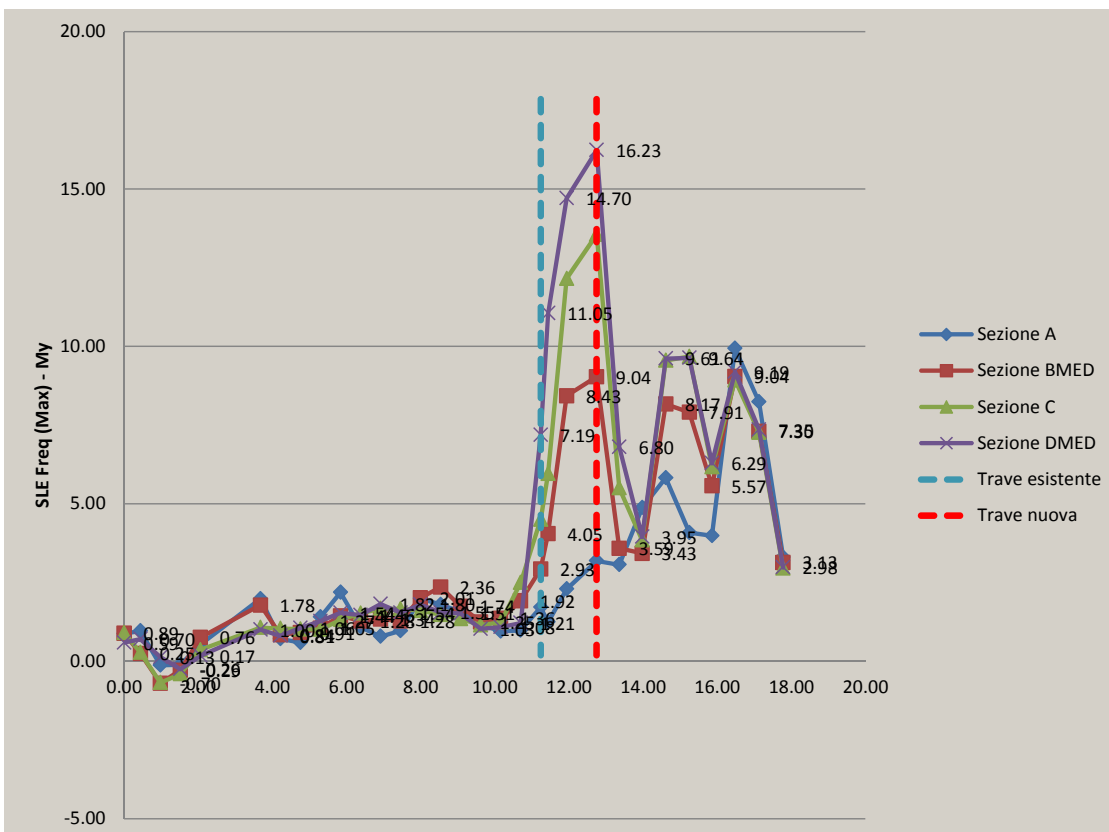
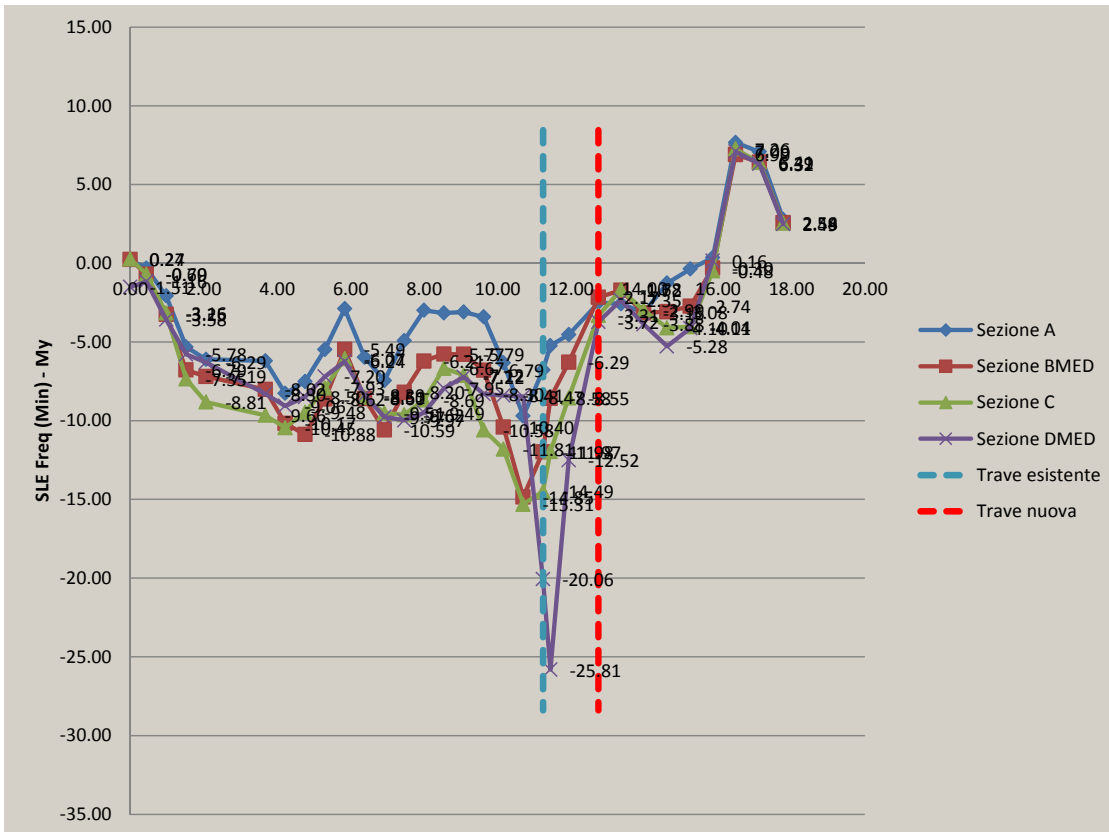
Date le luci in gioco si assume un coefficiente  $\psi$  di combinazione degli effetti unitario.

### **8.3 Sollecitazioni**

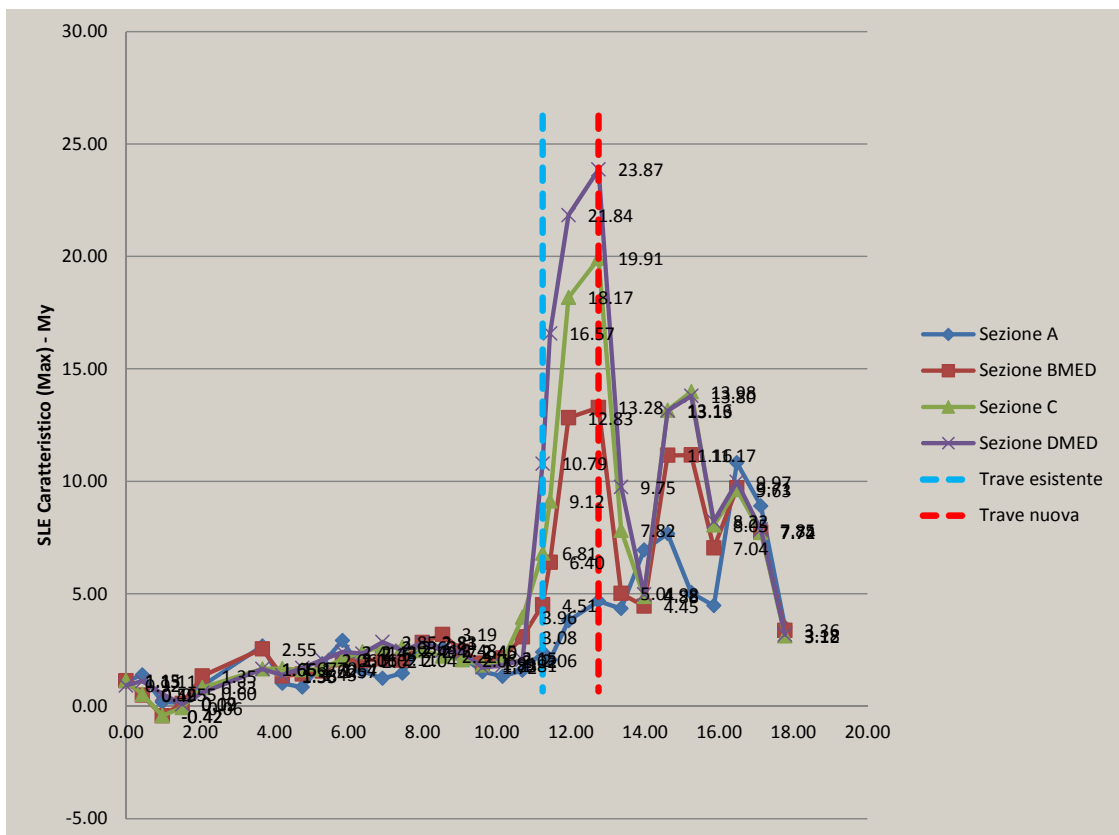
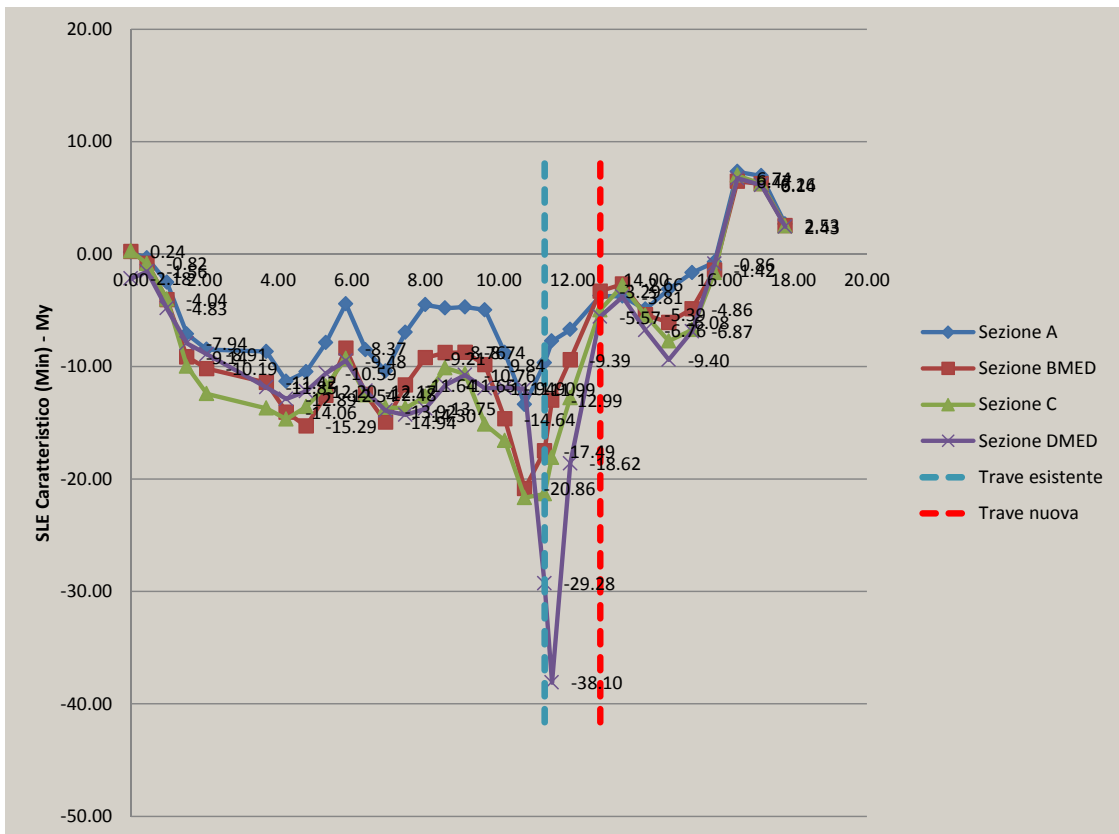
Di seguito si riportano gli involuipi per  $M_{y,max/min}$  (trasversale), e  $S_{y,max/min}$  (trasversale) per i tre S.L. considerati. Le analisi prendono in conto il diverso orientamento delle barre di armatura rispetto all'asse di riferimento dell'azione flettente calcolata con l'analisi numerica.

Campata BOLOGNA

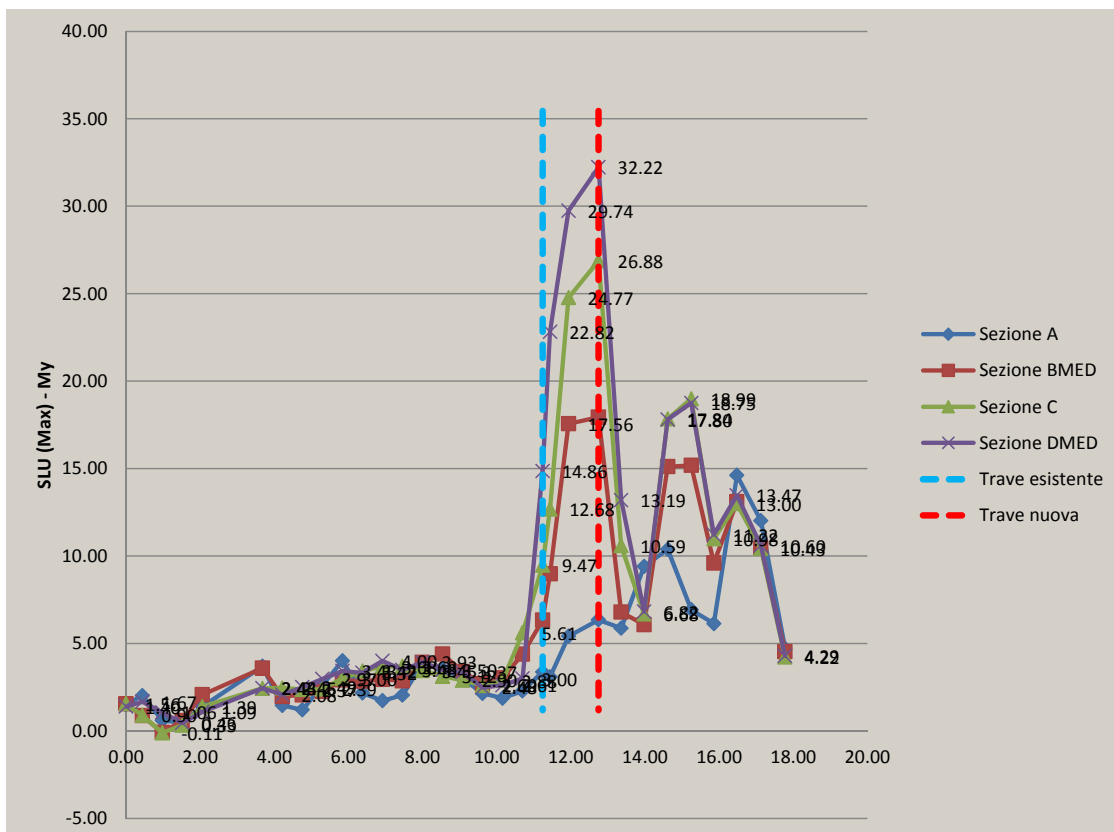
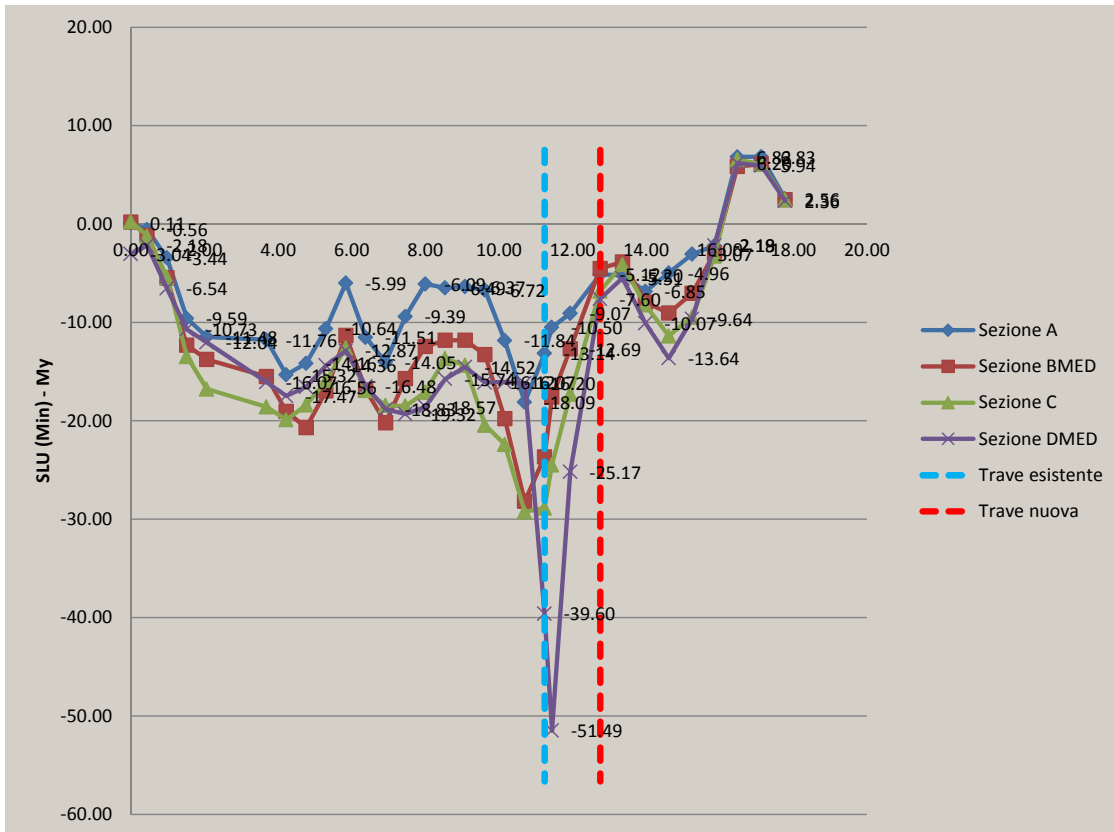
S.L.E. frequente – momenti trasversali



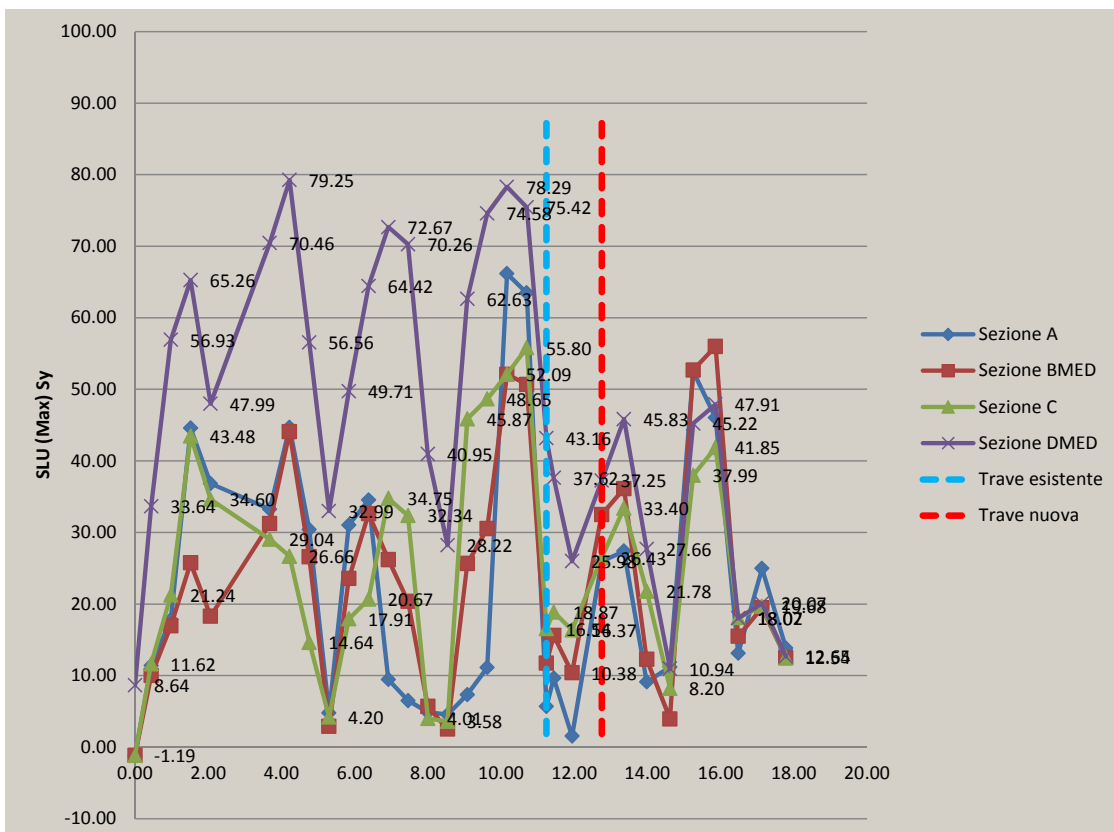
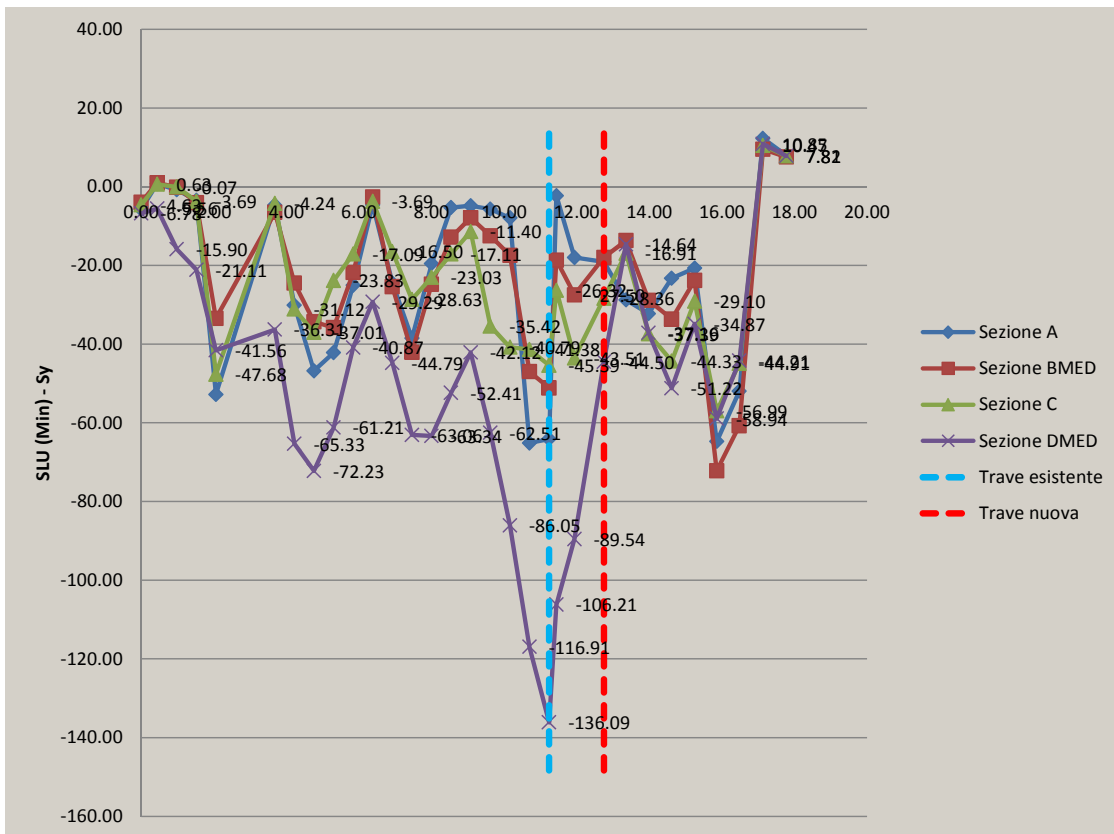
S.L.E. caratteristica – momenti trasversali



S.L.U. caratteristica – momenti trasversali

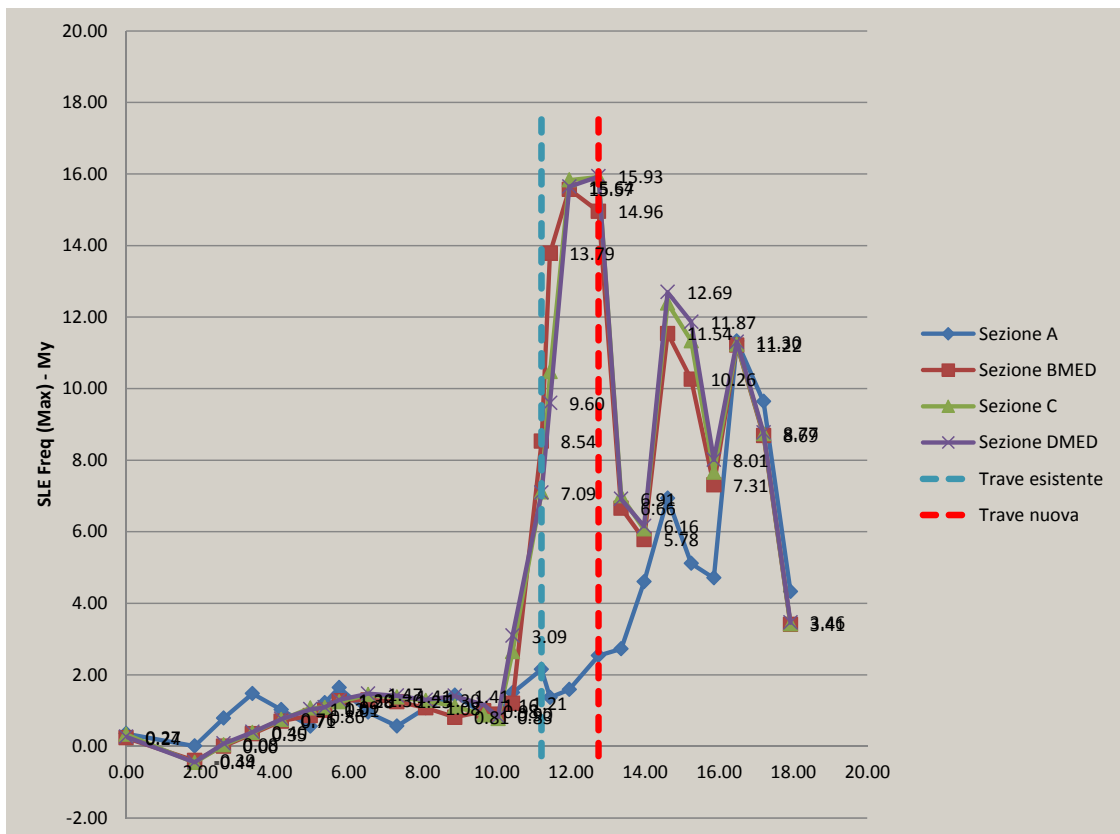
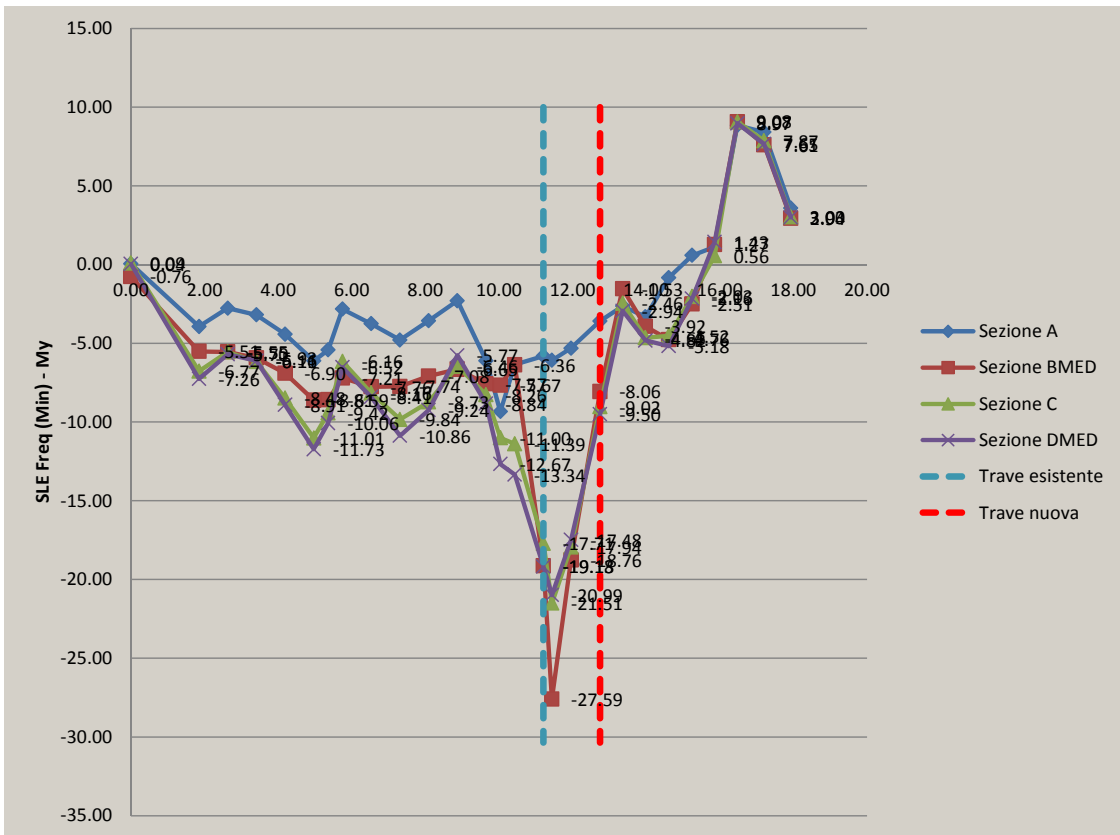


**S.L.U. caratteristica – taglio trasversale**



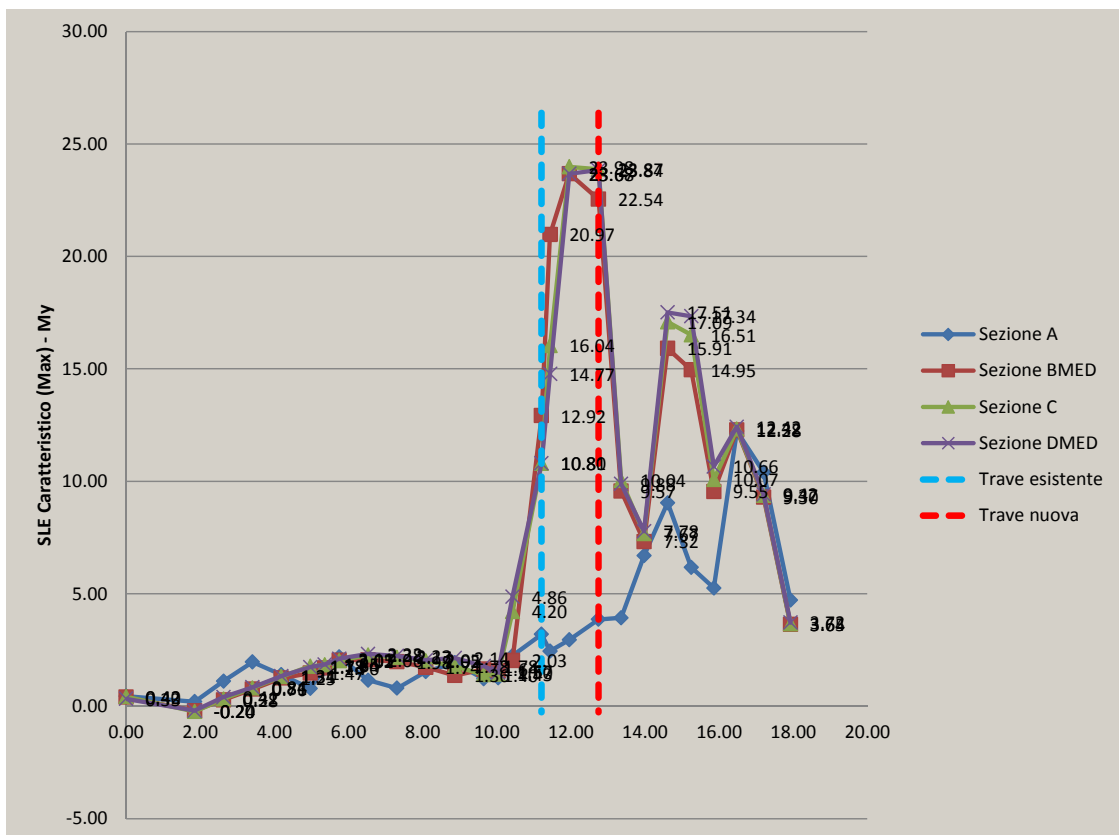
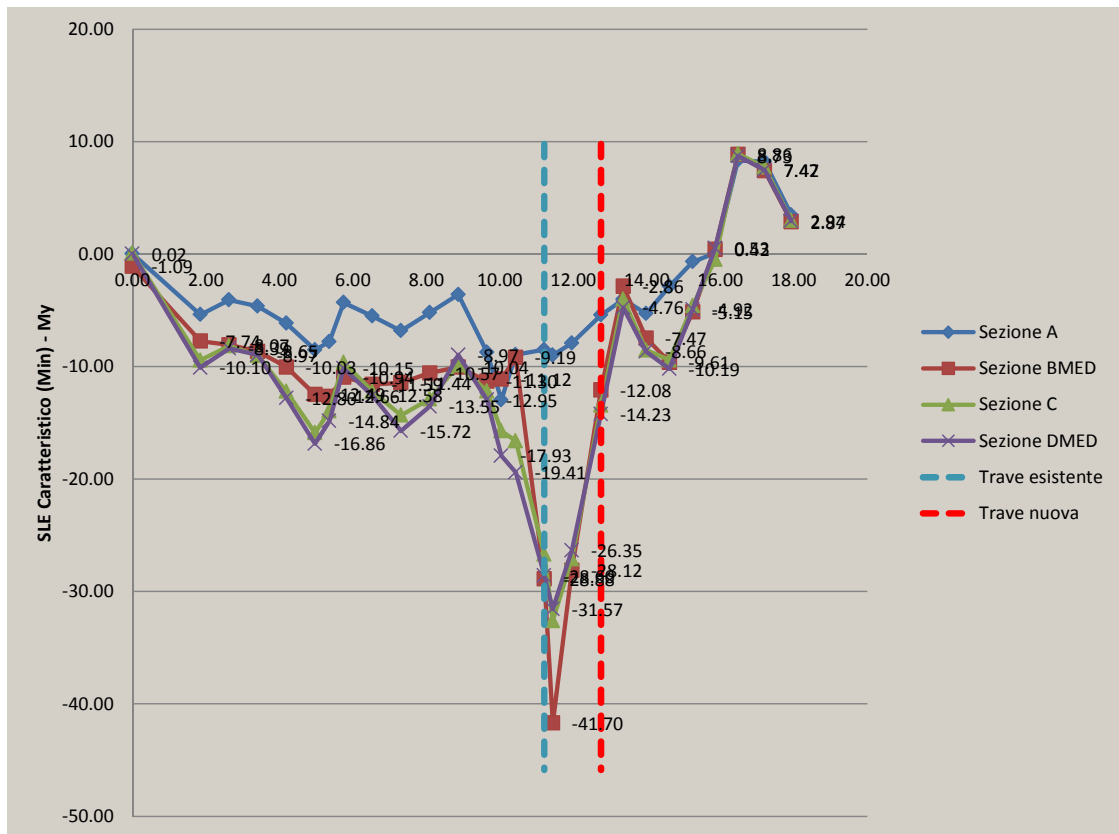
Campata PADOVA

S.L.E. frequente – momenti trasversali

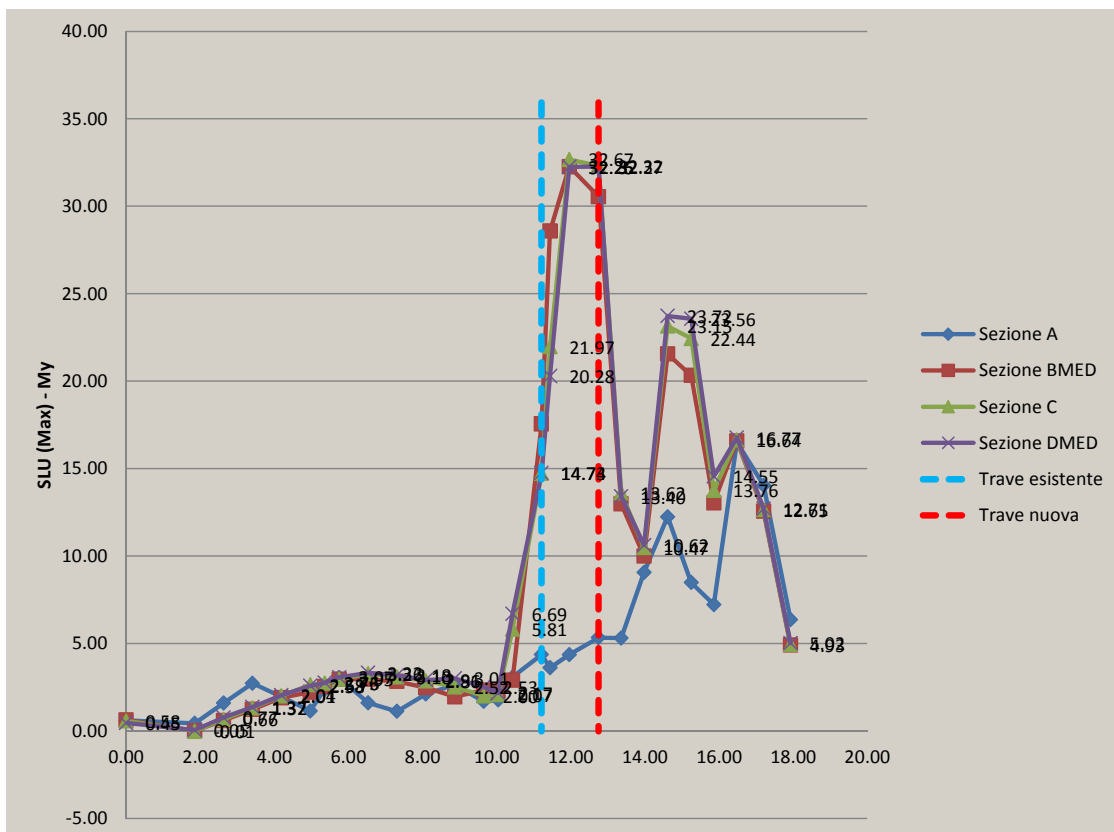
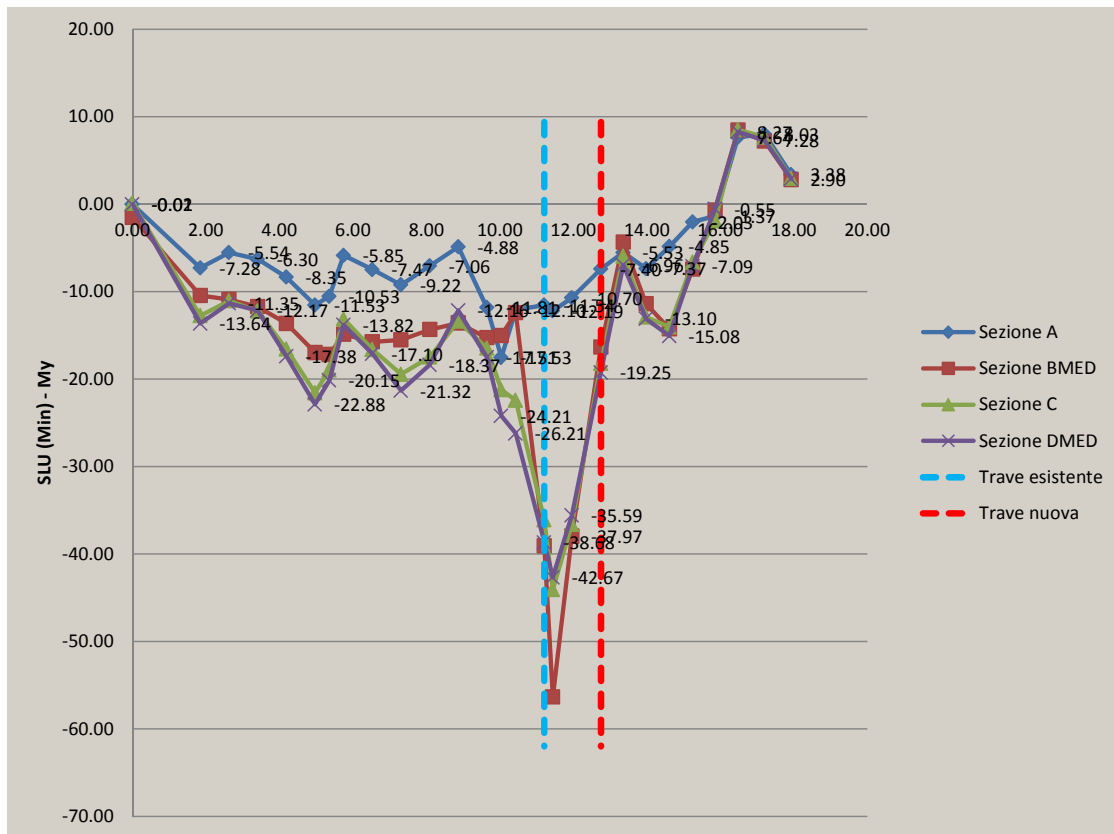




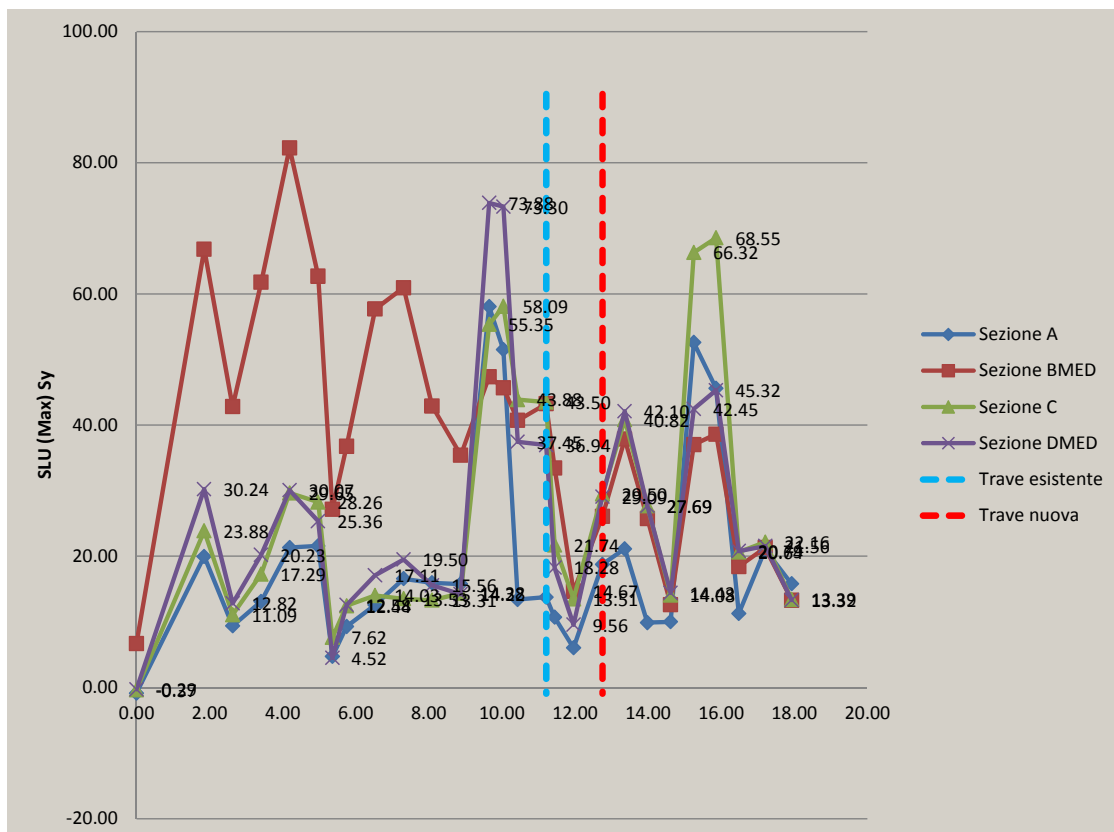
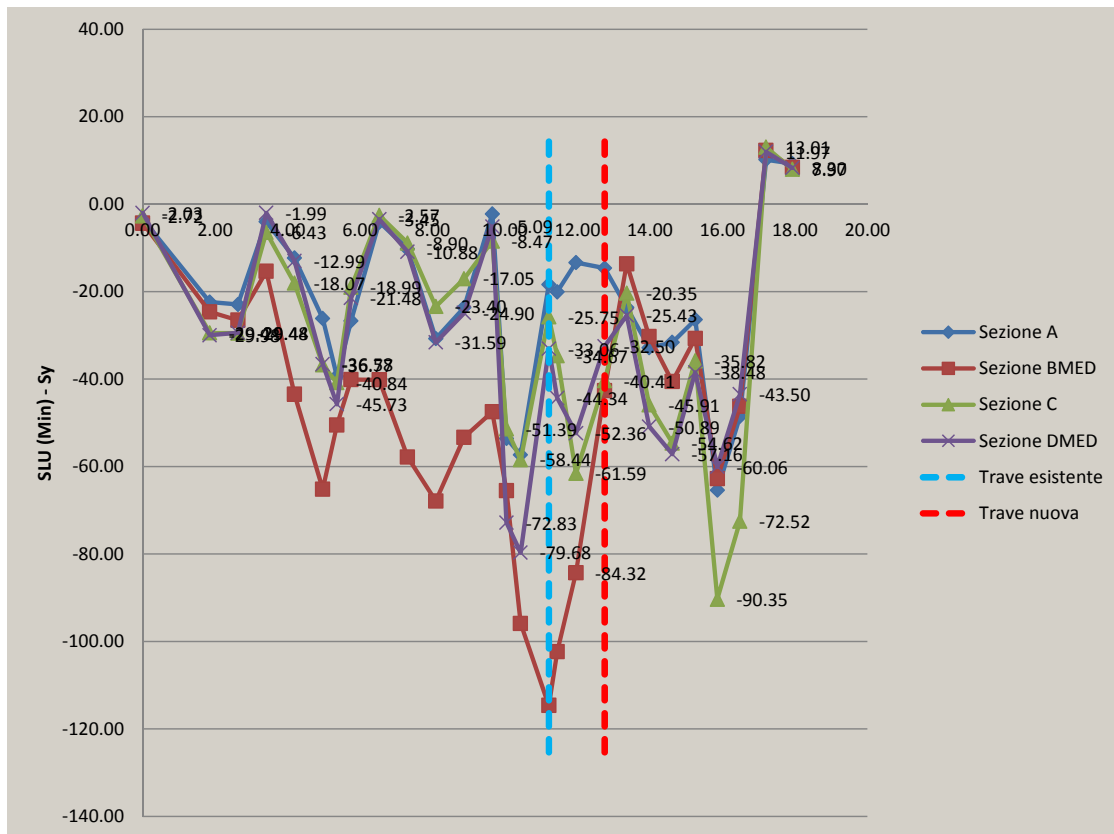
S.L.E. caratteristica – momenti trasversali



S.L.U. caratteristica – momenti trasversali

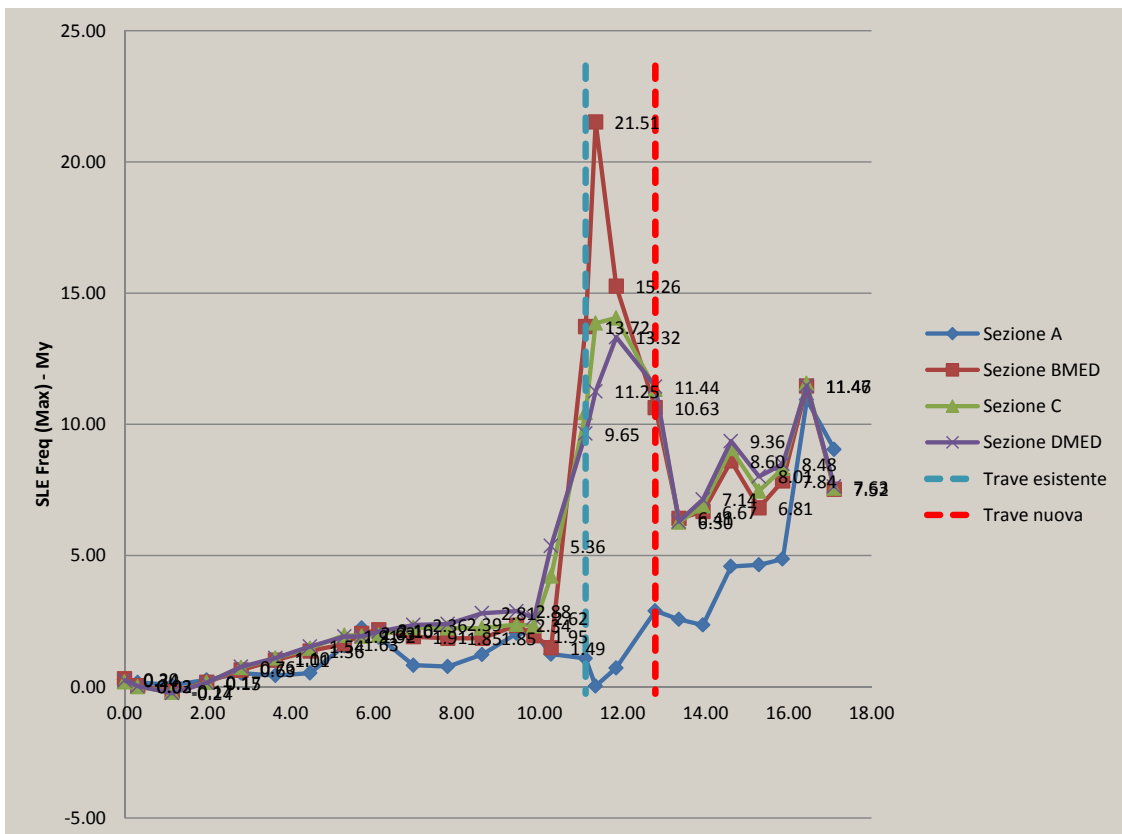
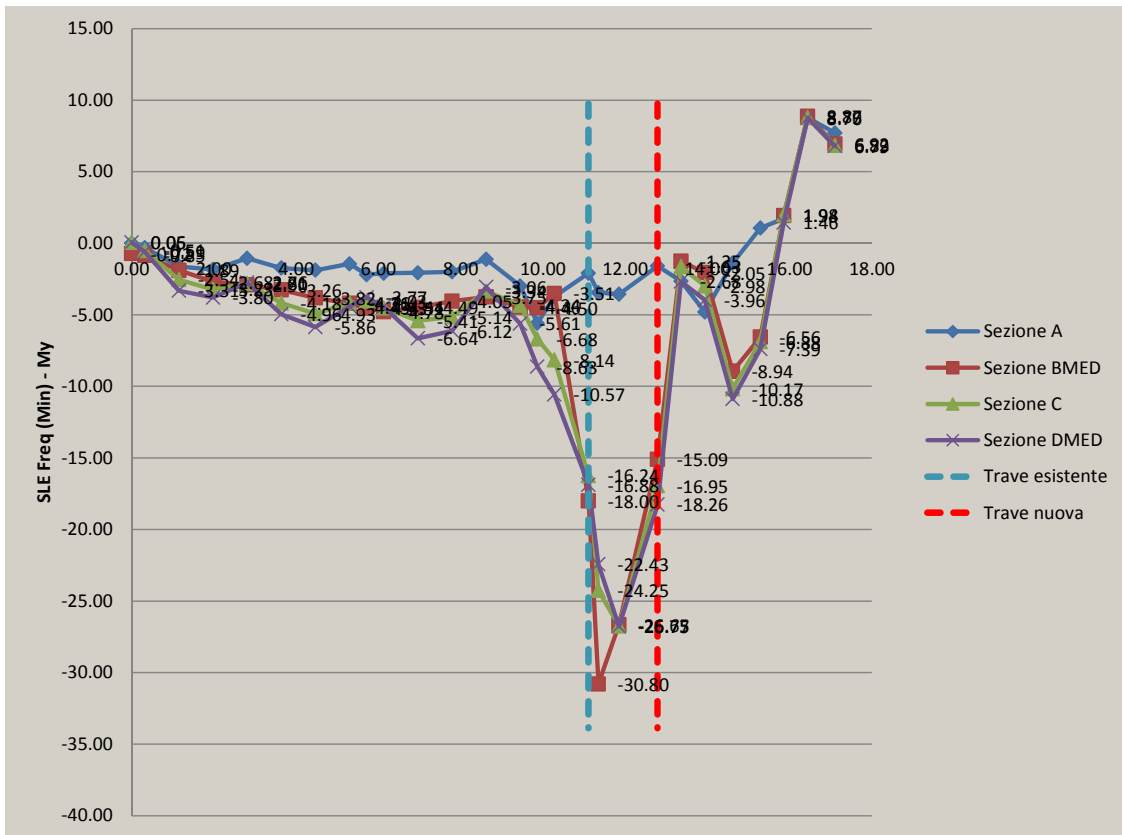


**S.L.U. caratteristica – taglio trasversale**

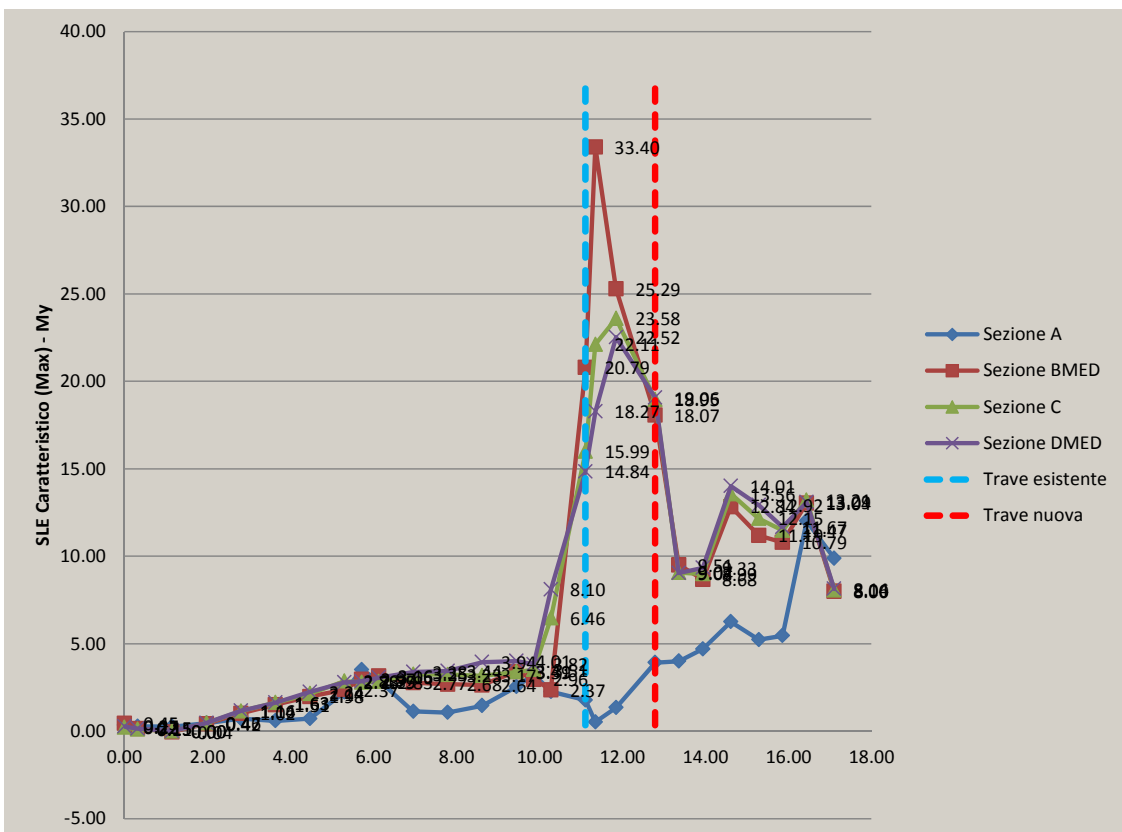
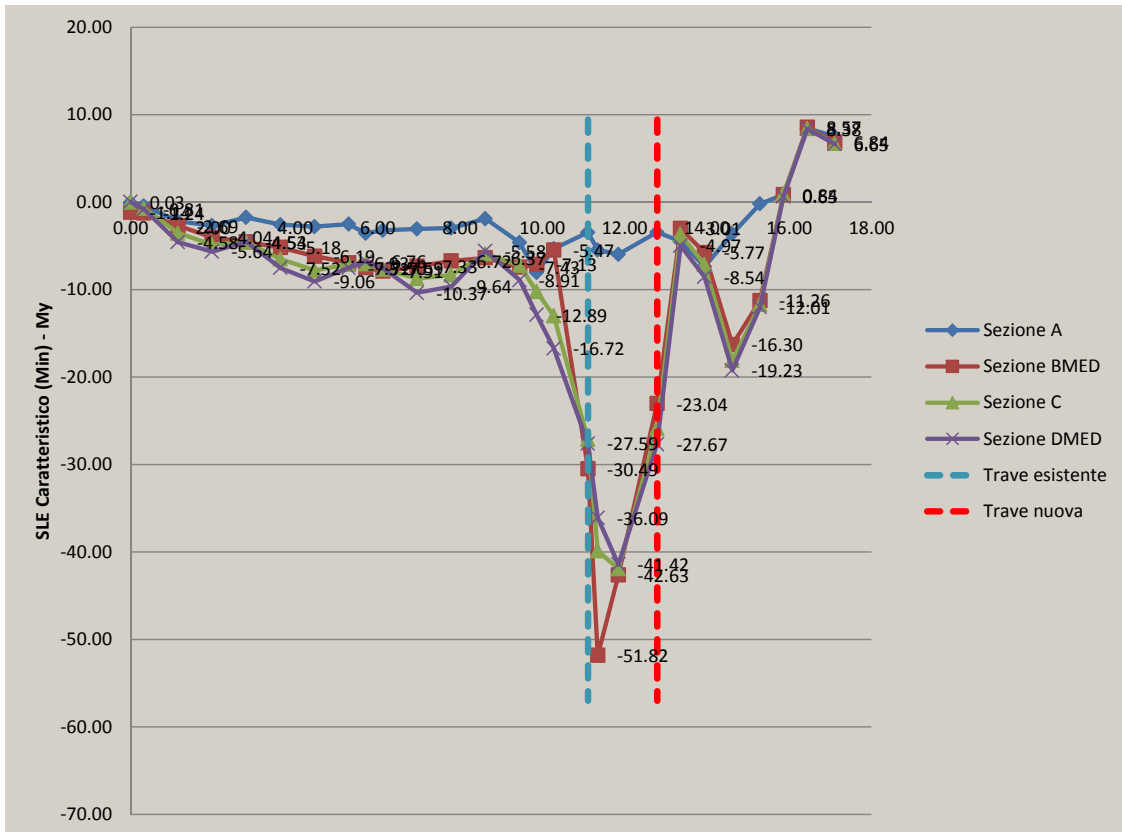


Campata CENTRALE

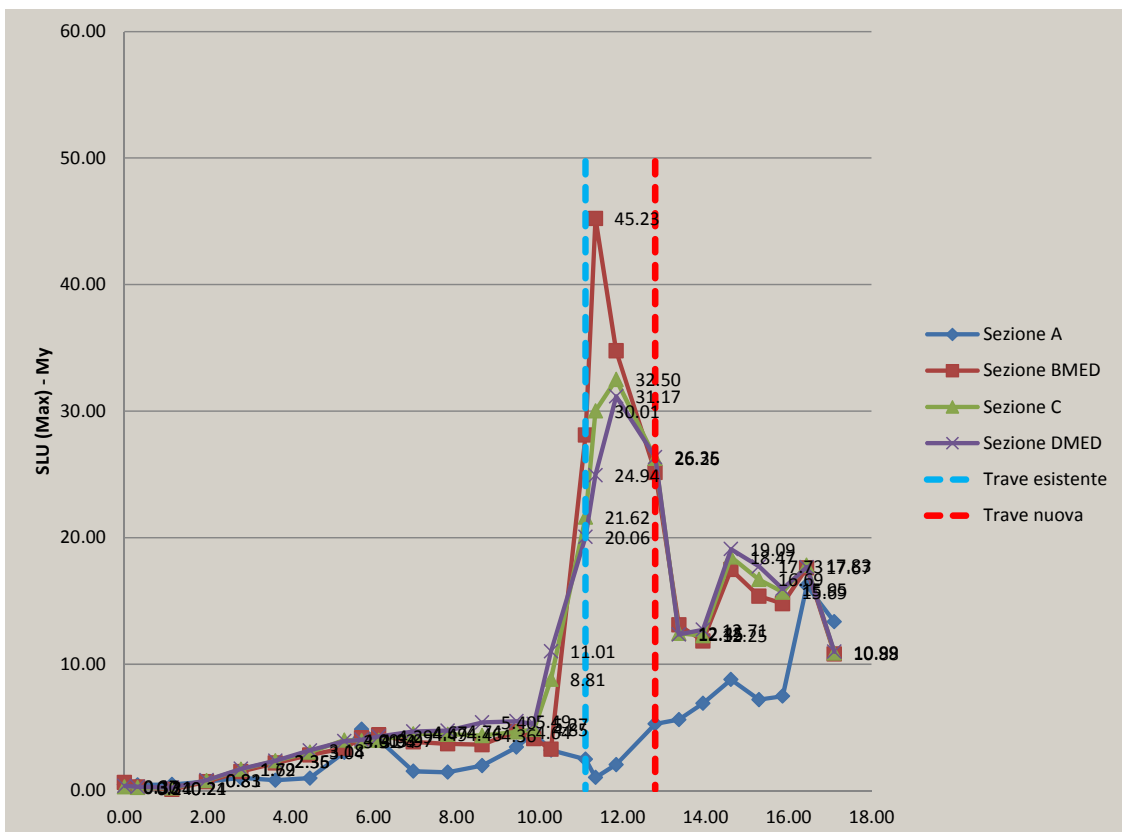
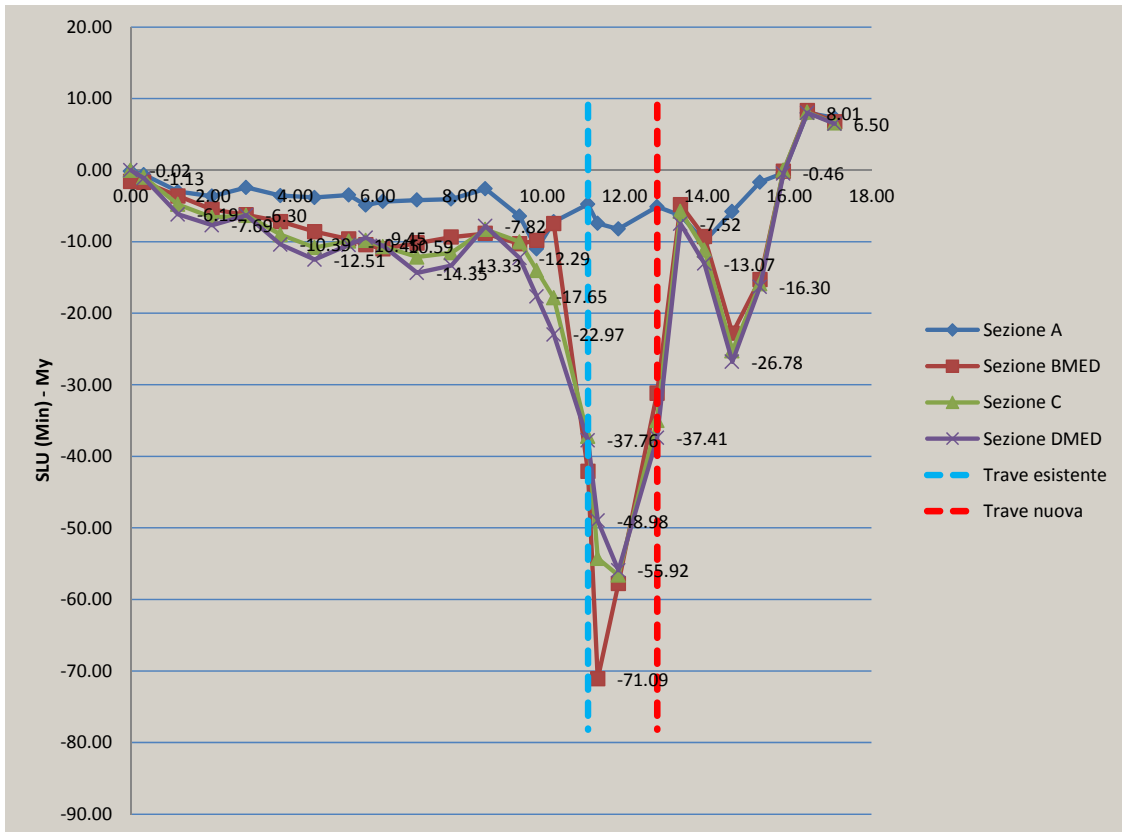
S.L.E. frequente – momenti trasversali



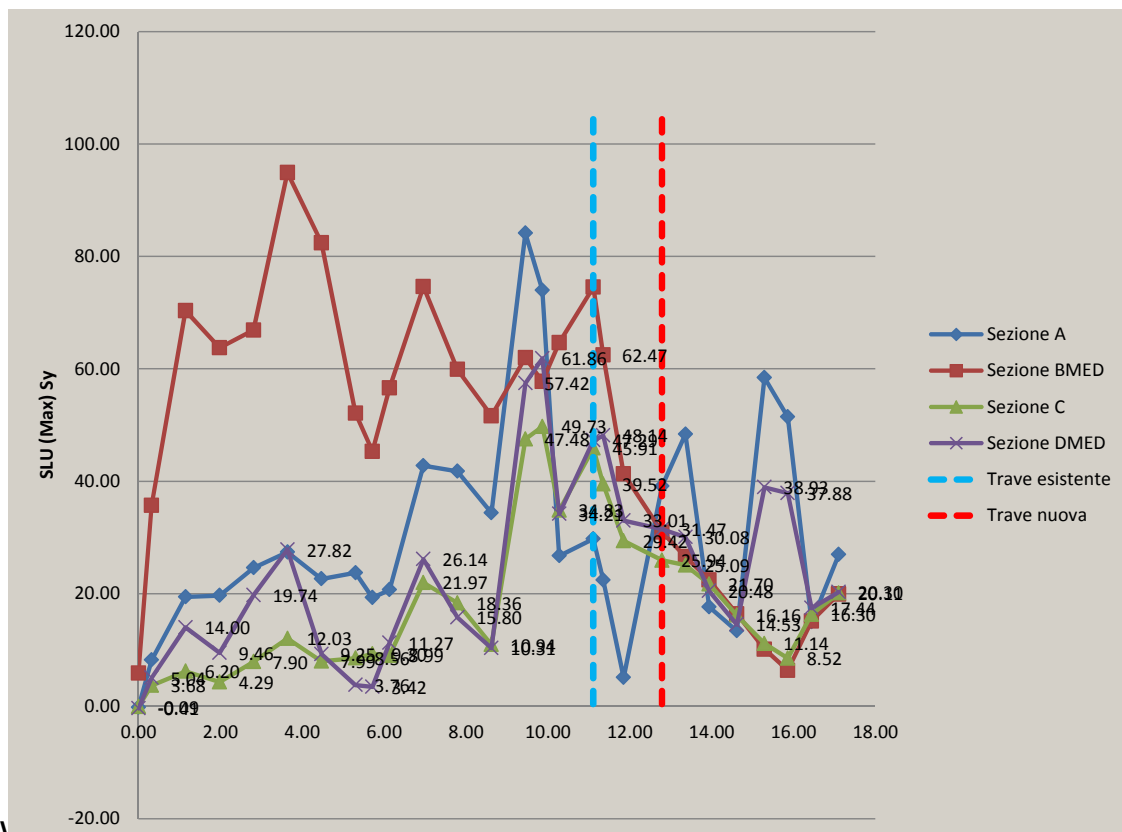
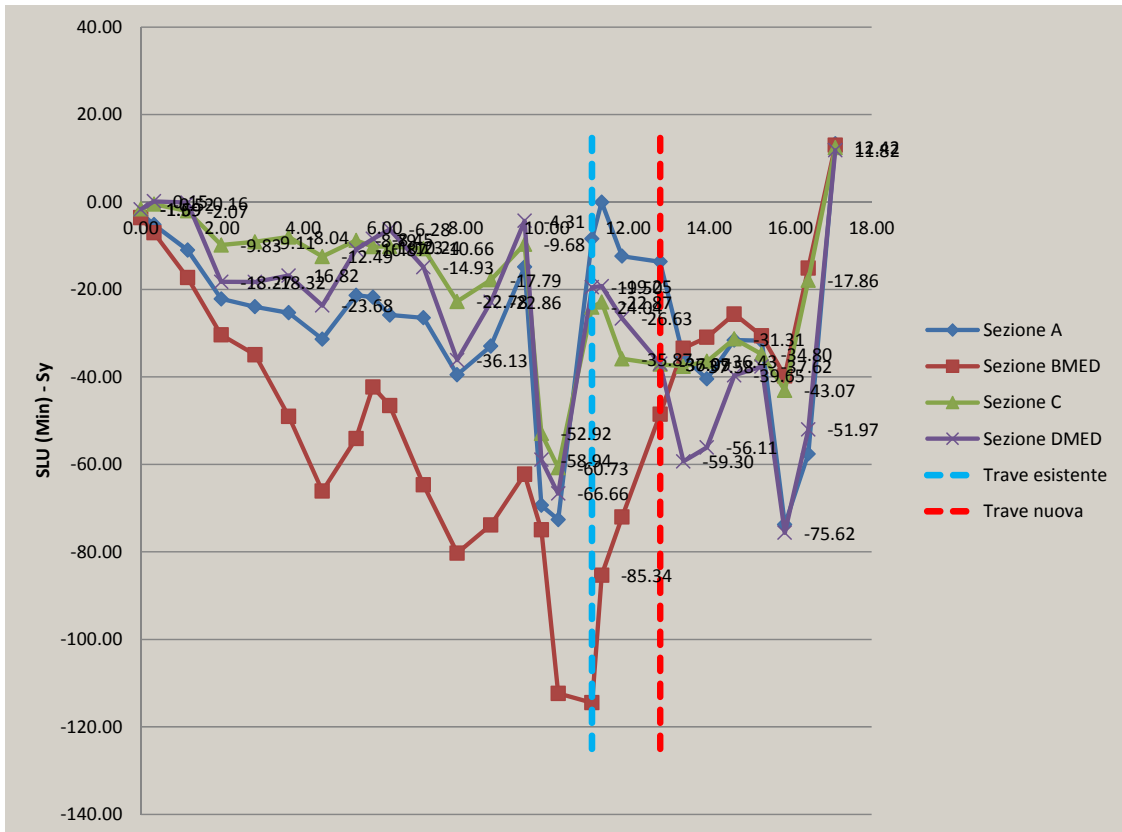
S.L.E. caratteristica – momenti trasversali



S.L.U. caratteristica – momenti trasversali



S.L.U. caratteristica – taglio trasversale



## 8.4 Risultati di verifica della soletta

Di seguito si riassumono in forma sintetica i risultati delle verifiche effettuate.

### 8.4.1 Armature trasversali

#### Campata BOLOGNA

Soletta Esistente		
Armatura esistente		Aggiuntiva sup.
Sup	Inf	Sup
(mm)	(mm)	(mm)
Φ 10/20	Φ 10/20	Φ 10/20

Soletta nuova - sutura							
Armatura							
Sez. Sutura		Soletta Sutura		Soletta Nuova		Soletta Sbalzo	
Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Φ 20/20	Φ 26/33	Φ 20/20	Φ 20/20	Φ 14/20	Φ 14/20	Φ 16/20	Φ 14/20

#### Campata PADOVA

Soletta Esistente		
Armatura esistente		Aggiuntiva sup.
Sup	Inf	Sup
(mm)	(mm)	(mm)
Φ 10/20	Φ 10/20	Φ 10/20

Soletta nuova - sutura							
Armatura							
Sez. Sutura		Soletta Sutura		Soletta Nuova		Soletta Sbalzo	
Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Φ 16/20	Φ 26/33	Φ 16/20	Φ 16/20	Φ 14/20	Φ 14/20	Φ 16/20	Φ 14/20

#### Campata CENTRALE

Soletta Esistente		
Armatura esistente		Aggiuntiva sup.
Sup	Inf	Sup
(mm)	(mm)	(mm)
Φ 10/20	Φ 10/20	Φ 10/20

Soletta nuova - sutura							
Armatura							
Sez. Sutura		Soletta Sutura		Soletta Nuova		Soletta Sbalzo	
Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Φ 16/20	Φ 26/33	Φ 16/20	Φ 20/20	Φ 14/20	Φ 14/20	Φ 16/20	Φ 14/20



### 8.4.2 Risultati

#### Campata BOLOGNA

**Sollecitazioni rispetto al sistema di riferimento locale delle armature:**

**Sollecitazioni di verifica**

Sollecitazione Max/Min - SLEFreq (Min) - My					
Minimo					
	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	-15.31	-20.06	-25.81	-5.28	2.49
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	90	36	11
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	3.21	0.9	0.3
$w_k$ (mm)	-	-	0	0	-

Sollecitazione Max/Min - SLEFreq (Max) - My					
Massimo					
	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	2.50	7.19	16.23	16.23	9.93
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	47	91	43
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	1.65	2.2	1.2
$w_k$ (mm)	-	-	0	0	-

Sollecitazione Max/Min - SLECaratt (Min) - My					
Minimo					
	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	-21.66	-29.28	-38.10	-9.40	-12.28
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	133	65	85
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	4.54	1.6	2
$w_k$ (mm)	-	-	-	-	-

Sollecitazione Max/Min - SLECaratt (Max) - My					
Massimo					
	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	3.96	10.79	23.87	23.87	25.53
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	70	134	112
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	2.43	3.3	3.1
$w_k$ (mm)	-	-	-	-	-

Sollecitazione Max/Min - SLU (Min) - My					
Minimo					
	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	-29.25	-39.60	-51.49	-13.64	-19.70
c.s. (Mpa)	1.22	2	2.2	4.55	3.1

Sollecitazione Max/Min - SLU (Max) - My					
Massimo					
	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	5.61	14.86	32.22	32.22	36.68
c.s. (Mpa)	9.83	7.9	4.74	2.68	2.9

Sollecitazione Max/Min - SLU (Min) - Sy					
Minimo					
	Sol. Esistente (kN/m)	Sez. Sutura (kN/m)	Soletta Sutura (kN/m)	Sol.Nuova (kN/m)	Sol. Sbalzo (kN/m)
c.s. (Mpa)	-116.91	-136.09	-136.09	-72.16	-60.76
	1.04	1.02	1.04	1.60	1.90

Sollecitazione Max/Min - SLU (Max) - Sy					
Massimo					
	Sol. Esistente (kN/m)	Sez. Sutura (kN/m)	Soletta Sutura (kN/m)	Sol.Nuova (kN/m)	Sol. Sbalzo (kN/m)
	79.25	43.16	43.16	56.00	24.97
c.s. (Mpa)	1.54	3.28	3.39	2.06	4.62

**Campata PADOVA**

**Sollecitazioni rispetto al sistema di riferimento locale delle armature:**

**Sollecitazioni di verifica**

Sollecitazione Max/Min - SLEFreq (Min) - My

		Minimo				
		Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
		-13.34	-19.18	-27.59	-9.50	2.94
$\sigma_s$	(Mpa)	-	-	147	65	13
$\sigma_c$	(Mpa)	-	-	4.1	1.6	0.36
$w_k$	(mm)	-	-	0	0	-

Sollecitazione Max/Min - SLEFreq (Max) - My

		Massimo				
		Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
		3.09	8.54	15.93	15.93	11.32
$\sigma_s$	(Mpa)	-	-	70	89	50
$\sigma_c$	(Mpa)	-	-	2	2.2	1.4
$w_k$	(mm)	-	-	0	0	-

Sollecitazione Max/Min - SLECaratt (Min) - My

		Minimo				
		Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
		-19.41	-28.88	-41.70	-14.23	-10.32
$\sigma_s$	(Mpa)	-	-	223	98	71
$\sigma_c$	(Mpa)	-	-	6.18	2.4	1.7
$w_k$	(mm)	-	-	-	-	-

Sollecitazione Max/Min - SLECaratt (Max) - My

		Massimo				
		Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
		4.86	12.92	23.98	23.87	25.61
$\sigma_s$	(Mpa)	-	-	105	134	113
$\sigma_c$	(Mpa)	-	-	2.95	3.3	3.1
$w_k$	(mm)	-	-	-	-	-

Sollecitazione Max/Min - SLU (Min) - My

		Minimo				
		Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
		-26.21	-39.06	-56.36	-19.25	-16.98
c.s.	(-)	1.37	2.06	1.38	3.22	3.81

Sollecitazione Max/Min - SLU (Max) - My

		Massimo				
		Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
		6.69	17.56	32.67	32.32	36.55
c.s.	(-)	8.25	5.23	3.35	2.67	3.00

		Sollecitazione Max/Min - SLU (Min) - Sy				
		Minimo				
		Sol. Esistente (kN/m)	Sez. Sutura (kN/m)	Soletta Sutura (kN/m)	Sol. Nuova (kN/m)	Sol. Sbalzo (kN/m)
		-95.91	-114.64	-114.64	-90.35	-72.52
<b>c.s.</b>	(-)	1.26	1.05	1.06	1.28	1.59

		Sollecitazione Max/Min - SLU (Max) - Sy				
		Massimo				
		Sol. Esistente (kN/m)	Sez. Sutura (kN/m)	Soletta Sutura (kN/m)	Sol. Nuova (kN/m)	Sol. Sbalzo (kN/m)
		82.25	43.50	43.50	68.55	22.16
<b>c.s.</b>	(-)	1.48	2.84	2.84	1.68	5.20

**Campata CENTRALE**

**Sollecitazioni rispetto al sistema di riferimento locale delle armature:**

**Sollecitazioni di verifica**

Sollecitazione Max/Min - SLEFreq (Min) - My

Minimo

	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	-10.57	-18.00	-30.80	-18.26	6.79
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	107	126	30
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	3.85	3.1	0.8
$w_k$ (mm)	-	-	0.09	0	-

Sollecitazione Max/Min - SLEFreq (Max) - My

Massimo

	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	5.36	13.72	21.51	11.44	11.56
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	94	64	51
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	2.66	1.57	1.4
$w_k$ (mm)	-	-	0.06	0	-

Sollecitazione Max/Min - SLECaratt (Min) - My

Minimo

	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	-16.72	-30.49	-51.82	-27.67	-7.73
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	180	190	121
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	6.48	4.65	3.4
$w_k$ (mm)	-	-	-	-	-

Sollecitazione Max/Min - SLECaratt (Max) - My

Massimo

	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	8.10	20.79	33.40	19.06	27.58
$\sigma_s$ (Mpa)	-	-	146	107	54
$\sigma_c$ (Mpa)	-	-	4.13	2.62	1.3
$w_k$ (mm)	-	-	-	-	-

Sollecitazione Max/Min - SLU (Min) - My

Minimo

	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	-22.97	-42.11	-71.09	-37.41	-15.07
c.s. (Mpa)	1.56	1.91	1.61	1.66	4.14

Sollecitazione Max/Min - SLU (Max) - My

Massimo

	Sol. Esistente (kNm/m)	Sez. Sutura (kNm/m)	Soletta Sutura (kNm/m)	Sol. Nuova (kNm/m)	Sol. Sbalzo (kNm/m)
	11.01	28.11	45.23	26.35	39.40
c.s. (Mpa)	5	3.27	2.53	3.27	2.68

Sollecitazione Max/Min - SLU (Min) - Sy					
Minimo					
	Sol. Esistente (kN/m)	Sez. Sutura (kN/m)	Soletta Sutura (kN/m)	Sol.Nuova (kN/m)	Sol. Sbalzo (kN/m)
	-112.36	-114.48	-114.48	-75.62	-57.59
c.s. (Mpa)	1.12	1.04	1.07	1.52	2.00

Sollecitazione Max/Min - SLU (Max) - Sy					
Massimo					
	Sol. Esistente (kN/m)	Sez. Sutura (kN/m)	Soletta Sutura (kN/m)	Sol.Nuova (kN/m)	Sol. Sbalzo (kN/m)
	94.90	74.54	74.54	58.42	26.94
c.s. (Mpa)	1.33	1.65	1.68	1.97	4.28

## 9. Azioni sugli appoggi

Di seguito i risultati ottenuti in termini di componenti verticali massime agenti sugli appoggi.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, l'analisi presente indaga il solo comportamento statico dell'impalcato e, di conseguenza, consente di ottenere le informazioni di seguito riassunte per il dimensionamento degli appoggi.

Le informazioni complementari in termini di azioni orizzontali statiche e sismiche (si ricorda che è prevista la realizzazione di appositi dispositivi di ritenuta sismica) e di spostamenti sono dettagliate nelle relazioni dedicate al progetto delle sottostrutture a cui si rimanda.

### Campata BOLOGNA

	Fz (Max)				
	Nodo (-)	SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)
Imp. nuovo	73	836	685	1129	924
	96	664	565	896	762
	178	829	643	1119	868
	201	916	706	1236	953
Impalcato esistente	279	297	226	400	305
	320	334	254	451	342
	326	253	202	341	272
	392	266	212	359	287
	403	192	153	260	207
	469	202	163	272	219
	480	190	152	256	205
	546	217	178	293	241
	557	275	223	372	301
	623	213	173	287	233
	634	251	196	338	265
	700	202	159	273	215
	711	312	250	422	337
	777	217	176	293	238
	788	380	292	513	395
	854	327	252	441	341
	865	269	209	363	282
	931	277	214	374	289
	942	349	275	471	371
1008	308	244	415	330	
1019	159	135	214	182	
1085	159	136	215	184	
<b>Massima Azione verticale Impalcato nuovo</b>					
	SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)	
	<b>916</b>	<b>706</b>	<b>1236</b>	<b>953</b>	
<b>Massima Azione verticale Impalcato esistente</b>					
	SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)	
	<b>380</b>	<b>292</b>	<b>513</b>	<b>395</b>	

Campata laterale PADOVA

	Fz (Max)				
	Nodo (-)	SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)
Imp. nuovo	99	1083	888	1462	1198
	128	849	715	1147	965
	236	956	736	1291	994
	265	987	760	1332	1027
Impalcato esistente	370	338	259	456	350
	426	304	234	410	316
	433	236	191	319	258
	492	215	174	291	235
	502	240	192	323	259
	592	162	133	219	180
	603	223	178	301	241
	662	169	137	229	185
	670	230	185	311	249
	729	162	132	218	179
	737	199	168	269	227
	796	157	130	212	175
	804	219	183	296	247
	863	168	136	227	184
	871	207	167	279	225
	930	168	136	227	183
	940	263	215	355	291
	1030	168	139	227	188
	1041	288	227	388	306
	1100	248	198	335	267
	1108	252	198	340	267
	1167	232	185	313	249
	1175	230	182	310	246
	1234	234	184	316	249
1242	347	272	469	367	
1301	272	217	367	293	
1309	199	166	268	225	
1368	202	167	273	226	
1376	160	135	216	182	
1435	157	131	211	177	

<b>Massima Azione verticale Impalcato nuovo</b>				
SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)	
<b>1083</b>	<b>888</b>	<b>1462</b>	<b>1198</b>	

<b>Massima Azione verticale Impalcato esistente</b>				
SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)	
<b>347</b>	<b>272</b>	<b>469</b>	<b>367</b>	



Campata CENTRALE

	Fz (Max)				
	Nodo (-)	SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)
Imp. nuovo	118	1504	1255	2030	1694
	157	1422	1196	1919	1615
	284	1153	928	1556	1253
	323	1300	1024	1755	1383
Impalcato esistente	446	458	370	618	499
	519	472	380	637	513
	523	406	333	548	450
	599	388	321	524	433
	604	387	319	522	431
	720	304	266	411	359
	728	366	303	494	410
	804	285	243	385	327
	809	378	315	510	425
	885	275	243	371	328
	890	345	294	466	397
	966	287	246	387	332
	971	312	263	421	355
	1047	293	248	395	334
	1052	313	268	422	361
	1168	290	246	391	332
	1176	350	297	472	401
	1252	331	279	447	377
	1257	465	375	628	507
	1333	400	327	540	441
	1338	370	305	500	411
1414	374	306	505	413	
1419	448	363	605	490	
1495	402	328	542	443	
1500	360	304	486	410	
1576	361	304	487	410	
1581	311	263	419	356	
1657	304	259	410	349	

**Massima Azione verticale Impalcato nuovo**

SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)
<b>1504</b>	<b>1255</b>	<b>2030</b>	<b>1694</b>

**Massima Azione verticale Impalcato esistente**

SLECaratt-Reaz (kN)	SLEFreq-Reaz (kN)	SLU-Reaz (kN)	SLUFreq-Reaz (kN)
<b>472</b>	<b>380</b>	<b>637</b>	<b>513</b>