

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NODO DI CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 2

Bretella CT-SR e Fascio A-P di prima fase e Collegamento Fascio A-P-Interporto - OPERE CIVILI
Tombini - IN10 tombino ferroviario di trasparenza Fascio A/P - Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 78 CL IN1000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Marzo 2020	G. Giustino 	Marzo 2020	S. Vanfiori 	Marzo 2020	D. Tiberti Marzo 2020 ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Direzione Sud UO Infrastrutture Sud Dott. Luca Decker Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10476

File: RS3H.0.2.D.78.CL.IN.10.0.0.001.A

n. Elab.:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo tombino IN10 km 2+060

COMMESSA RS3H	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.10.0.0.001	REV. A	FOGLIO 1 di 64
-------------------------	------------------	----------------	----------------------------	-----------	-------------------

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	3
3. PROGETTO NUOVO TOMBINO.....	4
3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3.2. UNITA' DI MISURA E SIMBOLOGIA.....	5
3.3. GEOMETRIA	5
3.4. MATERIALI	6
3.5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	7
3.6. MODELLO DI CALCOLO	9
3.7. ANALISI DEI CARICHI.....	11
3.8. VERIFICA REQUISITI S.T.I.	19
3.9. COMBINAZIONI DI CARICO.....	21
3.10. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI.....	25
3.10.1. INVILUPPO SLU.....	25
3.10.2. INVILUPPO SLV.....	34
3.10.3. INVILUPPO SLE_RARA.....	41
3.11. VERIFICHE SLU/SLE	49
3.12. ARMATURE DI RIPARTIZIONE	55
3.13. VERIFICHE SLV AL LIMITE ELASTICO	58

1. PREMESSA

Nella presente relazione di calcolo è sviluppato il progetto, ai sensi delle norme attualmente vigenti NTC18, di un tombino scatolare a tre canne facente parte del progetto di interrimento ferroviario del Nodo di Catania per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa (Lotto 2).

Lo scatolare in oggetto è situato alla progressiva 2+060.00 della bretella Catania – Siracusa in corrispondenza del Fascio A/P.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento della struttura è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

Si riportano di seguito una sezione longitudinale e una trasversale dello scatolare tipo, volte ad individuare le grandezze impiegate nel dimensionamento.



Figura 1. Sezione longitudinale dello scatolare

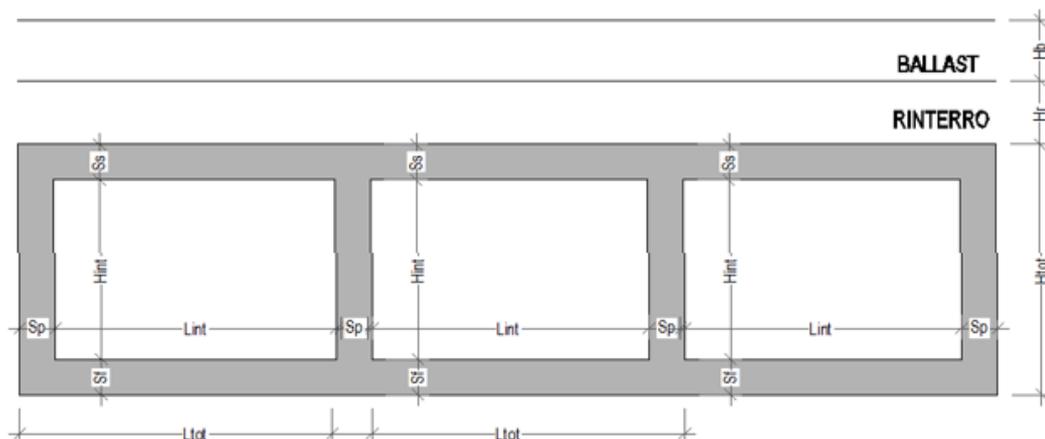


Figura 2. Sezione trasversale dello scatolare

2. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Il tombino sottopassa la linea ferroviaria ad una distanza fra piano ferro ed estradosso soletta pari ad H_{ric} , di cui spessore medio ballast più armamento pari a 0.80 m e la rimanente parte il rinterro. Esso è composta da 3 canne affiancate ognune delle quali ha dimensioni interne $L_{int} \times H_{int}$. Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m. Nella figura [Fig. 2] di cui al paragrafo precedente sono riportate schematicamente la geometria dell'opera e la simbologia adottata.

Le caratteristiche geometriche hanno la seguente simbologia (unità di misura metri):

Larghezza utile	L_{int}	[m]
Altezza libera	H_{int}	[m]
Numero canne	n	
Spessore piedritti	S_p	[m]
Spessore soletta	S_s	[m]
Spessore fondazione	S_f	[m]
Altezza ballast	H_b	[m]
Rinterro (superiore)	H_r	[m]
Lunghezza traversa	L_{tb}	[m]
Altezza traversa	H_{tb}	[m]
Ricoprimento	H_{ric}	[m]
Larghezza totale	L_{tot}	[m]
Altezza totale	H_{tot}	[m]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO
DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo tombino IN10 km 2+060

COMMESSA RS3H	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.10.0.0.001	REV. A	FOGLIO 4 di 64
-------------------------	------------------	----------------	----------------------------	-----------	-------------------

3. PROGETTO NUOVO TOMBINO

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli volti alla progettazione di un nuovo tombino nel rispetto della norma attualmente vigente NTC18.

3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

3.2. UNITA' DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

Unità di misura principali

- | | |
|-------------------|--------------------|
| - N (Newton) | unità di forza |
| - m (metro) | unità di lunghezza |
| - kg (kilogrammo) | unità di massa |
| - s (secondo) | unità di tempo |

Unità di misura derivate da N

- | | |
|----------------|----------|
| - (kiloNewton) | 10^3 N |
|----------------|----------|

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

γ (gamma)	peso dell'unità di volume	(kN/m ³)
σ (sigma)	tensione normale	(N/mm ²)
τ (tau)	tensione tangenziale	(N / mm ²)
ε (epsilon)	deformazione	(m/m) -
ϕ (fi)	angolo di resistenza	(°)

3.3. GEOMETRIA

Larghezza utile	Lint	3,00 m	<i>luce interna scatolare</i>
Altezza libera	Hint	2,00 m	<i>altezza interna scatolare</i>
Numero canne	n	3,00	
Spessore piedritti	Sp	0,40 m	
Spessore soletta	Ss	0,40 m	
Spessore fondazione	Sf	0,50 m	
Altezza ballast	Hb	0,80 m	
Rinterro (superiore)	Hr	0,40 m	
Lunghezza traversa	Ltb	2,40 m	
Altezza traversa	Htb	0,40 m	
Ricoprimento	Hric	1,20 m	<i>Hb+Hr</i>
Larghezza totale	Ltot	10,60 m	<i>3*Lint + 4*SPp</i>
Altezza totale	Htot	2,90 m	<i>Hint+SPs+SPf</i>

3.4. MATERIALI

Per le opere in c.a. si adotta:

Calcestruzzo C (30/37) le cui caratteristiche principali sono:

- Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$, dove:
 - $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$;
 - $f_{cd} = 17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$, dove :
 - $\gamma_m = 1.5$;
 - $f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$.
- Modulo elastico: $E_c = 32836 \text{ N/mm}^2$
- Tolleranza di posa del copriferro = 10 mm;
- Classe di esposizione XA1
- Copriferro = 40 mm
- Condizioni ambientali: aggressive
- Apertura fessure limite: $w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Acciaio da cemento armato normale B450C controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ Nmm}^2$
- Resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ dove
- $\gamma_s = 1.15 = 391 \text{ Nmm}^2$
- Allungamento $D1 > 12\%$
- Modulo di elasticità: $E_s = 206000 \text{ Nmm}^2$
- Sovrapposizioni barre $\geq 40\phi$

3.5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico si fa riferimento alla relazione geotecnica, della quale si riportano gli stralci significativi del profilo geotecnico e dei parametri geotecnici del terreno di fondazione, del rinterro e del rinfianco.

Lo strato significativo del profilo geotecnico è l'unità **7) U1**
 la cui descrizione nella relazione geotecnica è: Depositi alluvionali recenti

Peso specifico terreno	γ_t rif.geotec.	kN/m ³
angolo d'attrito terreno	ϕ rif.geotec.	[°]
coesione terreno	c rif.geotec.	kN/m ²

I parametri geotecnici del rinterro e del terreno di rinfianco sono i seguenti:

Peso specifico rinterro	γ_t	19,0 kN/m ³	
angolo di attrito rinterro	ϕ'	38,0 [°]	0,663 [rad]
coesione rinterro	c	0,0 kN/m ²	
Peso specifico terreno di rinfianco	γ_t	19,0 kN/m ³	
angolo di attrito terreno di rinfianco	ϕ'	38,0 [°]	0,663 [rad]
coesione terreno di rinfianco	c	0,0 kN/m ²	

Interazione terreno - struttura

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot ct \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$$

dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;
- ct = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):

$$ct = 0.853 + 0.534 \ln(L / B) \text{ rettangolare con } L / B \leq 10$$

$$ct = 2 + 0.0089 (L / B) \text{ rettangolare con } L / B > 10$$

- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo kw è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$kw = E / [(1 - \nu^2) \cdot B \cdot ct]$$

Di seguito si riportano in forma tabellare i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, avendo considerato per E un valore medio di quello indicato per l'Unità Geotecnica in esame ed una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaborante nella diffusione dei carichi:

Unità stratigrafica	7) U1	
Descrizione unità stratigrafica	Depositi alluvionali recenti	
Modulo elastico medio terreno	E 15000	kN/m ²
Coefficiente di Poisson medio terreno	ν 0.3	
Lato minore della fondazione	B 1.0	m
Lato maggiore della fondazione	L 10.6	m
Rapporto dei lati	L/B 10.6	
Coefficiente adimensionale	ct 2.091	
Costante di sottofondo	Kw 7882	kN/m ³

3.6. MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Sap 2000.

Le caratteristiche delle aste modellate con elementi frame sono le seguenti:

asta	base	altezza	descrizione
Asta 1,7,8	100 cm	50 cm	(soletta inferiore)
Aste 2,4,6,9	100 cm	40 cm	(Piedritti)
Asta 3,5,10	100 cm	40 cm	(soletta superiore)

Le caratteristiche geometriche del modello e le coordinate dei nodi sono le seguenti:

Linterasse	10,20	m
Hinterasse	2,45	m
N.nodi	35	
N.nodi sup	4	
N.nodi inf	31	
N.spazi inf	30	

Nodo	X	Z	Nodo	X	Z
1	0,000	2,450	-1	0,000	2,450
2	-5,100	2,450	-2	5,100	2,450
3	0,000	0,000	-3	0,000	0,000
4	-0,340	0,000	-4	0,340	0,000
5	-0,680	0,000	-5	0,680	0,000
6	-1,020	0,000	-6	1,020	0,000
7	-1,360	0,000	-7	1,360	0,000
8	-1,700	0,000	-8	1,700	0,000
9	-2,040	0,000	-9	2,040	0,000
10	-2,380	0,000	-10	2,380	0,000
11	-2,720	0,000	-11	2,720	0,000
12	-3,060	0,000	-12	3,060	0,000
13	-3,400	0,000	-13	3,400	0,000
14	-3,740	0,000	-14	3,740	0,000
15	-4,080	0,000	-15	4,080	0,000
16	-4,420	0,000	-16	4,420	0,000
17	-4,760	0,000	-17	4,760	0,000
18	-5,100	0,000	-18	5,100	0,000
19	-1,700	2,450	-19	1,700	2,450

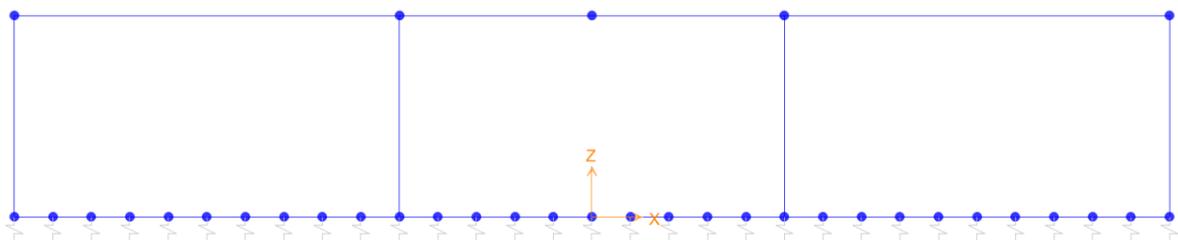


Figura 3. Nodi modello SAP

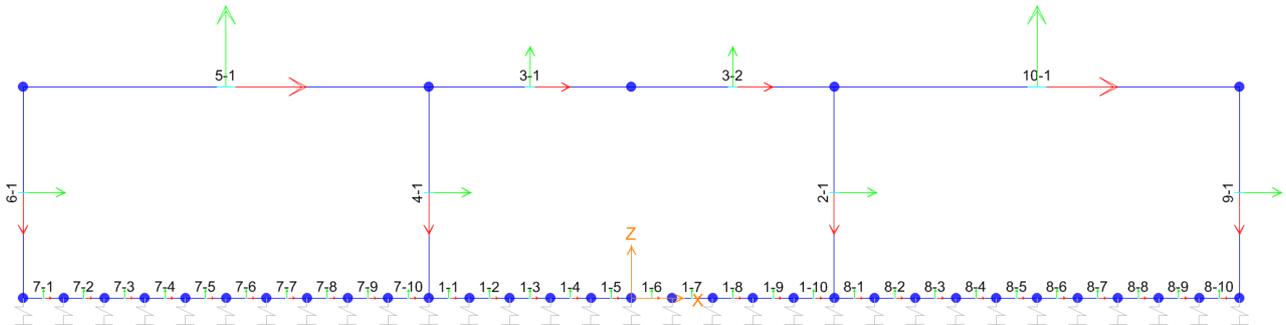


Figura 11: Individuazione elementi modello SAP

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno di sottofondo.

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno-struttura. Per la rigidità delle molle, nel caso in esame, si assume il valore del Modulo di reazione verticale desunto dai parametri della relazione geotecnica:

Rigidità molle nodali SAP

ks		7882	kN/m ³
nodi centrali (3,4,5,6,7,8,9,10,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10)			
Linfl		0,340	m
Kcentrale	ks x Linfl x 1	2680	kN/m
nodi intermedi (11,12,13,14,15,16,-11,-12,-13,-14,-15,-16)			
Linfl		0,340	m
Kintermedio	1,5 x ks x Linfl x 1	4020	kN/m
nodi estremità (17,18,-17,-18)			
Linfl		0,370	m
Kestremità	2,0 x ks x Linfl x 1	5833	kN/m

3.7. ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

Peso proprio della struttura (condizione DEAD)

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

Peso specifico calcestruzzo armato	γ_{ds} 25	kN/m^3	
peso singolo piedritto	P_p 10,00	kN/m	$\gamma_{cls} \times S_p$
peso soletta superiore	P_{ss} 10,00	kN/m	$\gamma_{cls} \times S_s$
peso fondazione	P_{sf} 12,50	kN/m	$\gamma_{cls} \times S_f$

Permanenti portati (condizione PERM)

peso specifico ballast	γ_b 18	kN/m^3	
altezza ballast	H_b 0,80	m	
peso ballast	P_b 14,40	kN/m	$\gamma_b \times H_b$
peso specifico rinterro	γ_r 19	kN/m^3	
altezza rinterro	H_r 0,40	m	
peso rinterro	P_r 7,60	kN/m	$\gamma_r \times H_r$
Permanente totale	G_{2p} 22,00	kN/m	$P_b + P_r$
Permanente nodi 1 e 2	G_{2P} 4,40	kN	$G_{2p} \times S_p / 2$

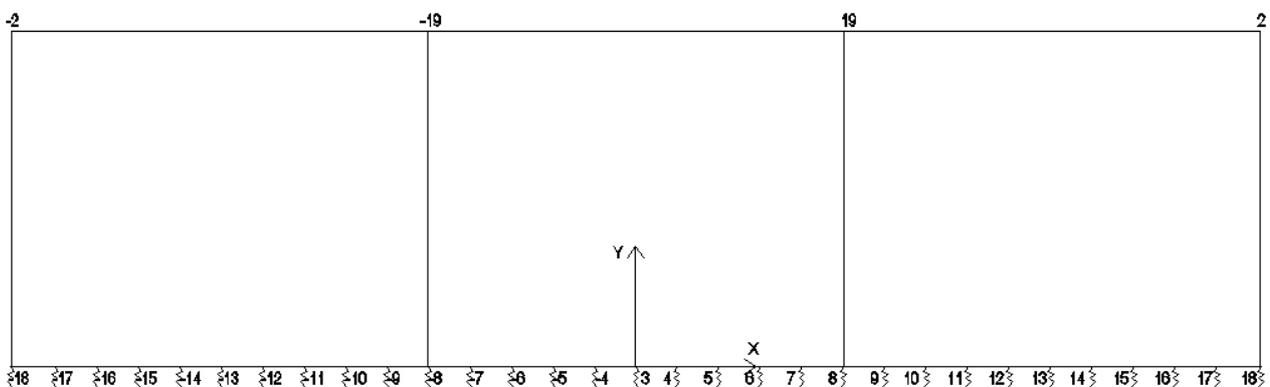


Figura 5. Numerazione dei nodi nel modello strutturale.

Spinta del terreno (condizioni SPTSX e SPTDX)

angolo di attrito rinterro	\varnothing'	38 [°]	0,663 [rad]
coefficiente spinta attiva k_a	k_a	0,238	$(1 - \text{sen}\varnothing) / (1 + \text{sen}\varnothing)$
coefficiente spinta riposo k_o	k_o	0,384	$(1 - \text{sen}\varnothing)$
coefficiente spinta passiva k_p	k_p	4,204	$(1 + \text{sen}\varnothing) / (1 - \text{sen}\varnothing)$
Pressione estradosso soletta superiore	P1	8,46 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r)$
Pressione asse soletta superiore	P2	9,92 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma r \times S_s / 2)$
Pressione asse soletta inferiore	P3	27,81 kN/m ²	$k_o \times [P_b + P_r + \gamma r \times (S_s + H_{int} + S_f / 2)]$
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	29,63 kN/m ²	$k_o \times (P_b + P_r + \gamma r \times H_{tot})$
Forza concentrata asse soletta superiore	F1	1,84 kN/m	$(P1 + P2) / 2 \times S_s / 2$
Forza concentrata asse soletta inferiore	F2	7,18 kN/m	$(P3 + P4) / 2 \times S_f / 2$

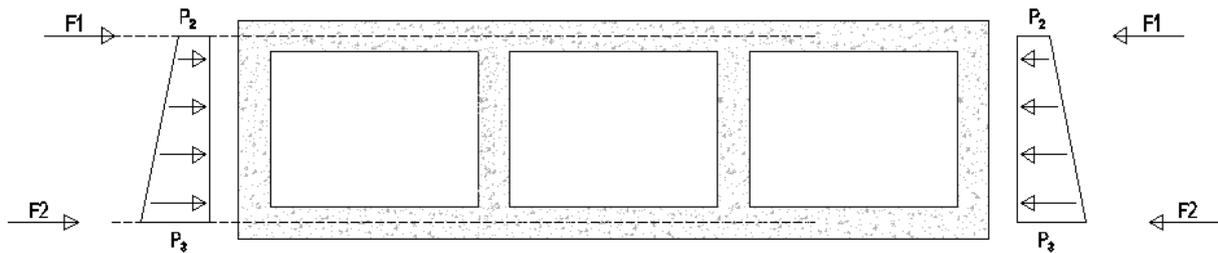


Figura 6. Spinte del terreno

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACCM)

In funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera risulta più sfavorevole il carico dovuto al treno LM 71 rispetto al carico dovuto al treno SW/2.

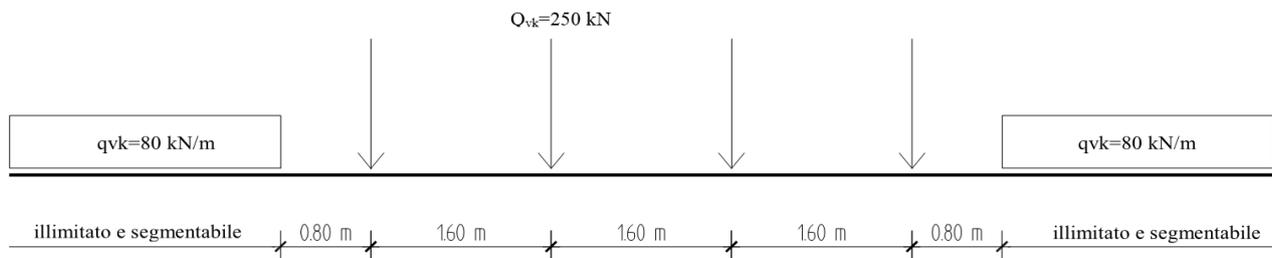


Figura 7. Treno LM71

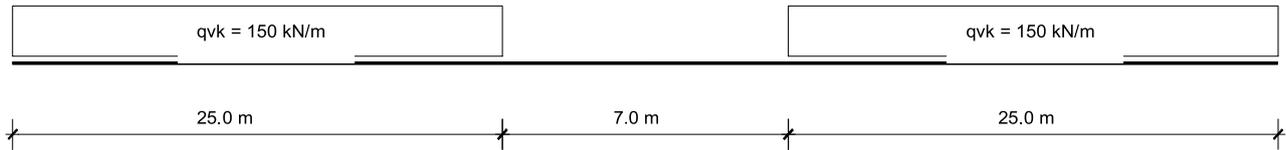


Figura 8. Treno SW/2

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 1.4.2 “effetti dinamici” delle istruzioni per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari.

poiché risulta:

$H_{int} < 5 \text{ m}$

$L_{int} < 8 \text{ m}$

Si ottiene considerando un ridotto standar manutentivo $\Phi_3 = 1.35$. In accordo al §5.2.2.2.3 NTC18 tale coefficiente dinamico nei casi di scatolari, con o senza solettone, aventi copertura $h > 1,0$ può essere ridotto nella

$$\Phi_{rid} = \Phi - \frac{h - 1,00}{10} \geq 1,0$$

dove h , in metri, è l'altezza della copertura dall'estradosso della struttura alla faccia superiore delle traverse [Hric]. Per le strutture dotate di una copertura maggiore di 2,50 m può assumersi un coefficiente di incremento dinamico unitario.

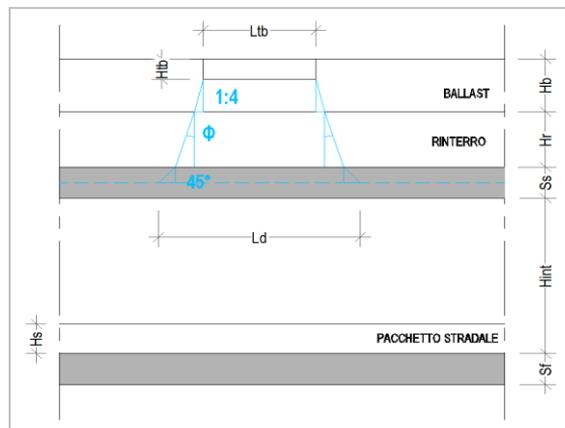


Figura 9. Schema modalità di diffusione dei carichi ferroviari

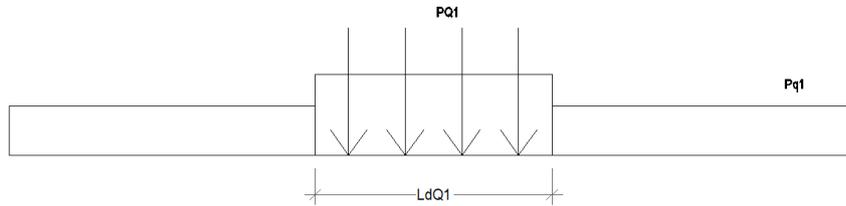


Figura 10. Carichi Treno LM71 su Ld

Sia per il calcolo delle sollecitazioni massime in mezzeria della soletta superiore che per quelle massime all'incastro con i piedritti di detta soletta, il carico dovuto al treno LM71 viene distribuito per tutta la larghezza LdQ1 del treno di carico.

Carichi accidentali, ripartizione carichi verticali (condizione ACCM)

Incremento dinamico	$\Phi 3^*$	1,35	<i>* valido per Hint < 5 m, Lint < 8 m</i>
Incremento dinamico con ricoprimento	$\Phi 3$	1,33	<i>$\Phi 3 = 1$ per Hric > 2,5 m</i>
Lunghezza caratteristica	L ϕ	3,00 m	<i>tab. 5.2.II - NTC2018</i>
Coefficiente di adattamento	α	1,10	
Larghezza di diffusione nel ballast	Ldb	0,20 m	<i>Diffusione 1:4 nel ballast</i>
Larghezza di diffusione nel rinterro	Ldr	0,63 m	<i>Diffusione secondo angolo attrito</i>
Larghezza di diffusione nel cls	Ldc	0,40 m	<i>Diffusione 45° nel cls</i>
Larghezza trasv. di diffusione del carico	Ld	3,63 m	<i>Ldb + Ldr + Ldc</i>
Carico distribuito per treno LM71	q1	80,00 kN/m	
Carico concentrato per treno LM71	Q1	250,00 kN	
N°. carichi concentrati per treno LM71	NQ1	4	
Larghezza applicazione carichi conc. Q1	LaQ1	6,40 m	
Larghezza distribuzione carichi conc. Q1	LdQ1	6,40 m	
Carico ripartito verticale per LM71 (q1)	Pq1	32,29 kN/m ²	<i>$q1 \times \Phi 3 \times \alpha / Ld$</i>
Carico ripartito verticale per LM71 (Q1)	PQ1	63,06 kN/m ²	<i>$Q1 \times NQ1 \times \Phi 3 \times \alpha / (Ld \times LdQ1)$</i>

Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico (condizioni SPACCSX e SPACCDX)

Carico distribuito per treno LM71	Sq1	9,33 kN/m ²	<i>$(q1 \times \alpha / Ld) \times Ko$</i>
Carico concentrato per treno LM71	SQ1	18,22 kN/m ²	<i>$Q1 \times NQ1 \times \alpha / (Ld \times LdQ1) \times Ko$</i>
Spinta semispessore soletta superiore	Fq1sup	3,64 kN/m	<i>$SPQ1 \times SPs / 2$</i>
spinta semispessore soletta inferiore	Fq1inf	4,56 kN/m	<i>$SPQ1 \times SPi / 2$</i>

Frenatura e avviamento (condizione AVV)

Avviamento e frenatura LM71	Av	33,00 kN/m	
Avviamento e frenatura LM71 distribuiti	qAv	9,10 kN/m	<i>Av / Ld</i>

Azioni termiche (condizione TERM)

Alla soletta superiore si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 15^{\circ}\text{C}$ ed una variazione nello spessore tra estradosso ed intradosso pari a $\Delta t = \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Variatione termica uniforme	ΔT_{unif}	+ -15,00	[°]	<i>Sulla soletta superiore</i>
Variatione termica differenziale	ΔT_{diff}	+ -5,00	[°]	<i>Sulla soletta superiore</i>
Gradiente		+ -12,50	[°/m]	$\Delta T_{diff} / S_s$

Ritiro igrometrico (condizione RITIRO)

Gli effetti del ritiro vanno valutati a “lungo termine” attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\epsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti nell'EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005 e D. M. 17-01-2018.

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

Variatione termica uniforme equivalente	ΔT_{ritiro}	-[11,59°]		<i>Sulla soletta superiore</i>
---	---------------------	------------------	--	--------------------------------

CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell' analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v \cdot W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v

$$k_h = a_{\max} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 17/01/2018 viene assegnata all'opera una vita nominale V_N ed una classe d'uso C_U ; segue un periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U$.

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari ad a_g , il cui valore è di seguito riportato, come desunto anche dalla relazione geotecnica.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima per la determinazione delle forze di inerzia può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

Le forze di inerzia sullo **scatolare** (masse di peso proprio soletta superiore e piedritti, rinterro e ballast, 20% treno di carico,..) sono pari alle masse moltiplicate per k_h e k_v ove: $k_h = \beta_M \cdot S \cdot a_g / g$ e $k_v = k_h / 2$. Essendo lo scatolare non libero di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, $\beta_M = 1$.

vita nominale	V_N	75	anni
classe d'uso	CL	III	
coefficiente d'uso	C_U	1,50	
vita di riferimento = $C_U \cdot V_N$	V_R	112,5	anni
probabilità di superamento nel periodo di riferimento	P_{VR}	10%	
periodo di ritorno del sisma	T_R	1068	anni

spettro di risposta in accelerazione della componente orizzontale

Per la valutazione dei parametri sismici di progetto il tratto in oggetto è stato suddiviso in tre "macro-zone" sismiche con i relativi parametri di calcolo (a_g , F_0 , T^*C)

Zona di riferimento

ZONA 3

Coordinate del sito in oggetto:

Latitudine

37,43488

Longitudine

15,02598

Parametri sismici di progetto

accelerazione massima orizzontale al bedrock	ago	0.330	g
fattore amplificazione massima spettro accelerazione	Fo	2.359	sec
periodo inizio tratto a velocità costante spettro acc. orizz.	T*c	0.458	
categoria sottosuolo		D	
categoria topografica		T1	
amplificazione topografica	S _T	1.000	
smorzamento viscoso convenzionale	ξ	5%	
fattore di correzione per ξ <> 5%	η	1.000	

Tab.3.2.V	S _s	C _C	S _s	C _C
A	1.00	1.00	1.23	1.85
B	1.09	1.29		
C	1.23	1.36		
D	1.23	1.85		
E	1.14	1.57		

coefficiente amplificazione stratigrafica	S _s	1.232	
coefficiente di amplificazione	S	1.232	
coefficiente categoria sottosuolo	C _C	1.847	
periodo inizio tratto a accelerazione costante = T _c / 3	T _B	0.282	sec
periodo inizio tratto a velocità costante = C _c * T*c	T _C	0.846	sec
periodo inizio tratto a spostamento costante = 4 * ag/g + 1,6	T _D	2.920	sec
accelerazione massima orizzontale al suolo = S _s x S _t x ag/g	ago,max	0.407	g

Accelerazioni per il calcolo delle forze di inerzia agenti sullo scatolare

Coefficiente di riduzione dell'acc max attesa al sito	β	1.000	
ao = kh = ago,max = S x ag/g	ao = kh	0.4067	g
av = kv = kh / 2	av = kv	0.2033	g

Forze di inerzia (condizione SismaH-STR)

Forza di inerzia treno di carico - (%)	% 20%	
Forza orizzontale sulla soletta di copertura	F ^h 18.14	kN/m (P _{ss} +G _{sp} +Pr+%*Pg) x kb
Forza orizzontale su singolo piedritto	F ^h 4.07	kN/m ² Pp x kb

Forze di inerzia (condizione SismaV-STR)

Forza di inerzia treno di carico - (%)	% 20%	
Forza verticale sulla soletta di copertura	F ^v 9.07	kN/m ² (P _{ss} +G _{sp} +Pr+%*Pg) x kb

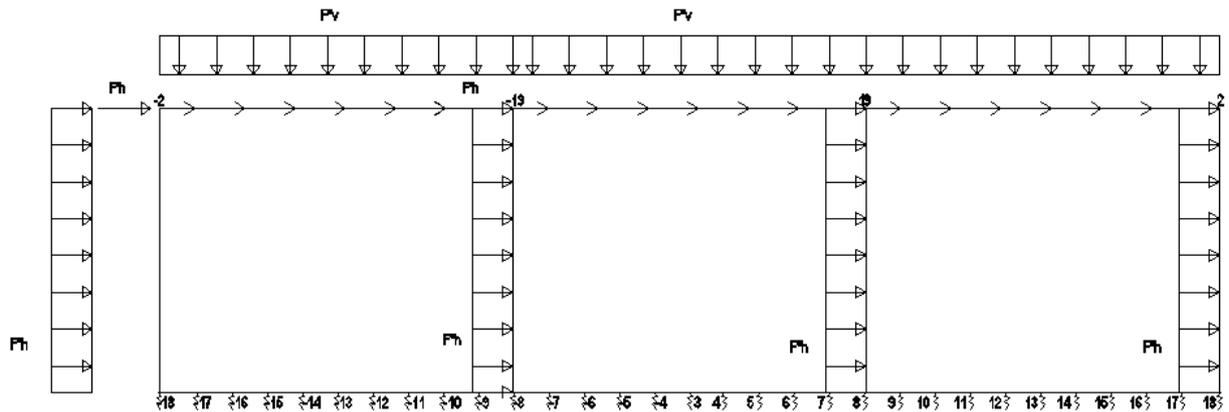


Figura 9. Forze sismiche agenti sulla struttura

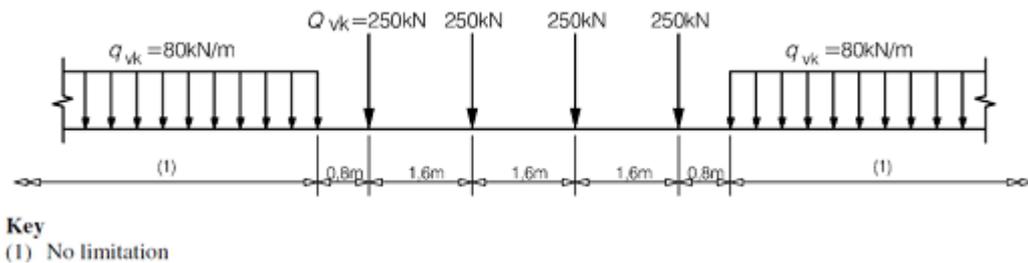
Spinta sismica terreno - Teoria di WOOD (condizioni SPSSX e SPSSX)

Forza distribuita su uno solo dei piedritti	qW	36.48	kN/m ²	$(\% * Pq + G.sp + Pr) \times (ago, max)$
Forza concentrata nodo superiore piedritto	QW_{sup}	7.30	kN	$qW \times Ss / 2$
Forza concentrata nodo inferiore piedritto	QW_{inf}	9.12	kN	$qW \times Sf / 2$

3.8. VERIFICA REQUISITI S.T.I.

Di seguito si effettua la valutazione del carico equivalente previsto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilit  con cui si da evidenza che l'opera in esame   idonea a sostenere tale carico.

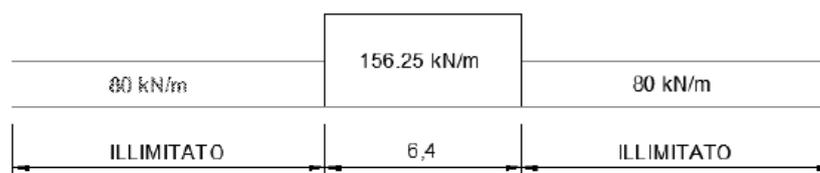
Il modello di carico LM71 citato dalle S.T.I.   definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010.



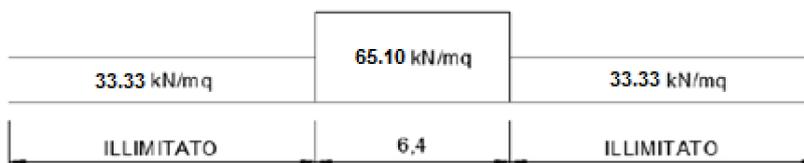
Il carico equivalente si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kPa}$$



Considerando che la distribuzione trasversale dei carichi   su una larghezza massima di 3 m secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si utilizza una larghezza di progetto pari a 2,40 m in quanto risulta cautelativo rispetto a quanto previsto dalla norma sopra citata. Si ricava, quindi, il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria:



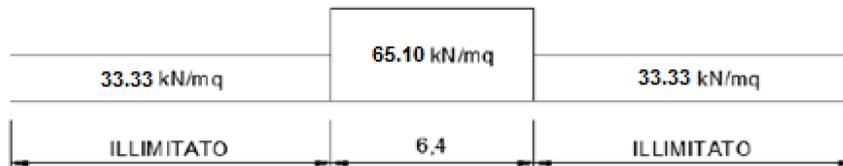
A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospenso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospenso
F1600	1,1

Nel caso in esame, il coefficiente α è pari ad 1.0 perché le categorie di traffico sono P4 per il traffico passeggeri ed F2 per il traffico merci per cui alle opere si applicano i seguenti carichi equivalenti:



In conclusione nell'opera in oggetto la ripartizione del carico a quota del piano di regolamento è stata effettuata considerando una distribuzione in senso trasversale secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast per cui risulta:

$$Ld = 2.4 + 0.40 / 4 * 2 = 2.60 \text{ m}$$

anziché:

$$Ld = 3.0 + 0.40 / 4 * 2 = 3.20 \text{ m}$$

come previsto dalla EN 1991 – 2:2003/AC:2010 che risulterebbe meno gravoso.

Longitudinalmente invece i carichi assiali sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m.

A tali carichi è stato applicato un coefficiente α pari a 1.1 come indicato nel manuale di progettazione per cui in definitiva il carico considerato a quota della piattaforma ferroviaria è pari a:

- $q1 = 4*250/6.4/2.60 = 60.10 \text{ kN/m}^2$
- $q2 = 80/2.60 = 30.77 \text{ kN/m}^2$

a vantaggio di sicurezza rispetto ai carichi calcolati con riferimento alle STI.

3.9. COMBINAZIONI DI CARICO

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 17/01/2018 di seguito riportata. In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tab. 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71"++SW/0)	-	1,0 (LM 71"++SW/0)
	Primo	1,0 (LM 71"++SW/0)	0,75 (LM 71"++SW/0)	1,0 SW/2
≥3	secondo	1,0 (LM 71"++SW/0)	0,75 (LM 71"++SW/0)	1,0 (LM 71"++SW/0)
	Altri	-	0,75 (LM 71"++SW/0)	-

⁽¹⁾ LM71 "++" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Tab. 5.2.IV -Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6;0,4)	-	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	Fessurazione

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcato con due, tre o più binari caricati.

I Gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} .

I coefficienti di amplificazione dei carichi g e i coefficienti di combinazione γ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

 Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr_1	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	gr_3	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

Peso proprio	DEAD
Carichi permanenti	PERM
Spinta del terreno sulla parete sinistra	SPTSX
Spinta del terreno sulla parete destra	SPTDX
Carico Accidentale LM71	ACCM
Spinta del carico acc. (LM71) sulla parete Sx	SPACCSX
Spinta del carico acc. (LM71) sulla parete Dx	SPACCDX

Avviamento e frenatura	AVV
Variazione termica sulla soletta superiore	ENV_TER
Ritiro	RITIRO
Azione sismica orizzontale	Sisma H
Azione sismica Verticale	Sisma V
Incremento sismico della spinta sul terreno	SPSDX/SX

La 4 condizioni di carico:

DTuniforme = ±15°

DTdifferenziale = ±5°

e le loro 4 combinazioni sono state preventivamente inviluppate nella condizione ENV_TERM, la quale viene impiegata nelle successive combinazioni di carico per massimizzare gli effetti termici.

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative in base all'esperienza.

Combinazione fondamentale

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

Combinazioni di carico SLU (nonsismiche)													
	1slu	2slu	3slu	4slu	5slu	6slu	7slu	8slu	9slu	10slu	11slu	12slu	13slu
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPTSX	1	1	1	1	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35
SPTDX	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1
ACCM	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	1.45	1.45	1.16	1.16	1.015
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0
SPACCDX	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.16	1.16	1.015
AVV	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	0	0	0	0	0	1.45
ENV_TER	0	-0.9	0	0	0	0	-0.9	0	0.9	-0.9	-1.5	1.5	0.9
RITIRO	0	1.2	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

Combinazioni di CaricoSismiche								
	sh1	sh2	sh3	sh4	sv1	sv2	sv3	sv4
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1	1	1	1
ACCM	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SPACCSX	0	0	0	0	0	0	0	0
SPACCDX	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AVV	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ENV_TERM	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
RITIRO	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma H	1	1	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
Sisma V	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1	1	-1	1
SPSDX	0	0	1	1	0	0	0.3	0.3
SPSSX	1	1	0	0	0.3	0.3	0	0

Le combinazioni sismiche vanno eseguite in entrambe le direzioni pertanto le combinazioni SH vanno ripetute per Sisma H = -1 e le combinazioni SV per Sisma V=-0.3.

Si riportano infine,le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE ritenute più significative.

Combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazioni di caricoSLE			
	1sle	2sle	3sle
DEAD	1	1	1
PERM	1	1	1
SPTSX	1	1	1
SPTDX	0.8	0.8	0.8
ACCM	0.8	0.8	0.8
SPACCSX	0.8	0.8	0
SPACCDX	0.8	0.8	0.8
AVV	-0.8	0.8	-0.8
ENV_TER	-0.6	0.6	-0.6
RITIRO	0	0	1

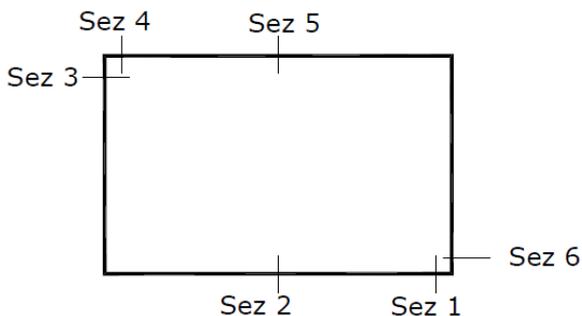
3.10. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

3.10.1. Inviluppo SLU

CANNA DESTRA

Frame	Station	OutputCase	CaseTy	StepTy	P	V2	M3
3	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	321,588	218,3703
3	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	323,95	173,1825
3	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	279,789	173,1825
3	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	285,525	77,0793
3	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	241,658	77,0793
3	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	247,393	-1,1536
3	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	182,135	-1,1536
3	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	187,871	-14,6017
3	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	123,137	-14,6017
3	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	128,873	-20,0498
3	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	64,558	-20,0498
3	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	70,294	-20,5456
3	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	6,235	-20,5456
3	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	11,971	-16,1684
3	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-29,129	-16,1684
3	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-24,881	-6,9867
3	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-43,083	-6,9867
3	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-38,834	6,9391
3	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-65,004	6,9391
3	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-63,255	15,9172
3	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	64,233	39,2687
3	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	65,982	30,1537
3	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	52,694	30,1537
3	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	56,943	11,5155
3	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	43,84	11,5155
3	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	48,088	-21,8866
3	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	28,727	-21,8866
3	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	32,976	-84,6395
3	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	13,899	-84,6395
3	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	18,148	-127,4
3	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-0,666	-127,4
3	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	3,583	-150,237
3	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-17,946	-150,237
3	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-12,211	-153,156
3	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-70,791	-153,156
3	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-65,055	-136,087
3	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-123,179	-136,087
3	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-117,443	-98,8886

3	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati Min	0	-207,011	-98,8886
3	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	0	-204,65	-70,82
42	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-99,707	2,08	4,5188
42	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-109,704	2,08	23,2938
42	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-119,701	2,08	116,3771
42	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-479,667	-93,951	-71,5252
42	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-493,163	-93,951	2,4387
42	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-506,659	-93,951	0,3587
7	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-31,35	-44,611	-7,6057
7	0,95	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-41,246	-20,613	82,8497
7	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-51,142	20,567	110,0286
7	2,45	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-60,318	124,017	70,8252
7	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-60,318	227,467	-24,1016
7	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-105,642	-207,086	-83,5306
7	0,95	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-106,613	-103,636	10,5114
7	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-116,509	-1,66	16,9721
7	2,45	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-126,406	27,382	5,4344
7	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-136,302	51,38	-115,089
14	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-64,179	-53,205	-23,5541
14	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-74,176	-6,494	7,1171
14	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-84,173	50,075	18,8674
14	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-264,352	-123,019	-136,925
14	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-277,848	-76,308	-51,2427
14	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-291,344	-53,037	-28,8077



SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0	324,0	218,4
02	0,0	0,0	153,2
03	-64,2	123,0	136,9
04	0,0	227,5	115,1
05	0,0	0,0	110,0
06	-84,2	123,0	116,4

CANNA CENTRALE

Frame	Station	OutputCase	CaseTy	StepTy	P	V2	M3
2	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	191,391	181,6794
2	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	193,753	154,7193
2	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	151,056	154,7193
2	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	156,792	102,3851
2	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	113,731	102,3851
2	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	119,467	62,7413
2	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	76,133	62,7413
2	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	81,869	35,881
2	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	38,315	35,881
2	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	44,051	21,8788
2	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	1,063	21,8788
2	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	6,798	29,9714
2	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-23,041	29,9714
2	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-18,792	51,5601
2	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-32,531	51,5601
2	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-28,282	86,0162
2	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-41,947	86,0162
2	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-37,698	133,2933
2	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-51,27	133,2933
2	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati	Max	0	-49,52	158,246
2	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	37,712	23,3227
2	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	39,461	17,9206
2	0,34	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	25,354	17,9206
2	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	29,603	8,5779
2	0,68	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	15,551	8,5779
2	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	19,799	2,5684
2	1,02	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	5,809	2,5684
2	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	10,058	-0,1289
2	1,36	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-3,87	-0,1289
2	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	0,379	0,4646
2	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-28,426	0,4646
2	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-22,69	2,4419
2	2,04	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-66,364	2,4419
2	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-60,628	11,4392
2	2,38	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-104,209	11,4392
2	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-98,474	21,7775
2	2,72	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-141,918	21,7775
2	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati	Min	0	-136,182	35,3173

2	3,06	ENVELOPE SLU	Combinati Min	0	-179,415	35,3173
2	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	0	-177,053	42,3726
41	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-111,104	58,126	38,9304
41	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-121,101	58,126	-5,4219
41	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-131,098	58,126	-4,8682
41	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-475,557	-6,98	-22,7954
41	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-489,053	-6,98	-21,0886
41	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-502,549	-6,98	-79,2142
5	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-67,047	-55,693	-22,4238
5	0,95	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-67,047	-31,695	63,2125
5	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-67,047	20,477	93,1266
5	2,45	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-67,047	123,926	62,3409
5	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-67,047	227,376	-9,8753
5	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-132,936	-214,597	-119,3
5	0,95	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-140,755	-111,147	-10,112
5	1,7	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-150,652	-7,697	14,5754
5	2,45	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-160,548	16,3	-10,2887
5	3,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-170,444	40,298	-139,275
42	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-99,707	2,08	4,5188
42	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-109,704	2,08	23,2938
42	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Max	-119,701	2,08	116,3771
42	0,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-479,667	-93,951	-71,5252
42	1,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-493,163	-93,951	2,4387
42	2,2	ENVELOPE SLU	Combinati Min	-506,659	-93,951	0,3587



SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0	193,8	181,7
02	0,0	0,0	0,1
03	-99,7	94,0	71,5
04	0,0	227,4	139,3
05	0,0	0,0	93,1
06	-119,7	94,0	116,4

CANNA SINISTRA

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 198,908	12,8151
1	0,34	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 201,27	-9,7294
1	0,34	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 117,443	-9,7294
1	0,68	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 123,179	-33,4731
1	0,68	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 65,267	-33,4731
1	1,02	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 71,002	-39,4205
1	1,02	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 15,241	-39,4205
1	1,36	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 20,976	-39,6315
1	1,36	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -18,295	-39,6315
1	1,7	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -14,046	-34,1335
1	1,7	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -35,063	-34,1335
1	2,04	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -30,815	-22,9343
1	2,04	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -51,859	-22,9343
1	2,38	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -47,61	-1,5235
1	2,38	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -68,715	-1,5235
1	2,72	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -64,466	72,1674
1	2,72	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -78,584	72,1674
1	3,06	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -74,336	162,5248
1	3,06	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -88,487	162,5248
1	3,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max		0 -86,738	205,2256
1	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 61,742	-40,0076
1	0,34	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 63,491	-67,1319
1	0,34	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 32,377	-67,1319
1	0,68	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 36,625	-104,245
1	0,68	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 15,368	-104,245
1	1,02	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 19,617	-122,538
1	1,02	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -4,571	-122,538
1	1,36	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 1,165	-121,958
1	1,36	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -60,407	-121,958
1	1,7	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -54,672	-105,586
1	1,7	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -116,752	-105,586
1	2,04	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -111,016	-72,455
1	2,04	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -173,756	-72,455
1	2,38	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -168,02	-21,6192
1	2,38	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -231,515	-21,6192
1	2,72	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -225,779	16,6162
1	2,72	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -268,625	16,6162
1	3,06	ENVELOPE SLU	Combination	Min		0 -262,889	42,6126

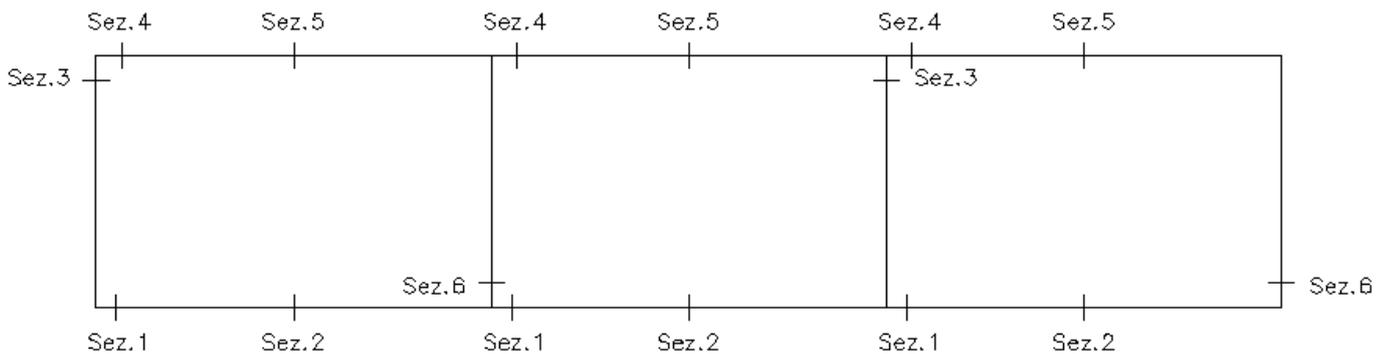
1	3,06	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0	-306,187	42,6126
1	3,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0	-303,825	54,8783
39	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-68,177	89,721	114,8905
39	1,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-78,174	55,809	50,957
39	2,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-88,171	33,476	38,3928
39	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-252,543	27,291	33,6854
39	1,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-266,039	6,998	6,2671
39	2,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-279,535	-28,053	-2,4688
4	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-35,289	-55,379	-19,8496
4	0,95	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-38,296	-31,381	80,4926
4	1,7	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-38,296	13,025	113,2266
4	2,45	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-38,296	116,475	82,8185
4	3,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-38,296	219,925	-6,904
4	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-105,642	-215,657	-84,3756
4	0,95	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-105,642	-112,207	3,482
4	1,7	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-105,642	-8,872	18,0183
4	2,45	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-105,642	16,615	14,5564
4	3,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-110,838	40,613	-94,9974
41	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-111,104	58,126	38,9304
41	1,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-121,101	58,126	-5,4219
41	2,2	ENVELOPE SLU	Combination	Max	-131,098	58,126	-4,8682
41	0,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-475,557	-6,98	-22,7954
41	1,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-489,053	-6,98	-21,0886
41	2,2	ENVELOPE SLU	Combination	Min	-502,549	-6,98	-79,2142



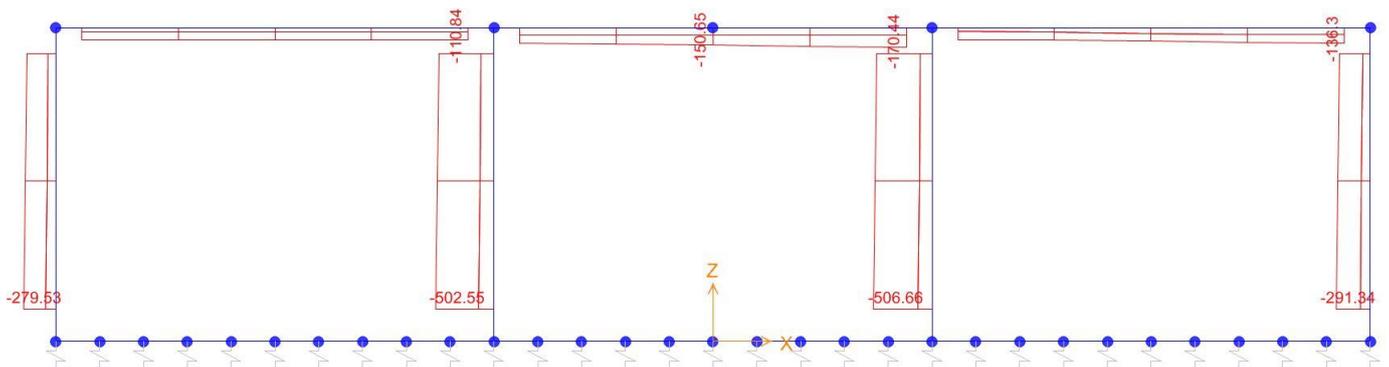
SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0	306,2	205,2
02	0,0	0,0	122,5
03	-68,2	89,7	114,9
04	0,0	219,9	95,0
05	0,0	0,0	113,2
06	-88,2	89,7	79,2

Di seguito si riporta la tabella relativa alle massime sollecitazioni ottenute per l'**SLU** per le varie sezioni dimensionanti.

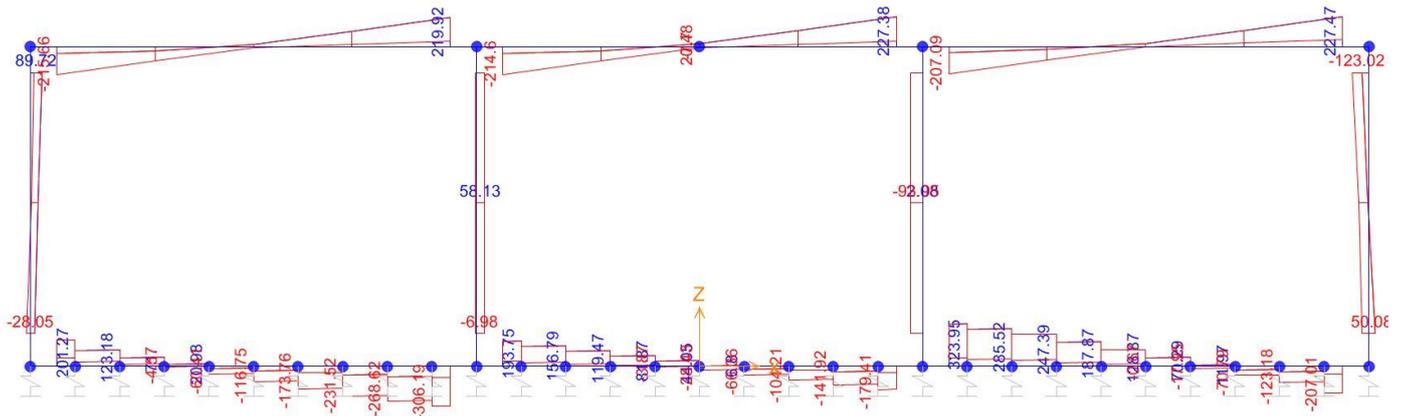
SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0	324,0	218,4
02	0,0	0,0	153,2
03	-64,2	123,0	136,9
04	0,0	227,5	139,3
05	0,0	0,0	113,2
06	-84,2	123,0	116,4



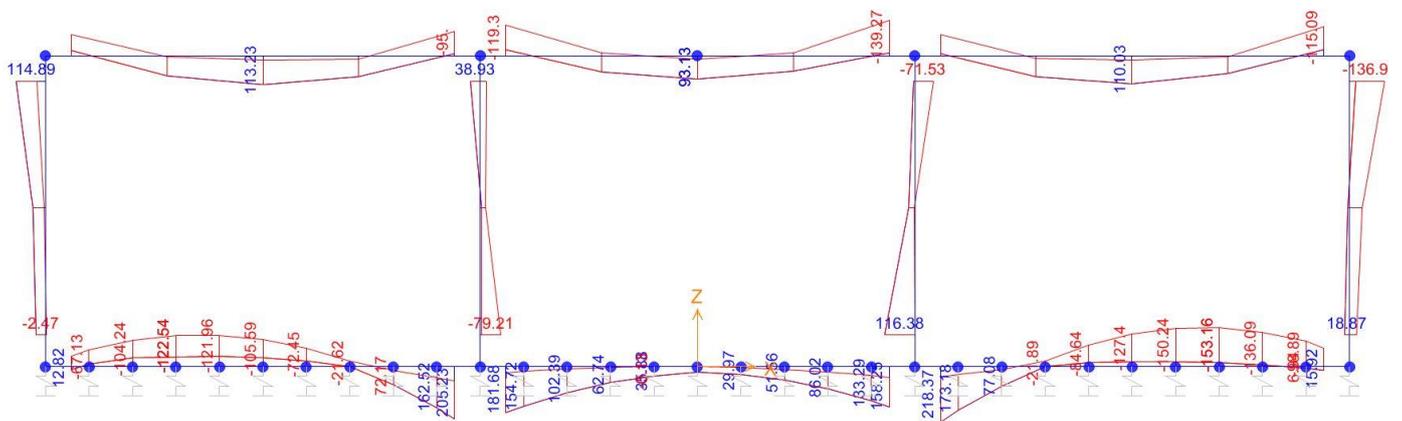
Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE SLU



Sforzo normale



Taglio



Momento Flettente

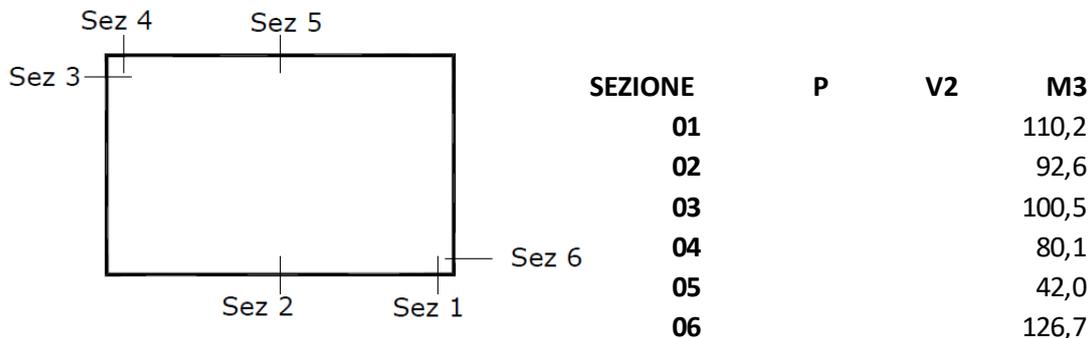
I valori V e M dei diagrammi corrispondono a quelli riportati nella tabella, mentre il valore dello sforzo normale P nei diagrammi (valore massimo) differisce da quello di verifica della tabella, pari a quello di compressione minimo.

3.10.2. Inviluppo SLV

CANNA DESTRA

Frame	Station	OutputCase	CaseTy	StepTy	P	V2	M3
3	0,2	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	163,736	110,1896
3	0,34	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	165,485	87,1441
3	0,34	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	145,275	87,1441
3	0,68	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	149,523	37,0284
3	0,68	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	128,998	37,0284
3	1,02	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	133,247	-4,7684
3	1,02	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	102,035	-4,7684
3	1,36	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	106,284	-23,9473
3	1,36	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	74,634	-23,9473
3	1,7	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	78,883	-35,6543
3	1,7	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	46,731	-35,6543
3	2,04	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	50,98	-41,0969
3	2,04	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	18,226	-41,0969
3	2,38	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	22,475	-40,255
3	2,38	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	-9,225	-40,255
3	2,72	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	-4,976	-33,0882
3	2,72	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	-37,207	-33,0882
3	3,06	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	-32,958	-19,536
3	3,06	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	-68,338	-19,536
3	3,2	ENVELOPE SLV	Combinat	Max	0	-66,588	-9,6516
3	0,2	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	93,498	59,4244
3	0,34	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	95,248	46,2122
3	0,34	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	80,08	46,2122
3	0,68	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	84,329	18,2626
3	0,68	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	69,172	18,2626
3	1,02	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	73,421	-8,9753
3	1,02	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	50,726	-8,9753
3	1,36	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	54,974	-42,9676
3	1,36	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	32,308	-42,9676
3	1,7	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	36,557	-69,0655
3	1,7	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	13,883	-69,0655
3	2,04	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	18,132	-85,6762
3	2,04	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	-4,601	-85,6762
3	2,38	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	-0,352	-92,5953
3	2,38	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	-29,134	-92,5953
3	2,72	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	-24,885	-89,5762
3	2,72	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	-54,369	-89,5762
3	3,06	ENVELOPE SLV	Combinat	Min	0	-50,12	-76,3275

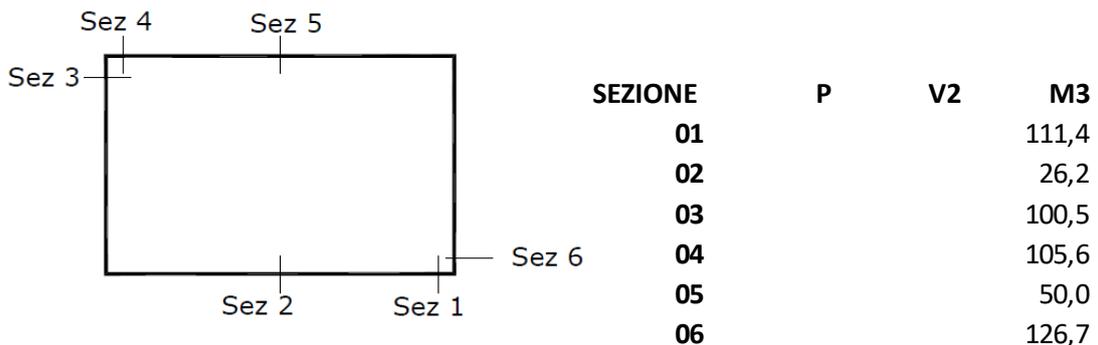
3	3,06	ENVELOPE SLV	Combinati Min	0	-93,255	-76,3275
3	3,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	0	-91,505	-64,1168
42	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-119,261	-34,064	-28,5918
42	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-129,258	-35,285	11,5957
42	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-139,255	-36,506	126,7101
42	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-187,266	-109,009	-100,501
42	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-197,263	-113,079	5,0305
42	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-207,26	-117,149	40,9256
7	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-7,634	-32,864	27,1916
7	0,95	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-22,611	-1,45	41,9671
7	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-33,71	30,066	39,7347
7	2,45	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-39,158	65,566	15,0092
7	3,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-44,607	101,066	-29,8471
7	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-53,577	-70,892	-25,1536
7	0,95	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-68,555	-30,625	6,5567
7	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-83,532	9,299	9,5751
7	2,45	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-98,51	35,946	-21,4426
7	3,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-113,487	62,592	-80,1158
14	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-76,098	-40,878	-33,7024
14	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-86,095	-18,786	6,5557
14	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-96,092	21,546	37,737
14	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-116,932	-98,269	-85,0715
14	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-126,929	-62,621	-15,4531
14	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-136,926	-40,714	1,435



CANNA CENTRALE

Frame	Station	OutputCase	CaseTy	StepTy	P	V2	M3
2	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	101,624 111,4295
2	0,34	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	103,374 97,0796
2	0,34	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	87,212 97,0796
2	0,68	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	91,461 66,7053
2	0,68	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	74,819 66,7053
2	1,02	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	79,068 40,5444
2	1,02	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	62,008 40,5444
2	1,36	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	66,257 18,7394
2	1,36	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	48,813 18,7394
2	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	53,062 2,0218
2	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	35,973 2,0218
2	2,04	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	40,222 1,1023
2	2,04	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	23,487 1,1023
2	2,38	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	27,736 5,3736
2	2,38	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	10,62 5,3736
2	2,72	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	14,869 14,863
2	2,72	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	-2,65 14,863
2	3,06	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	1,599 29,5967
2	3,06	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	-16,348 29,5967
2	3,2	ENVELOPE SLV	Combinati	Max		0	-14,599 38,007
2	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	57,018 50,5094
2	0,34	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	58,767 42,4044
2	0,34	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	44,402 42,4044
2	0,68	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	48,651 26,5855
2	0,68	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	34,166 26,5855
2	1,02	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	38,415 14,2466
2	1,02	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	23,835 14,2466
2	1,36	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	28,084 5,4203
2	1,36	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	13,421 5,4203
2	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	17,669 -0,1843
2	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	0,58 -0,1843
2	2,04	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	4,829 -13,1375
2	2,04	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	-14,687 -13,1375
2	2,38	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	-10,438 -21,8455
2	2,38	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	-30,034 -21,8455
2	2,72	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	-25,786 -26,1786
2	2,72	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	-45,459 -26,1786
2	3,06	ENVELOPE SLV	Combinati	Min		0	-41,21 -25,9999

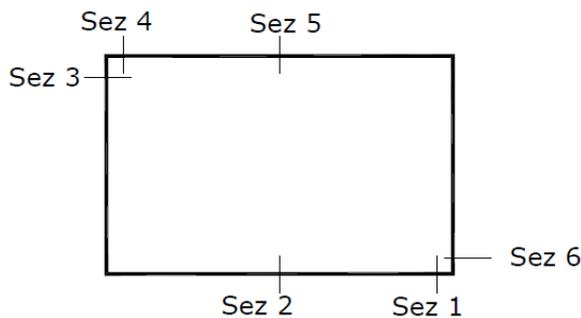
2	3,06	ENVELOPE SLV	Combinati Min	0	-60,948	-25,9999
2	3,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	0	-59,199	-23,8336
41	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-111,156	-0,083	-6,7808
41	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-121,153	-1,304	0,6737
41	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-131,15	-2,525	81,132
41	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-179,161	-74,353	-76,7665
41	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-189,158	-78,423	-7,1396
41	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-199,155	-82,493	-5,2256
5	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-42,623	-21,313	45,1032
5	0,95	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-48,072	10,1	50,023
5	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-53,521	41,514	34,1953
5	2,45	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-58,969	77,014	12,7136
5	3,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-64,418	112,514	-26,0287
5	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-63,831	-72,025	-35,6826
5	0,95	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-73,211	-31,758	0,8529
5	1,7	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-88,188	8,509	4,4637
5	2,45	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-103,166	35,156	-35,2042
5	3,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-118,143	61,802	-105,562
42	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-119,261	-34,064	-28,5918
42	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-129,258	-35,285	11,5957
42	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Max	-139,255	-36,506	126,7101
42	0,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-187,266	-109,009	-100,501
42	1,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-197,263	-113,079	5,0305
42	2,2	ENVELOPE SLV	Combinati Min	-207,26	-117,149	40,9256



CANNA SINISTRA

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3	
1	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	86,236	59,7489
1	0,34	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	87,985	49,8494
1	0,34	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	56,238	49,8494
1	0,68	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	60,487	31,2694
1	0,68	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	44,464	31,2694
1	1,02	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	48,713	16,0343
1	1,02	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	31,939	16,0343
1	1,36	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	36,188	4,4528
1	1,36	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	20,306	4,4528
1	1,7	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	24,555	-3,1736
1	1,7	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	7,791	-3,1736
1	2,04	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	12,04	-6,5449
1	2,04	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-5,613	-6,5449
1	2,38	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-1,364	-5,0995
1	2,38	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-19,917	-5,0995
1	2,72	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-15,668	18,5697
1	2,72	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-28,643	18,5697
1	3,06	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-24,394	50,8594
1	3,06	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-37,975	50,8594
1	3,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max		0	-36,226	66,3408
1	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	61,319	-4,0872
1	0,34	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	63,068	-15,8431
1	0,34	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	35,827	-15,8431
1	0,68	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	40,076	-32,9575
1	0,68	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	21,128	-32,9575
1	1,02	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	25,376	-42,8796
1	1,02	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	5,7	-42,8796
1	1,36	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	9,949	-45,54
1	1,36	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-15,924	-45,54
1	1,7	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-11,675	-40,8481
1	1,7	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-37,881	-40,8481
1	2,04	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-33,633	-28,6907
1	2,04	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-60,232	-28,6907
1	2,38	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-55,983	-9,1936
1	2,38	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-83,018	-9,1936
1	2,72	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-78,769	0,6905
1	2,72	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-97,094	0,6905
1	3,06	ENVELOPE SLV	Combination	Min		0	-92,845	9,7067

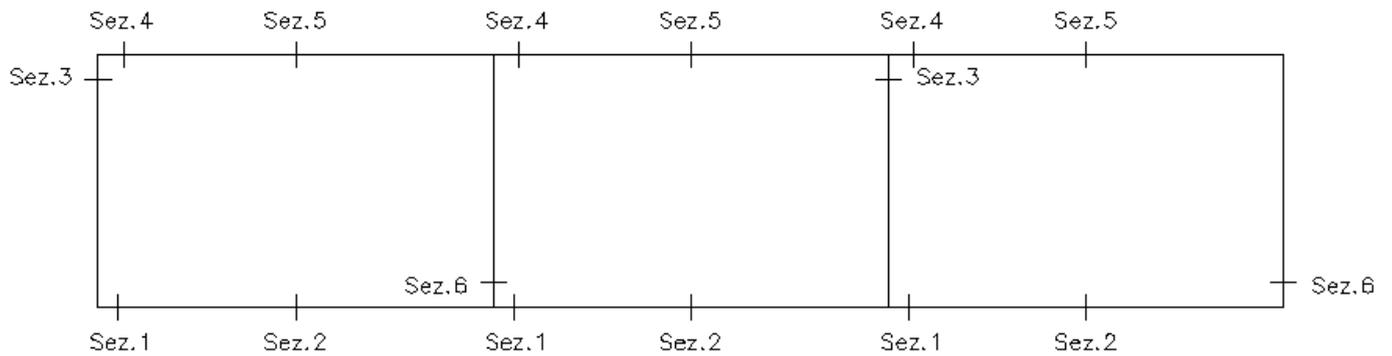
1	3,06	ENVELOPE SLV	Combination	Min	0	-111,456	9,7067
1	3,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	0	-109,706	14,9007
39	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-59,684	39,613	41,4486
39	1,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-69,681	17,048	15,6657
39	2,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-79,678	-6,506	48,8616
39	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-97,29	7,44	-7,8115
39	1,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-107,287	-27,12	-9,1012
39	2,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-117,284	-90,023	9,7863
4	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-16,218	-44,907	11,4546
4	0,95	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-28,864	-13,494	37,1688
4	1,7	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-34,313	17,92	42,5297
4	2,45	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-39,762	53,317	27,1444
4	3,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-45,21	88,817	-9,7343
4	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-62,162	-80,153	-31,7961
4	0,95	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-77,139	-39,886	5,3142
4	1,7	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-92,117	0,38	12,3701
4	2,45	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-107,094	27,37	-8,0217
4	3,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-122,072	54,017	-59,4144
41	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-111,156	-0,083	-6,7808
41	1,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-121,153	-1,304	0,6737
41	2,2	ENVELOPE SLV	Combination	Max	-131,15	-2,525	81,132
41	0,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-179,161	-74,353	-76,7665
41	1,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-189,158	-78,423	-7,1396
41	2,2	ENVELOPE SLV	Combination	Min	-199,155	-82,493	-5,2256



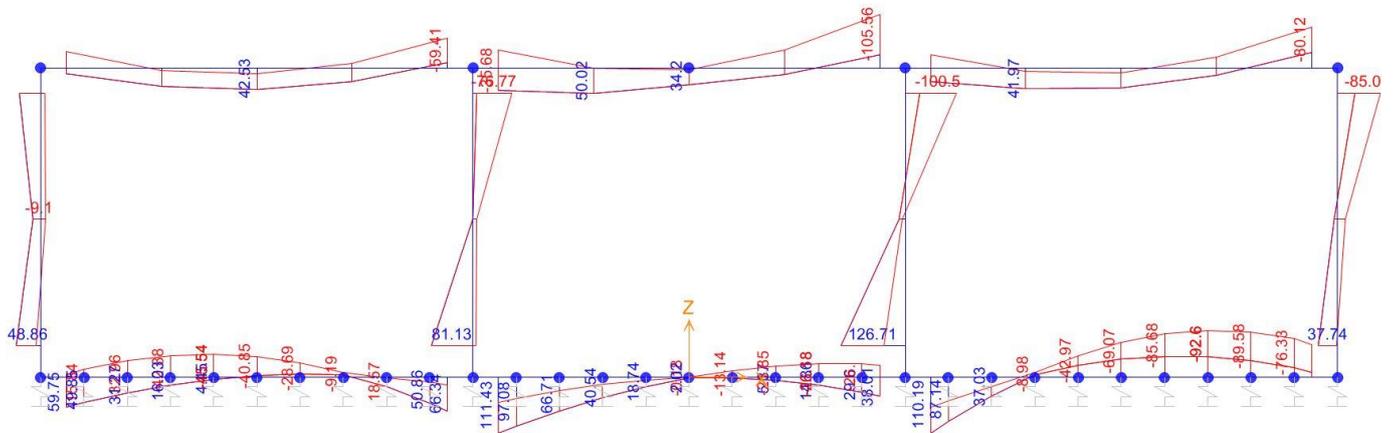
SEZIONE	P	V2	M3
01			66,3
02			45,5
03			76,8
04			59,4
05			42,5
06			81,1

Di seguito si riporta la tabella relativa ai massimi momenti ottenuti per l'**SLV** per le varie sezioni dimensionanti utilizzati per le verifiche sismiche allo stato limite elastico.

SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0	0,0	111,4
02	0,0	0,0	92,6
03	0,0	0,0	100,5
04	0,0	0,0	105,6
05	0,0	0,0	50,0
06	0,0	0,0	126,7



Diagrammi di iniluppo del momento: ENVELOPE SLV



Momento Flettente

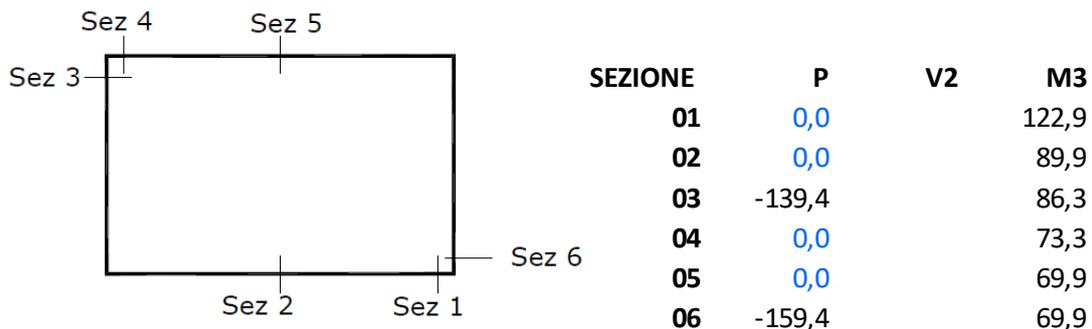
I valori M dei diagrammi corrispondono a quelli riportati nella tabella.

3.10.3. Inviluppo SLE_rara

CANNA DESTRA

Frame	Station	OutputCase	CaseTy	StepTy	P	V2	M3
3	0,2	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	193,222 122,9242
3	0,34	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	194,972 95,7506
3	0,34	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	167,782 95,7506
3	0,68	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	172,031 40,2601
3	0,68	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	144,967 40,2601
3	1,02	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	149,216 0,9568
3	1,02	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	108,857 0,9568
3	1,36	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	113,106 -26,4069
3	1,36	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	72,962 -26,4069
3	1,7	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	77,211 -42,4792
3	1,7	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	37,207 -42,4792
3	2,04	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	41,456 -47,8228
3	2,04	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	1,482 -47,8228
3	2,38	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	5,731 -42,6679
3	2,38	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	-34,34 -42,6679
3	2,72	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	-30,091 -27,2203
3	2,72	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	-70,389 -27,2203
3	3,06	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	-66,141 -1,664
3	3,06	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	-118,401 -1,664
3	3,2	ENVELOPE SLER Combinat	Max			0	-116,651 15,2405
3	0,2	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	155,826 97,5218
3	0,34	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	157,575 74,9278
3	0,34	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	131,677 74,9278
3	0,68	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	135,926 27,7816
3	0,68	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	110,518 27,7816
3	1,02	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	114,767 -12,34
3	1,02	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	77,442 -12,34
3	1,36	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	81,69 -49,7624
3	1,36	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	45,147 -49,7624
3	1,7	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	49,396 -75,2917
3	1,7	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	13,592 -75,2917
3	2,04	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	17,841 -88,6643
3	2,04	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	-17,286 -88,6643
3	2,38	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	-13,037 -89,8906
3	2,38	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	-47,559 -89,8906
3	2,72	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	-43,31 -78,9374
3	2,72	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	-77,29 -78,9374
3	3,06	ENVELOPE SLER Combinat	Min			0	-73,041 -55,7273

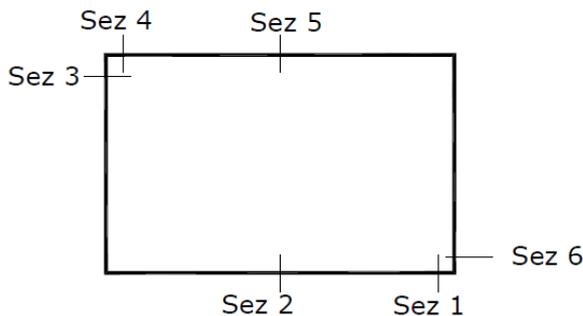
3	3,06	ENVELOPE SLER Combinati Min	0	-128,33	-55,7273
3	3,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	0	-126,581	-38,3344
42	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-271,145	6,725	16,4336
42	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-281,142	6,725	13,3309
42	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-291,139	6,725	69,8763
42	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-282,964	-56,545	-44,4767
42	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-292,961	-56,545	8,446
42	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-302,958	-56,545	1,7206
7	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-52,133	-108,983	-11,828
7	0,95	ENVELOPE SLER Combinati Max	-57,191	-47,149	46,7212
7	1,7	ENVELOPE SLER Combinati Max	-51,731	14,685	69,8832
7	2,45	ENVELOPE SLER Combinati Max	-46,271	76,519	49,5585
7	3,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-40,811	138,353	-17,1415
7	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-86,596	-130,782	-57,6561
7	0,95	ENVELOPE SLER Combinati Min	-81,136	-68,948	13,9204
7	1,7	ENVELOPE SLER Combinati Min	-75,676	-7,114	36,554
7	2,45	ENVELOPE SLER Combinati Min	-78,175	54,719	4,8254
7	3,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-83,635	116,553	-73,2785
14	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-139,442	-30,351	-36,2244
14	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-149,439	-3,75	-17,4976
14	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-159,436	28,693	10,7715
14	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-161,241	-76,088	-86,2551
14	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-171,238	-49,487	-23,8284
14	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-181,235	-17,044	-30,6714



CANNA CENTRALE

Frame	Station	OutputCase	CaseTy	StepTy	P	V2	M3
2	0,2	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	113,432	97,0136
2	0,34	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	115,182	81,0105
2	0,34	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	88,928	81,0105
2	0,68	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	93,177	50,0527
2	0,68	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	66,743	50,0527
2	1,02	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	70,992	26,6378
2	1,02	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	44,421	26,6378
2	1,36	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	48,67	15,9012
2	1,36	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	21,986	15,9012
2	1,7	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	26,234	16,9517
2	1,7	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-0,526	16,9517
2	2,04	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	3,722	25,8755
2	2,04	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-23,115	25,8755
2	2,38	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-18,866	42,6285
2	2,38	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-45,814	42,6285
2	2,72	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-41,565	67,159
2	2,72	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-68,617	67,159
2	3,06	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-64,368	99,4032
2	3,06	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-91,507	99,4032
2	3,2	ENVELOPE SLER	Combinati	Max	0	-89,758	115,9967
2	0,2	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	90,67	59,3275
2	0,34	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	92,42	46,4874
2	0,34	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	64,7	46,4874
2	0,68	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	68,949	23,4948
2	0,68	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	41,289	23,4948
2	1,02	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	45,538	8,2429
2	1,02	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	17,969	8,2429
2	1,36	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	22,218	0,7003
2	1,36	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-5,245	0,7003
2	1,7	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-0,996	0,8341
2	1,7	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-28,371	0,8341
2	2,04	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-24,122	0,2907
2	2,04	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-51,398	0,2907
2	2,38	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-47,149	7,4276
2	2,38	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-74,273	7,4276
2	2,72	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-70,024	22,2819
2	2,72	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-96,96	22,2819
2	3,06	ENVELOPE SLER	Combinati	Min	0	-92,711	44,8894

2	3,06	ENVELOPE SLER Combinati Min	0	-119,4	44,8894
2	3,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	0	-117,65	57,578
41	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-269,949	57,12	44,4015
41	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-279,946	57,12	-8,5489
41	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-289,943	57,12	-9,7232
41	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-287,801	1,174	-8,6367
41	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-297,798	1,174	-13,9804
41	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-307,795	1,174	-71,1001
5	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-80,677	-111,628	-26,1442
5	0,95	ENVELOPE SLER Combinati Max	-75,217	-49,794	34,389
5	1,7	ENVELOPE SLER Combinati Max	-69,757	12,04	55,9654
5	2,45	ENVELOPE SLER Combinati Max	-64,297	73,874	43,3416
5	3,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-58,837	135,707	-15,6575
5	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-115,429	-137,753	-86,7258
5	0,95	ENVELOPE SLER Combinati Min	-109,969	-75,919	-9,2465
5	1,7	ENVELOPE SLER Combinati Min	-104,509	-14,085	21,8575
5	2,45	ENVELOPE SLER Combinati Min	-109,969	47,749	-10,36
5	3,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-115,429	109,582	-88,9528
42	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-271,145	6,725	16,4336
42	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-281,142	6,725	13,3309
42	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Max	-291,139	6,725	69,8763
42	0,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-282,964	-56,545	-44,4767
42	1,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-292,961	-56,545	8,446
42	2,2	ENVELOPE SLER Combinati Min	-302,958	-56,545	1,7206

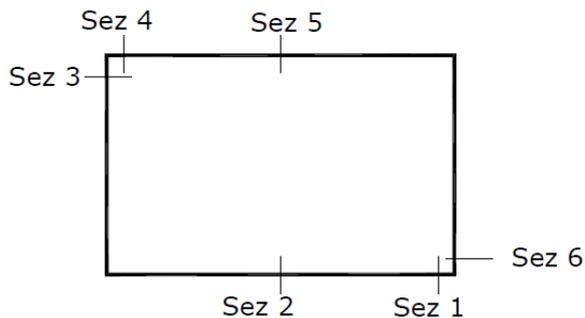


SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0		116,0
02	0,0		0,3
03	-269,9		44,5
04	0,0		89,0
05	0,0		56,0
06	-289,9		71,1

CANNA SINISTRA

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0,2	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 126,815	-1,1235
1	0,34	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 128,565	-18,2733
1	0,34	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 72,857	-18,2733
1	0,68	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 77,106	-43,767
1	0,68	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 42,081	-43,767
1	1,02	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 46,329	-58,7967
1	1,02	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 11,029	-58,7967
1	1,36	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 15,278	-63,2689
1	1,36	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -20,384	-63,2689
1	1,7	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -16,135	-57,0606
1	1,7	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -52,251	-57,0606
1	2,04	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -48,002	-37,4724
1	2,04	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -84,656	-37,4724
1	2,38	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -80,407	0,2175
1	2,38	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -117,659	0,2175
1	2,72	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -113,41	51,0616
1	2,72	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -138,658	51,0616
1	3,06	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -134,409	109,8115
1	3,06	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -160,048	109,8115
1	3,2	ENVELOPE SLER	Combination	Max		0 -158,298	137,4586
1	0,2	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 118,404	-35,3508
1	0,34	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 120,153	-52,7766
1	0,34	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 64,847	-52,7766
1	0,68	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 69,095	-76,2256
1	0,68	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 29,012	-76,2256
1	1,02	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 33,261	-87,516
1	1,02	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -6,778	-87,516
1	1,36	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -2,529	-86,7146
1	1,36	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -42,638	-86,7146
1	1,7	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -38,389	-73,8455
1	1,7	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -78,682	-73,8455
1	2,04	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -74,434	-48,89
1	2,04	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -115,006	-48,89
1	2,38	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -110,757	-12,1042
1	2,38	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -151,666	-12,1042
1	2,72	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -147,417	27,3251
1	2,72	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -174,918	27,3251
1	3,06	ENVELOPE SLER	Combination	Min		0 -170,669	73,7466

1	3,06	ENVELOPE SLER Combination	Min	0	-198,354	73,7466
1	3,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	0	-196,605	96,0308
39	0,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-143,583	78,173	85,4419
39	1,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-153,58	48,565	28,5744
39	2,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-163,577	18,12	16,7156
39	0,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-160,952	45,823	48,5058
39	1,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-170,949	17,112	15,9814
39	2,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-180,946	-19,797	-9,2543
4	0,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-48,337	-120,694	-31,9119
4	0,95	ENVELOPE SLER Combination	Max	-42,877	-58,86	37,8939
4	1,7	ENVELOPE SLER Combination	Max	-37,417	2,973	67,6214
4	2,45	ENVELOPE SLER Combination	Max	-31,957	64,807	53,354
4	3,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-26,497	126,641	-7,2888
4	0,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-86,514	-138,064	-72,9836
4	0,95	ENVELOPE SLER Combination	Min	-81,054	-76,23	4,9038
4	1,7	ENVELOPE SLER Combination	Min	-78,555	-14,396	36,4159
4	2,45	ENVELOPE SLER Combination	Min	-84,015	47,438	13,5656
4	3,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-89,475	109,271	-58,2273
41	0,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-269,949	57,12	44,4015
41	1,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-279,946	57,12	-8,5489
41	2,2	ENVELOPE SLER Combination	Max	-289,943	57,12	-9,7232
41	0,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-287,801	1,174	-8,6367
41	1,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-297,798	1,174	-13,9804
41	2,2	ENVELOPE SLER Combination	Min	-307,795	1,174	-71,1001



SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0		137,5
02	0,0		87,5
03	-143,6		85,4
04	0,0		73,0
05	0,0		67,6
06	-163,6		71,1



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo tombino IN10 km 2+060

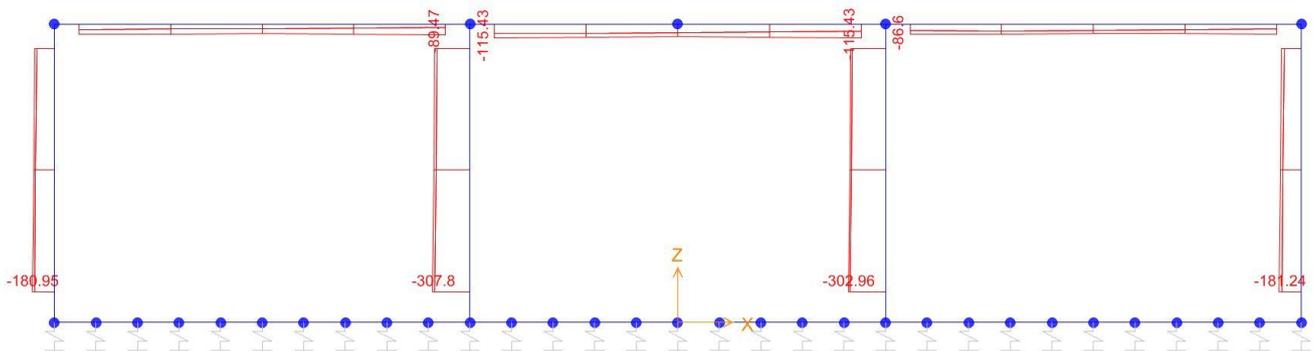
COMMESSA **RS3H** LOTTO 02 D 78 CODIFICA CL DOCUMENTO IN.10.0.0.001 REV. A FOGLIO 47 di 64

Di seguito si riporta la tabella relativa ai massimi momenti ottenuti per l'**SLE** per le varie sezioni dimensionanti.

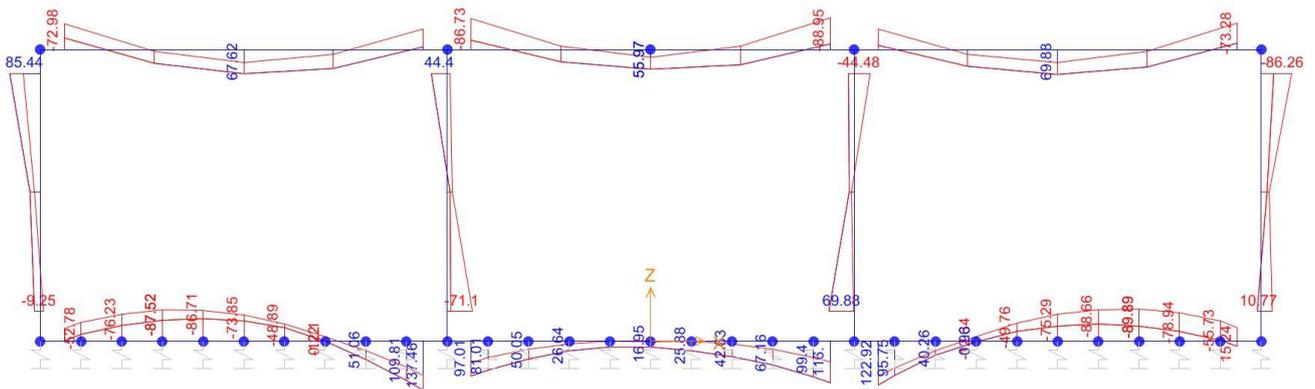
SEZIONE	P	V2	M3
01	0,0	0,0	137,5
02	0,0	0,0	89,9
03	-139,4	0,0	86,3
04	0,0	0,0	89,0
05	0,0	0,0	69,9
06	-159,4	0,0	71,1



Diagrammi di involuppo delle sollecitazioni: ENVELOPE SLE (rara)



Sforzo normale



Momento Flettente

Il valore M dei diagrammi corrisponde a quello riportato nella tabella, mentre il valore dello sforzo normale P nei diagrammi (valore massimo) differisce da quello di verifica della tabella, pari a quello di compressione minimo.

3.11. VERIFICHE SLU/SLE

Le verifiche SLU sono state effettuate allo stato limite ultimo:

Oggetto:

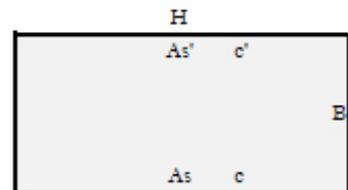
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC18

Sezione n°. 01

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm		
H	Altezza sezione rettangolare	500 mm		
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm		
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm		
d	Altezza utile = H-c	430 mm		
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa		
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa		
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)/Trazione]	0,0 kN		
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	218,4 kNm		
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	324,0 kN		
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm		
Fi1	1° diametro armatura tesa	20		
Fi2	2° diametro armatura tesa			
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10		
n2	N°. Barre 2° armatura tesa			
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq		
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq		
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm		
s. Staffe	Passo staffe	150 mm		
bracci	Numero Bracci staffe	2		
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°		
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m	15,08 cmq/m	
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R		
Msle	Momento di esercizio [(+)]	137,5 kNm		
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)/Trazione]	0,0 kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20 mm		
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0,60 fck		
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0,45 fck		
sigcR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0,80 fyk		

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	483 kNm	Coeff.S fnutt.	45%
Vrd	Taglio ultimo resistente	457 kN	Coeff.S fnutt.	71%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	5 kNm	Coeff.S fnutt.	
SLE - Tensioni e ampiezza fessure				
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)/Compresso]	-29 Mpa	Coeff.S fnutt.	8%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)/Teso]	116 Mpa	Coeff.S fnutt.	32%
Sigo-sup	Tensione ds superiore [(-)/Compresso]	-4 Mpa	Coeff.S fnutt.	21%
Sigo-inf	Tensione ds inferiore [non reag./Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	142 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,12 mm	Coeff.S fnutt.	61%
			Coeff.S fnutt. Max	71%

Oggetto:

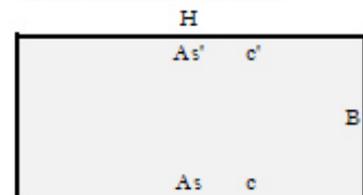
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC16

Sezione n°. 02

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	500 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	430 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)/Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	153,2 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cofθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R
Msle	Momento di esercizio [(+)]	89,9 kNm
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)/Trazione]	0,0 kN
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20 mm
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0,60 fck
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0,45 fck
sigcR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0,80 fyk

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	483 kNm	Coeff.Sfrutt.	32%
Vrd	Taglio ultimo resistente	457 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	5 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-19 Mpa	Coeff.Sfrutt.	5%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	76 Mpa	Coeff.Sfrutt.	21%
Sigo-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-3 Mpa	Coeff.Sfrutt.	14%
Sigo-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	142 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,08 mm	Coeff.Sfrutt.	40%
			Coeff.Sfrutt.Max	40%

Oggetto:

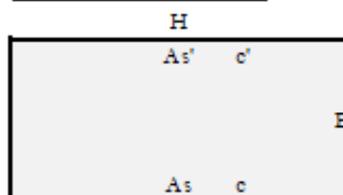
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC18

Sezione n°. 03

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-64,2 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	136,9 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	123,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone di	2,0 [range 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0 mmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R
Msle	Momento di esercizio [(+)]	86,3 kNm
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-139,4 kN
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20 mm
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0,60 fck
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm	0,45 fck
sigcR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0,80 fyk

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	368 kNm	Coeff.Sfrutt.	37%
Vrd	Taglio ultimo resistente	223 kN	Coeff.Sfrutt.	55%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza a fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-30 Mpa	Coeff.Sfrutt.	8%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	76 Mpa	Coeff.Sfrutt.	21%
Sigo-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.Sfrutt.	22%
Sigo-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	103 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,07 mm	Coeff.Sfrutt.	37%
			Coeff.Sfrutt.Max	55%

Oggetto:

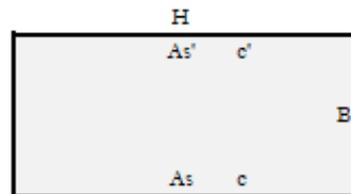
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC18

Sezione n°. 04

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	139,3 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	227,5 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fil	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m 15,08 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R
Mse	Momento di esercizio [(+)]	89,0 kNm
Nse	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0,0 kN
wk-lim	Stato limite a apertura fessure (Freq.Perm)	0,20 mm
sigR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0,60 fck
sigP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm	0,45 fck
sigS-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0,80 fyk

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	360 kNm	Coeff.S frutt.	39%
Vrd	Taglio ultimo resistente	351 kN	Coeff.S frutt.	65%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	4 kNm	Coeff.S frutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-25 Mpa	Coeff.S frutt.	7%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	100 Mpa	Coeff.S frutt.	28%
Sigo-sup	Tensione ds superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.S frutt.	22%
Sigo-inf	Tensione ds inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	93 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,10 mm	Coeff.S frutt.	48%
			Coeff.S frutt Max	65%

Oggetto:

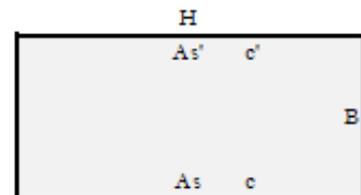
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC18

Sezione n°. 05

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	113,2 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cofθ	(proiez. orizz.)/(proiez. vert.) puntone cls	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara, frequente, qperm)	R
Msle	Momento di esercizio [(+)]	69,9 kNm
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0,0 kN
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0,20 mm
sigR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0,60 fck
sigP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0,45 fck
sigS-R-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0,80 fyk

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	360 kNm	Coeff.Sfrutt.	31%
Vrd	Taglio ultimo resistente	351 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	4 kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sig-s-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-20 Mpa	Coeff.Sfrutt.	5%
Sig-s-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	79 Mpa	Coeff.Sfrutt.	22%
Sig-o-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-3 Mpa	Coeff.Sfrutt.	17%
Sig-o-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	93 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,08 mm	Coeff.Sfrutt.	38%
			Coeff.Sfrutt.Max	38%

Oggetto:

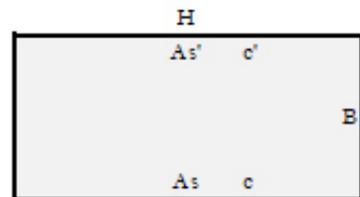
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NT C18

Sezione n° 06

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	-84,2 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	116,4 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	123,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	0
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	0 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cofθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0 mmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R
Msle	Momento di esercizio [(+)]	71,1 kNm
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	-159,4 kN
wk-lim	Stato limite a apertura fessure (Freq.Perm)	0,20 mm
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0,60 fck
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm	0,45 fck
sigcR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0,80 fyk

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	371 kNm	Coeff.Sfrutt.	31%
Vrd	Taglio ultimo resistente	226 kN	Coeff.Sfrutt.	55%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	
SLE - Tensioni e ampiezza fessure				
Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-27 Mpa	Coeff.Sfrutt.	7%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	56 Mpa	Coeff.Sfrutt.	16%
Sigo-sup	Tensione ds superiore [(-)Compresso]	-3 Mpa	Coeff.Sfrutt.	18%
Sigo-inf	Tensione ds inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	105 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0,05 mm	Coeff.Sfrutt.	27%
			Coeff.Sfrutt.Max	55%

Si riportano i coefficienti di sfruttamento nelle sezioni notevoli per le verifiche SLU/SLE:

SINTESI VERIFICHE SEZIONI NOTEVOLI:							
SL	VERIF	SEZ01	SEZ02	SEZ03	SEZ04	SEZ05	SEZ06
SLU	Med/Mrd	45%	32%	37%	39%	31%	31%
SLU	Ved/Vrd	71%	0%	55%	65%	0%	55%
SLE	(sigse/sigsr)s	8%	5%	8%	7%	5%	7%
SLE	(sigse/sigsr)i	32%	21%	21%	28%	22%	16%
SLE	(sigœ/sigr)s	21%	14%	22%	22%	17%	18%
SLE	wk/wklim	61%	40%	37%	48%	38%	27%
	MAX	71%	40%	55%	65%	38%	55%
	MAX	71%					

I coefficienti di sfruttamento sono tutti inferiori all'unità e pertanto le verifiche risultano soddisfatte.

3.12. ARMATURE DI RIPARTIZIONE

Le armature di ripartizione delle pareti e della soletta vengono dimensionate per sostenere gli effetti del ritiro igrometrico i quali generano una trazione pura per deformazioni impedita a causa della soletta inferiore gettata precedentemente e che può aver dissipato tali effetti.

La ϵ ritiro induce nel calcestruzzo una tensione di trazione superiore alla sua resistenza a trazione, ne deriva la fessurazione e il trasferimento di tutta la trazione sull'acciaio teso. Per ottenere delle fessure uniformemente distribuite e non concentrate in alcuni punti con ampiezze macroscopiche, si applica un principio di non plasticizzazione delle armature. Per limitare l'ampiezza delle fessure, pur distribuite, che si ottengono applicando tale principio, si applica quanto previsto al § 7.3.2 dell'Eurocodice 2 - UNI EN 1992 1-1: "Aree minime di armatura", in particolare la formula (7.1):

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

dove:

$A_{s,min}$ è l'area minima di armatura nella zona tesa;

A_{ct} è l'area di calcestruzzo nella zona tesa. La zona tesa è quella parte della sezione che risulta in trazione subito dopo la formazione della prima fessura; è pari a tutta l'area della sezione per trazione pura, alla metà per flessione;

σ_s è la massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura. Tale tensione può essere assunta pari alla tensione di snervamento f_{yk} dell'armatura. Può essere però necessario fissare un valore minore per soddisfare i limiti di apertura delle fessure secondo il massimo diametro o la massima spaziatura tra le barre (vedere punto 7.3.3).

$f_{ct,eff}$ è il valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure;

$f_{ct,eff} = f_{ctm}$ se la formazione delle fessure è prevista prima di 28d;

k è il coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi, $k=1$

k_c è il coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni all'interno della sezione subito prima della fessurazione e della variazione del braccio di leva; $k_c=1$ per trazione, $k_c=0,4$ per flessione, $k_c = 0,4 \cdot (1 - \text{funz}(\sigma_c))$ nel caso flessione combinata con sforzo normale.

base della sezione		1000 mm
altezza della sezione		400 mm
area sezione calcestruzzo	A_{ct}	400000 mm ²
tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450 Mpa
resist. Caratt. Cilindrica cls a compressione	f_{ck}	30 Mpa
tensione resistente cls a trazione	$f_{ct,eff}=0,3(f_{ck})^{2/3}$	2,90 Mpa
coefficiente k_c	k_c	1,00
coefficiente k	k	1,00
area minima acciaio teso nella sezione	$A_{s,min}$	2575 mm ²

P.to 7.3.3 EC2 1992:1-1): Dove è disposta l'armatura minima indicata al punto 7.3.2, le ampiezze delle fessure non dovrebbero essere eccessive se: per fessurazione causata principalmente da deformazioni impedito, il diametro delle barre non eccede quello dato nel prospetto 7.2N, dove la tensione nell'acciaio è quella che si ha subito dopo la fessurazione [cioè il termine σ_s nell'espressione (7.1)];

prospetto 7.2N

Diametri massimi delle barre ϕ^*_s per il controllo della fessurazione¹⁾

Tensione nell'acciaio ²⁾ [MPa]	Diametro massimo delle barre [mm]		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

1) I valori nel prospetto sono basati sulle seguenti assunzioni:
 $c = 25$ mm; $f_{ct,eff} = 2,9$ MPa; $h_{cr} = 0,5$; $(h - d) = 0,1 h$; $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,5$; $k_c = 0,4$; $k = 1,0$; $k_1 = 0,4$ e $k' = 1,0$.
 2) Sotto la combinazione di carico pertinente.

Il diametro massimo delle barre si raccomanda sia modificato come segue:

Trazione (la sezione è tutta tesa):

$$\phi_s = \phi^*_s (f_{ct,eff} / 2,9) h_{cr} / (8(h-d)) \quad (7.7N)$$

dove:

ϕ_s è il diametro massimo "modificato" delle barre;

ϕ^*_s è il diametro massimo dato nel prospetto 7.2N;

h è l'altezza totale della sezione;

h_{cr} è l'altezza della zona tesa subito prima della fessurazione, considerando i valori caratteristici della forza di precompressione e delle forze assiali sotto la combinazione di azioni quasi-permanente;

d è l'altezza utile valutata rispetto al baricentro dello strato più esterno di armatura ordinaria.

Se tutta la sezione è tesa $h-d$ è la minima distanza tra il baricentro dello strato di armatura e il lembo esterno della sezione (considerare ciascun lembo se la barra non è disposta simmetricamente).

Verifica armatura trasversale:

diametro barre trasversali	Φ_{trav}	16 mm	< F_s	Verifica soddisfatta
passo barre trasversali	passo	100 mm		
N.strati barre trasvers. (sup.+inf.+intermedi)	n.strati	2		
Area barre trasversali	A_s	4021 mm ²		
stato tensionale barre dopo fessurazione	σ_s	288 mm ²	< f_{yk}	Verifica soddisfatta
ϕ barre da tabella 7.2N x σ_s e $w_k=0,2$ mm	ϕ^*_s	6 mm		
altezza zona tesa prima della fessurazione	h_{cr}	400 mm		
altezza totale sezione	h	400 mm		
copriferro (asse barre)	c	60 mm		
altezza utile sezione	d	340 mm		
diametro massimo modificato utilizzabile	ϕ_s	20 mm	(= F_s)	

3.13. VERIFICHE SLV AL LIMITE ELASTICO

Le verifiche SLV sono state effettuate allo stato limite elastico:

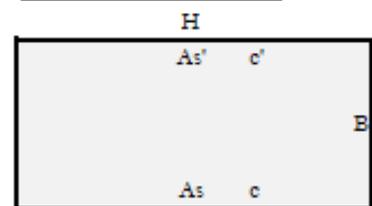
Oggetto:

TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC18
Sezione n°. 01

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	500 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	430 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)]Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	111,4 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fil	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLV - Momento al limite elastico

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	N		
Mrd	Momento ultimo resistente	462 kNm	Coeff.S fuatt.	24%

Oggetto:

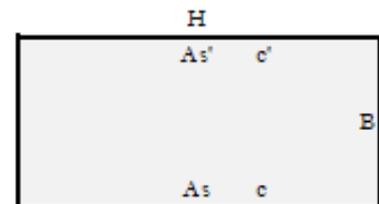
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NT C18

Sezione n°. 02

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	500 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	430 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	92,6 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLV - Momento al limite elastico

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	N
Mrd	Momento ultimo resistente	462 kNm
	Coeff.Sfrutt.	20%

Oggetto:

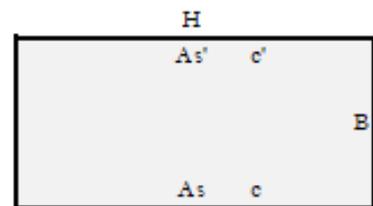
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NT C16

Sezione n°. 03

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)]Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	100,5 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fil	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0 mmq/m

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLV - Momento al limite elastico

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	N		
Mrd	Momento ultimo resistente	345 kNm	Coeff.S frutt.	29%

Oggetto:

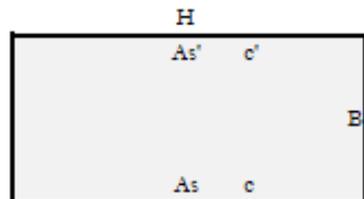
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC18

Sezione n°. 04

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	70 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	105,6 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
coefθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLV - Momento al limite elastico

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	N		
Mrd	Momento ultimo resistente	345 kNm	Coeff.S fuutt.	31%

Oggetto:

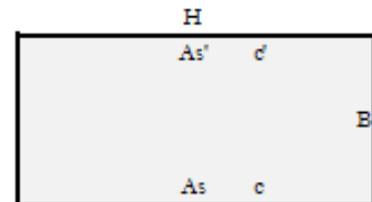
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NT C16

Sezione n°. 05

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Coprifermo armatura sup. compressa	70 mm
c	Coprifermo armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)]Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	50,0 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	12 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
coefθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone dis	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	1508 mmq/m

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLV - Momento al limite elastico			
<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	N	
Mrd	Momento ultimo resistente	345 kNm	Coeff.Sfnutt. 15%

Oggetto:

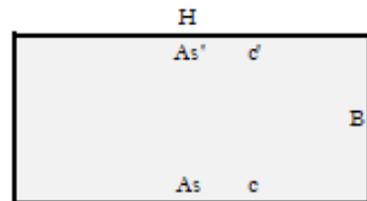
TOMBINO IN10_2+060,00 - Nuovo NTC18

Sezione n°. 06

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	400 mm
c'	Coprifermo armatura sup. compressa	70 mm
c	Coprifermo armatura inf. Tesa	70 mm
d	Altezza utile = H-c	330 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0,0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	126,7 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0,0 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fil	1° diametro armatura tesa	20
Fi2	2° diametro armatura tesa	0
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	10
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	0
As'	Armatura superiore compressa	3142 mmq
As	Armatura inferiore tesa	3142 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	0 mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone ds	2,0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90,0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0 mmq/m

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLV - Momento al limite elastico			
<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	N	
Mrd	Momento ultimo resistente	345 kNm	Coeff.Sfrutt. 37%



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo tombino IN10 km 2+060

COMMESSA RS3H	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.10.0.0.001	REV. A	FOGLIO 64 di 64
-------------------------	------------------	----------------	----------------------------	-----------	--------------------

Si riportano i coefficienti di sfruttamento nelle sezioni notevoli per le verifiche SLV al limite elastico:

SINTESI VERIFICHE SEZIONI NOTEVOLI:							
SL	VERIF	SEZ01	SEZ02	SEZ03	SEZ04	SEZ05	SEZ06
SLV	Med/Mrd	24%	20%	29%	31%	15%	37%

I coefficienti di sfruttamento sono tutti inferiori all'unità e pertanto le verifiche risultano soddisfatte.