

**S.S. 106 "JONICA"**

Lavori di realizzazione dell'asta di collegamento  
in dx idraulica del Torrente Gerace  
tra la SS 106 VAR/B (Svincolo Gerace) e la SS 106 al km 97+050

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CZ311

IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
Ing. Francesco M. LA CAMERA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

**S.T.E.** s.r.l.

Structure and Transport Engineering

Direttore Tecnico  
Ing. E. Moroni  
Ordine Ing. Roma  
N. 10020

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE  
Ing. Francesco M. LA CAMERA

**RKSOJIL** S.p.A.

Direttore Tecnico  
Ing. G. Cassani  
Ordine Ing. Milano  
N. 20997

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Fiorenza PENNINO Ordine Geol. Lombardia N. 1575

**E.D.IN.** s.r.l.  
Società di Ingegneria

Direttore Tecnico  
Ing. G. Grimaldi  
Ordine Ing. Roma  
N. 17703

L'ARCHEOLOGA: Dott.ssa Grazia SAVINO

Elenco MIBACT n. 3856 – archeologa di 1° fascia ai sensi del D.M. 244/2019

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonella PIRROTTA

**Prof. Arch. F. KARRER**

Ordine Arch. Roma  
N. 2097

**VIADOTTI**

**Viadotto Gerace 1**  
**Relazione di calcolo Spalle**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00_VI01_STR_RE02_C			
DPCZ0311	D 20	CODICE ELAB.	T00VI01STRRE02	C	-
C	EMISSIONE PER PROCEDURA VASSVIA	Ottobre 2022	DEL VECCHIO	GRIMALDI	LA CAMERA
B	EMISSIONE A SEGUITO RIESAME INTERMEDIO	Luglio 2022	DEL VECCHIO	GRIMALDI	LA CAMERA
A	PRIMA EMISSIONE	Marzo 2022	DEL VECCHIO	GRIMALDI	LA CAMERA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
	2.1 Normative	7
	2.2 Elaborati di riferimento	7
3	MATERIALI	8
	3.1 Calcestruzzo	8
	3.1.1 Magrone sottofondazione	8
	3.1.2 Pali	8
	3.1.3 Plinti di fondazione	8
	3.1.4 Elevazione spalle	8
	3.2 Acciaio	9
	3.2.1 Acciaio per armatura lenta	9
4	STATI LIMITE	10
	4.1 Stati limite ultimi	10
	4.2 Stati limite d'esercizio	10
	4.2.1 Verifica tensionale	10
	4.2.2 Verifica fessurazione	10
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA	12
	5.1 Asse Nord	12
	5.2 Asse Sud	13
6	MODELLO DI ANALISI E VERIFICA	14
	6.1 Sistemi di riferimento ed unità di misura	18
7	ANALISI DEI CARICHI	19
	7.1 Carichi permanenti strutturali e non strutturali (g1)	19
	7.2 Spinta litostatica del terrapieno	19

---

7.3	Spinta statica della pavimentazione sul terrapieno	20
7.4	Spinta statica del sovraccarico agente sul terrapieno	20
7.5	Carichi orizzontali da traffico su muro paraghiaia(e)	20
7.6	Azione sismica (E)	21
7.6.1	Vita nominale	21
7.6.2	Classe d'uso	22
7.6.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	22
7.6.4	Inquadramento sismico	22
7.6.5	Categoria di sottosuolo	23
7.6.6	Condizioni topografiche	23
7.6.7	Calcolo dell'azione sismica	24
7.6.8	Spinta del terrapieno in condizioni sismiche	25
7.6.9	Spinta della pavimentazione sul terrapieno in condizioni sismiche	26
7.6.10	Spinta del sovraccarico in condizioni sismiche	27
7.6.11	Azioni di inerzia legate alla massa dell'impalcato	27
7.6.12	Azioni di inerzia legate alla massa degli elementi strutturali	27
7.6.13	Azioni di inerzia legate alla massa del terrapieno	29
7.6.14	Azioni di inerzia legate alla massa della pavimentazione terrapieno	30
8	COMBINAZIONI DI CARICO	31
9	VERIFICHE STRUTTURALI	38
10	SPALLA A	42
10.1	Muri	42
10.1.1	Muro frontale	56
10.1.2	Trave paraghiaia	72
10.1.3	Muro andatore	86
10.2	Platea di fondazione	114
10.2.1	Verifica a flessione	115
10.2.2	Verifica a taglio	134
10.2.3	Verifica a taglio-punzonamento	137

10.3 Pali	141
11 SPALLA B	148
11.1 Muri	148
11.1.1 Muro frontale	162
11.1.2 Trave paraghiaia	178
11.1.3 Muro andatore	192
11.2 Platea di fondazione	206
11.2.1 Verifica a flessione	207
11.2.2 Verifica a taglio	226
11.2.3 Verifica a taglio-punzonamento	229
11.3 Pali	233

## 1 PREMESSA

Nell’ambito della progettazione definitiva dei lavori di realizzazione dell’asta di collegamento in dx idraulica del Torrente Gerace tra la SS 106 VAR/B e la SS 106 al km 97+050, è prevista la realizzazione di un viadotto continuo a travata reticolare.

In tale documento è esposto il calcolo strutturale delle spalle e le relative fondazioni.

L’opera è caratterizzata da due viadotti indipendenti affiancati, denominati nel seguito “Asse Nord” e “Asse Sud”.

Nelle immagini seguenti si riporta un inquadramento generale dell’opera.

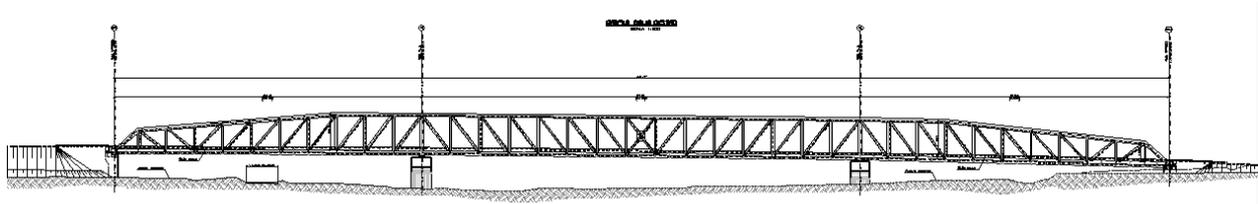


Figura 1 – Prospetto longitudinale del viadotto – Asse Nord

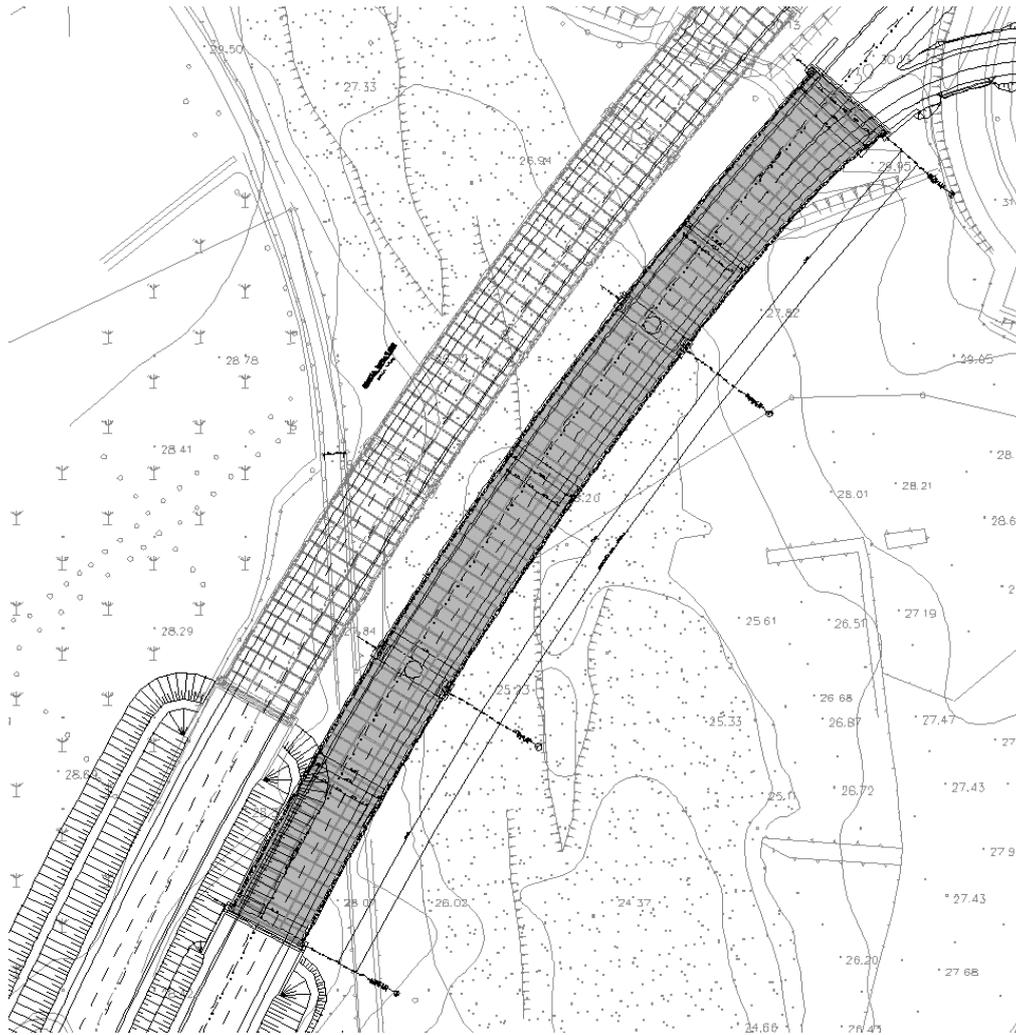


Figura 2 – Vista in pianta del viadotto – Asse Nord

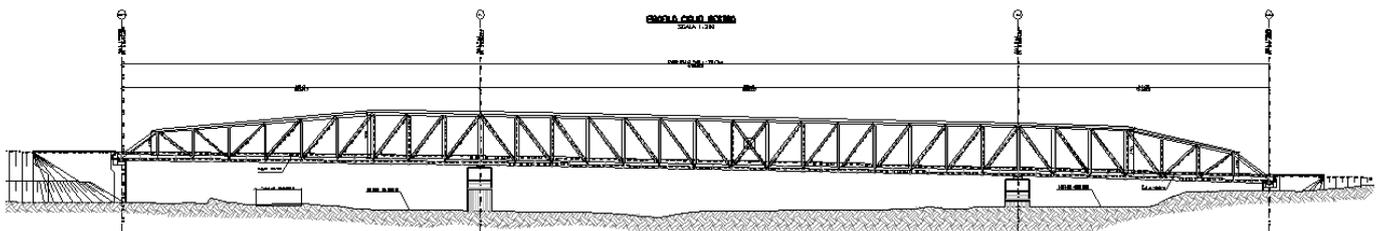


Figura 3 – Prospetto longitudinale del viadotto - Asse Sud

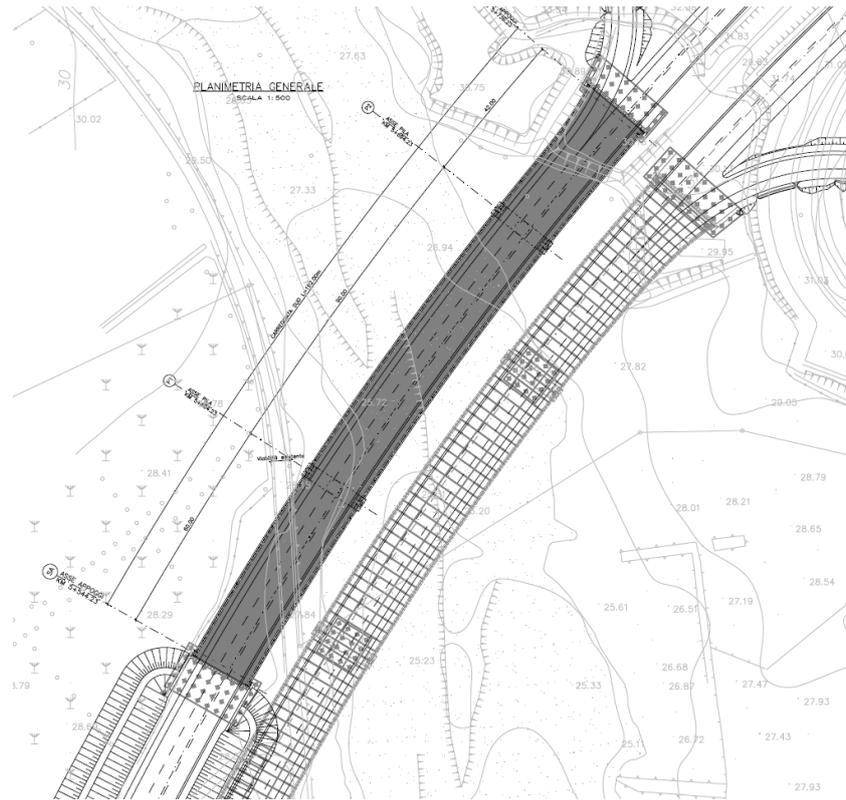


Figura 4 – Vista in pianta del viadotto - Asse Sud

## **2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

### **2.1 Normative**

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- [2] Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- [3] Eurocodice UNI EN 1992-1-1 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – regole generali e regole per gli edifici

### **2.2 Elaborati di riferimento**

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

### 3 MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo

##### 3.1.1 Magrone sottofondazione

Classe del calcestruzzo		C12/15
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	15 N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC0 -

##### 3.1.2 Pali

Classe del calcestruzzo		C25/30
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	30 N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XA2 -
Rapporto massimo acqua/cemento		0.50 -
Classe di consistenza (Slump)		S5 -
Dimensione massima dell'aggregato		32 mm
Copriferro nominale		75 mm
Modulo elastico	$E_{cm} =$	31475 N/mm <sup>2</sup>

##### 3.1.3 Plinti di fondazione

Classe del calcestruzzo		C25/30
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	30 N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XA2 -
Rapporto massimo acqua/cemento		0.50 -
Classe di consistenza (Slump)		S4 -
Dimensione massima dell'aggregato		32 mm
Copriferro nominale		60 mm
Modulo elastico	$E_{cm} =$	31475 N/mm <sup>2</sup>

##### 3.1.4 Elevazione spalle

Classe del calcestruzzo		C32/40
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione		XC4+XD1 -
Rapporto massimo acqua/cemento		0.60 -
Classe di consistenza (Slump)		S4 -
Dimensione massima dell'aggregato		25 mm
Copriferro nominale		45 mm
Modulo elastico	$E_{cm} =$	33346 N/mm <sup>2</sup>

## 3.2 Acciaio

### 3.2.1 Acciaio per armatura lenta

Classe di acciaio		B450	
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	540	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	$f_{yd}$	391.3	N/mm <sup>2</sup>
Sovra-resistenza	$f_{tk} / f_{yk}$	≥1.15	-
Modulo di elasticità	$E_s$	210000	N/mm <sup>2</sup>

## 4 STATI LIMITE

### 4.1 Stati limite ultimi

In coerenza con quanto prescritto nel capitolo 2.6.1 e 2.5.3 delle NTC2018, gli Stati limite ultimi si traducono nel confrontare in modo diretto la domanda amplificata con la capacità decrementata. Coefficienti amplificativi e deamplificativi variano in funzione della tipologia di sollecitazione e di concomitanza, traducendosi in:

$$A_{Ed} \leq A_{Rd}$$

### 4.2 Stati limite d'esercizio

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio, il tasso di lavoro nei materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato.

#### 4.2.1 Verifica tensionale

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, quelli indicati nei paragrafi 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC2018, ovvero:

##### tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara):  $0.60 f_{ck}$
- per combinazione quasi permanente:  $0.45 f_{ck}$

##### tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara):  $0.8 f_{yk}$

#### 4.2.2 Verifica fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Nel caso in esame si considerano condizioni ambientali aggressive per le strutture in elevazione ed ordinarie per quelle di fondazione e le

armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]. In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportata nel prospetto seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wk	Stato limite	wk
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
C	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Per strutture in condizioni ordinarie, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione frequente  $\delta_f \leq w_3 = 0.4 \text{ mm}$
- Combinazione quasi permanente  $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$

Riguardo, infine, il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto "C4.1.2.2.4.5 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

## 5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

### 5.1 Asse Nord

La spalla A è costituita da un muro paraghiaia con spessore pari a 0.40 m e altezza massima pari a 1.85 m; il muro frontale ha spessore pari a 2.00 m e altezza pari a 6.35 m in corrispondenza dell'asse di tracciamento.

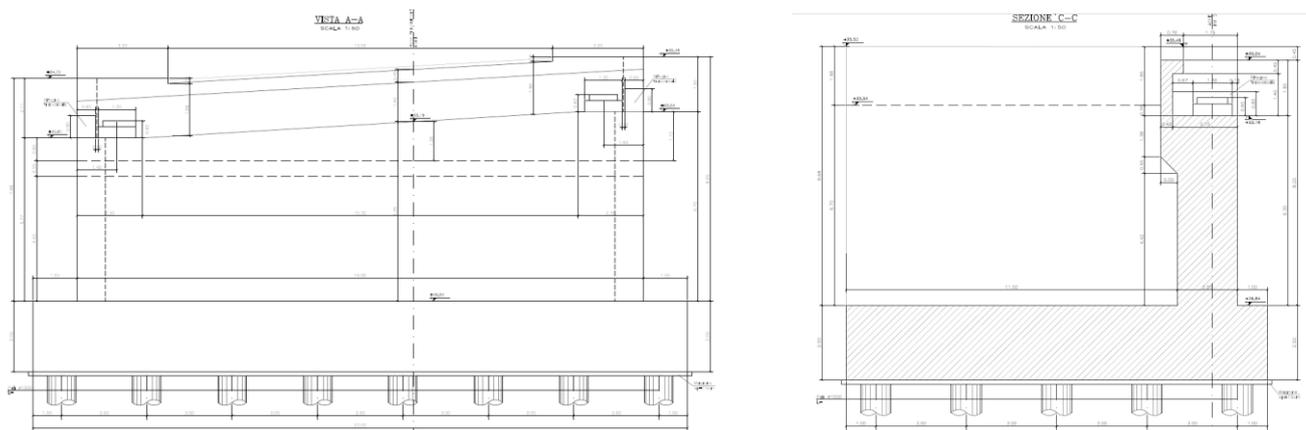


Figura 5 - Prospetto trasversale e sezione longitudinale

La zattera di fondazione ha dimensioni in pianta 23.00 m x 14.00 m e altezza pari a 2.50 m su 40 pali  $\Phi 1000$  L = 30 m.

La spalla B è costituita da un muro paraghiaia con spessore pari a 0.40 m e altezza massima pari a 1.80 m, paramento con spessore pari a 2.55 m e altezza pari a 3.01 m.

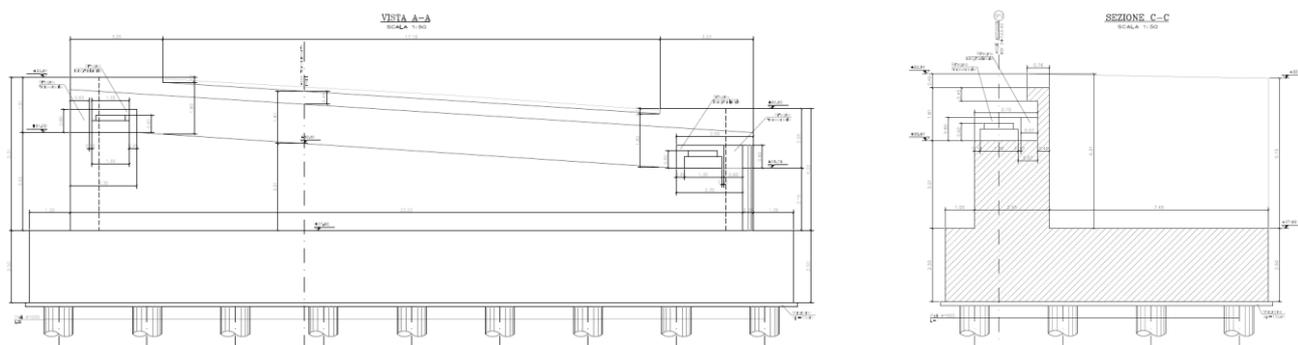


Figura 6 - Prospetto trasversale e sezione longitudinale

La zattera di fondazione ha dimensioni trapezoidali in pianta con base minore 24.61, base maggiore 27.67 e larghezza 11.0 m e altezza pari a 2.50 m su 36 pali  $\Phi 1000$  L = 34 m.

## 5.2 Asse Sud

La spalla A è costituita da un muro paraghiaia con spessore pari a 0.40 m e altezza massima pari a 1.85 m; il muro frontale ha spessore pari a 2.00 m e altezza pari a 8.03 m in corrispondenza dell'asse di tracciamento.

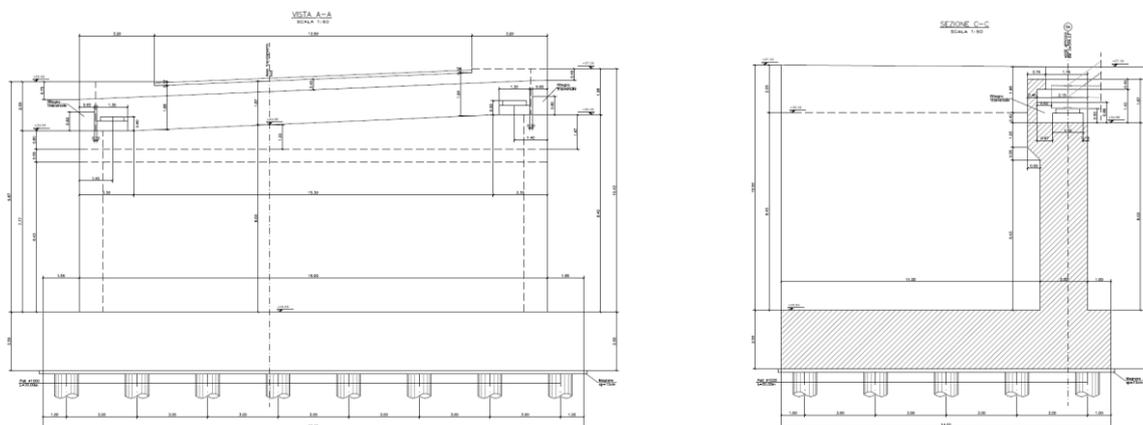


Figura 7 - Prospetto trasversale e sezione longitudinale

La zattera di fondazione ha dimensioni in pianta 23.00 m x 14.00 m e altezza pari a 2.50 m su 40 pali  $\Phi 1000$  L = 30 m.

La spalla B è costituita da un muro paraghiaia con spessore pari a 0.40 m e altezza massima pari a 2.16 m, paramento con spessore pari a 2.55 m e altezza pari a 3.25 m.

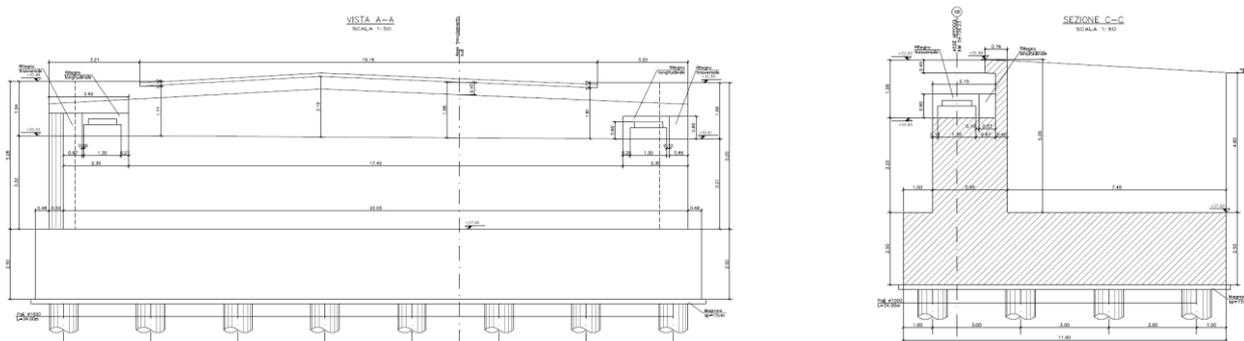


Figura 8 - Prospetto trasversale e sezione longitudinale

La zattera di fondazione ha dimensioni trapezoidali in pianta con base minore 22.76, base maggiore 25.39 e larghezza 11.0 m e altezza pari a 2.50 m su 36 pali  $\Phi 1000$  L = 34 m.

## 6 MODELLO DI ANALISI E VERIFICA

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate mediante l’ausilio di un modello spaziale nel programma di calcolo Midas Civil (v3.2), sviluppato da MIDAS Information Technology Co (1989) e distribuito in Italia da CSPFea. Il software Midas Civil è validato da NAFEMS, Ente internazionale che valida e promuove l’utilizzo dei metodi di simulazione numerica nell’ingegneria, attraverso Regression Test e Benchmark. Prima della commercializzazione è stato inoltre testato attraverso modelli numerici validati con test di laboratorio.

Per entrambe le spalle sono state modellate e verificate le condizioni più critiche; sono state analizzate le spalle dell’asse Sud, in quanto hanno un’altezza dei muri maggiore.

Per la spalla A i muri e la platea di fondazione sono stati modellati attraverso elementi “plate”, con spessore pari a 2.0 m per il muro frontale, 0.4 m per il muro paraghiaia e 2.5 m per la platea. I due muri andatori, invece, hanno uno spessore di 1.0 m per i primi 8.11 m di altezza, e 0.7 m per la parte restante. Tutti gli elementi in elevazione sono stati modellati nel proprio piano medio o con opportuni offset per tener conto di compenetrazioni e delle reali geometrie della struttura.

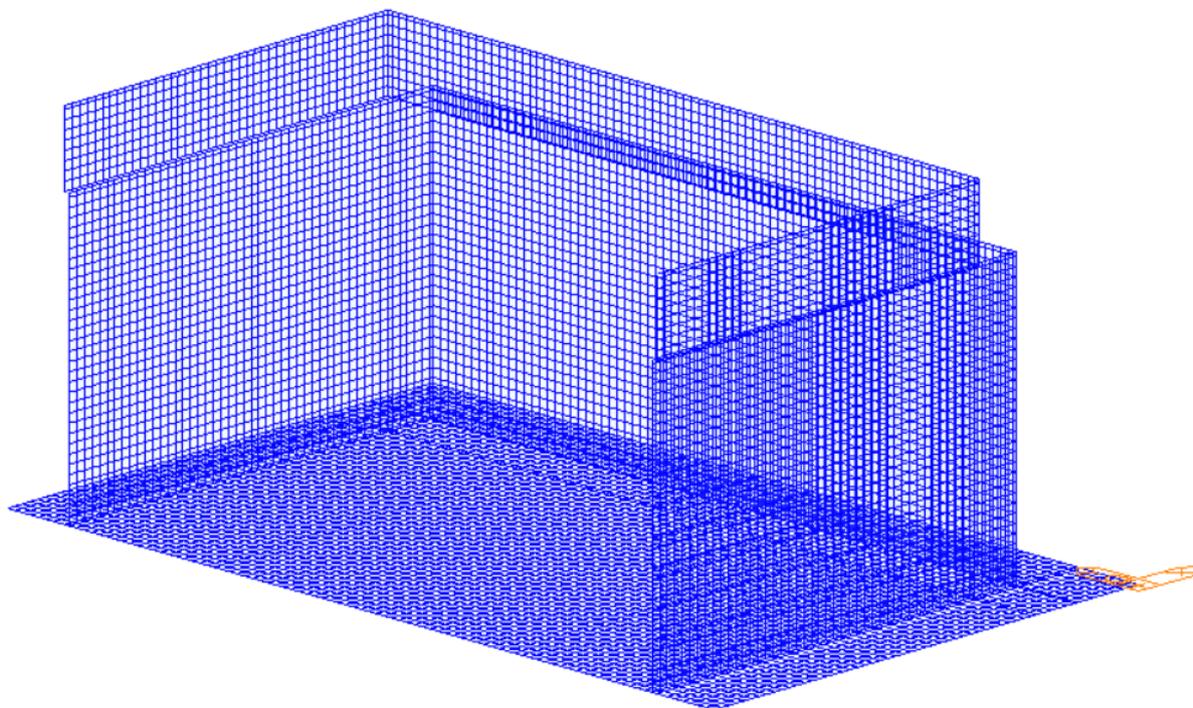


Figura 9 – Vista prospettica del modello della spalla A

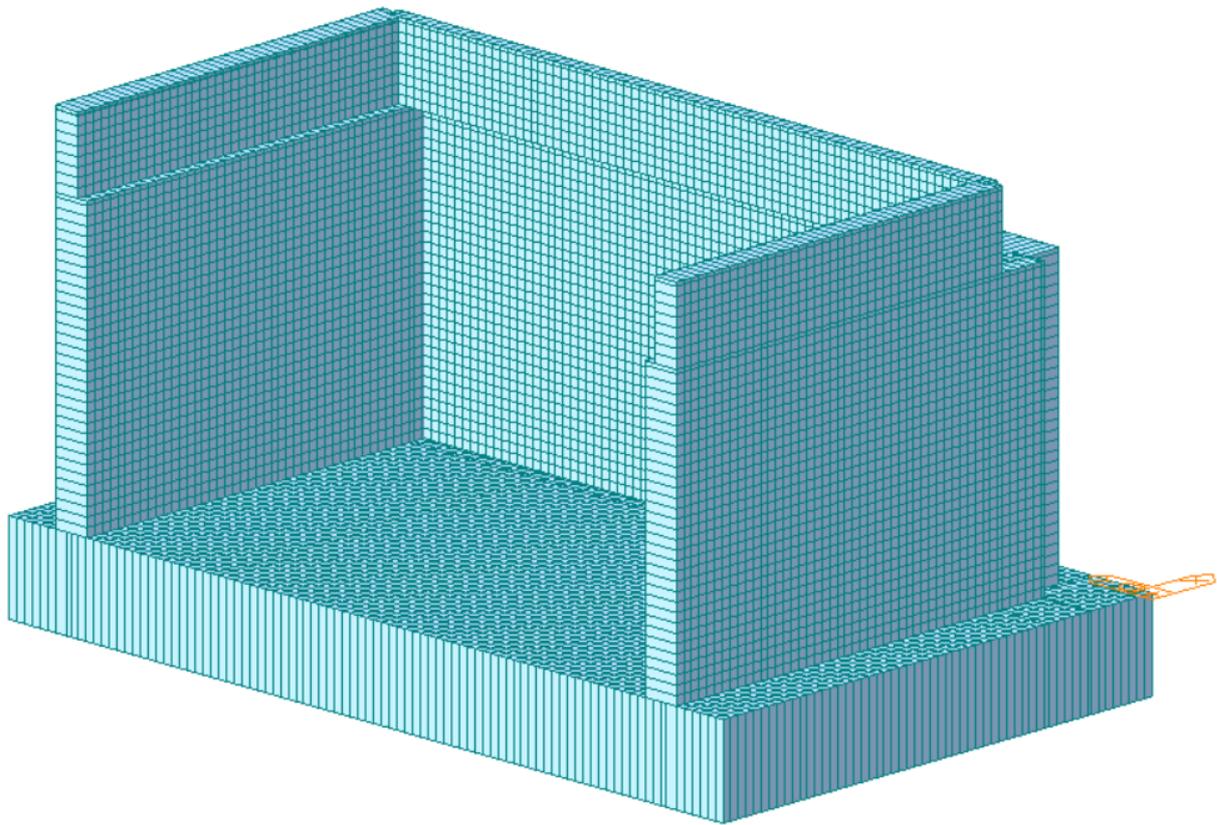


Figura 10 – Vista prospettica estrusa del modello della spalla A

Per la spalla B, invece, i muri e la platea di fondazione sono stati modellati attraverso elementi “plate”, con spessore pari a 2.55 m per il muro frontale, 0.4 m per il muro paraghiaia e 2.5 m per la platea. I due muri andatori, invece, hanno uno spessore di 1.0 m. Tutti gli elementi in elevazione sono stati modellati nel proprio piano medio o con opportuni offset per tener conto di compenetrazioni e delle reali geometrie della struttura.

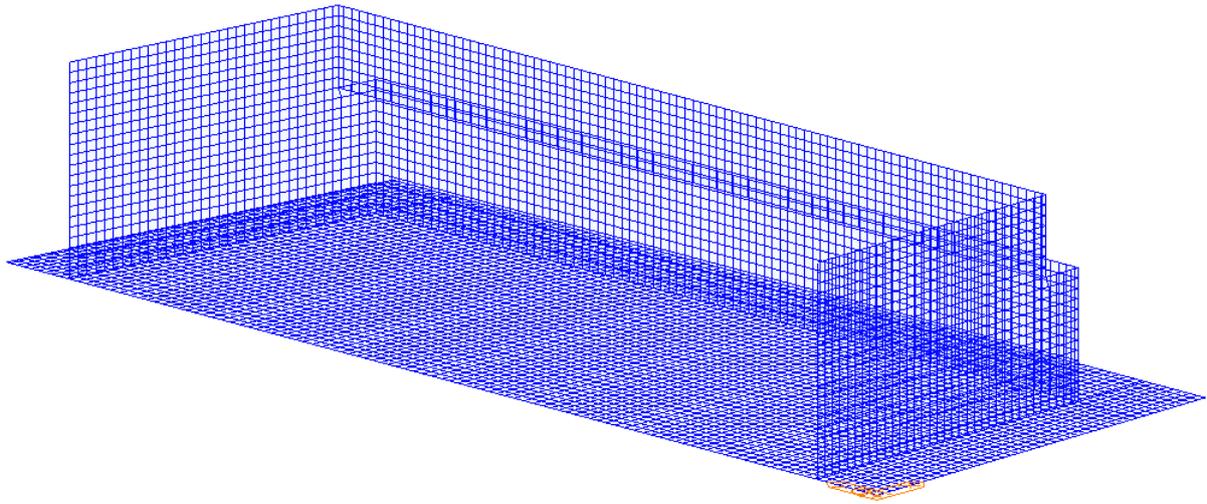


Figura 11 – Vista prospettica del modello della spalla B

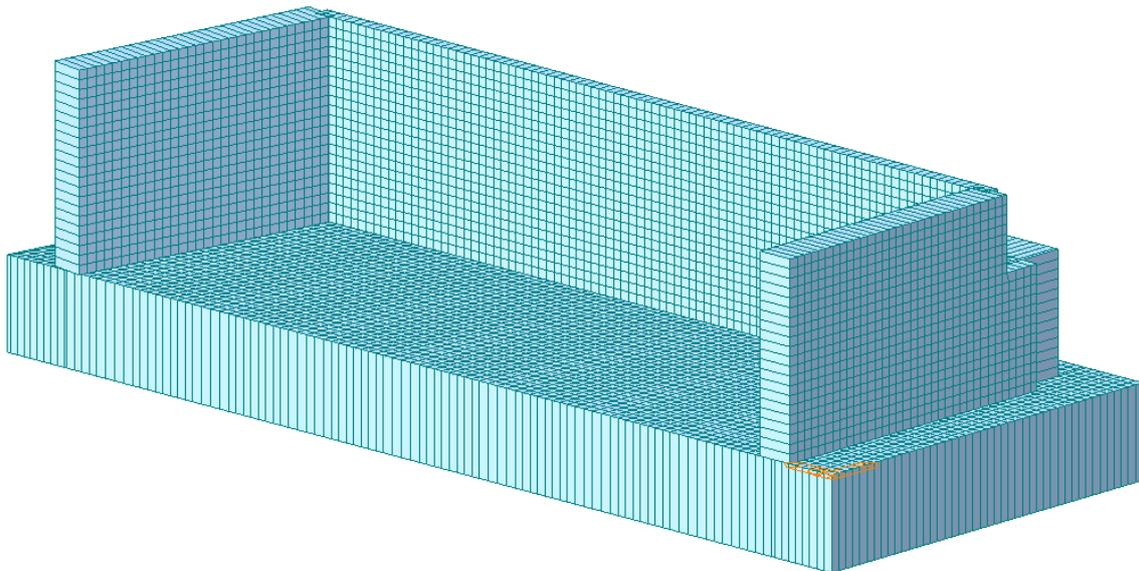


Figura 12 – Vista prospettica estrusa del modello della spalla B

In entrambi i casi, i pali di fondazione non sono stati modellati esplicitamente, ma considerati attraverso vincoli di cerniera posti in corrispondenza dell'intradosso della platea.

Il collegamento dei pali alla platea di fondazione è stato gestito mediante vincoli cinematici di tipo "rigid".

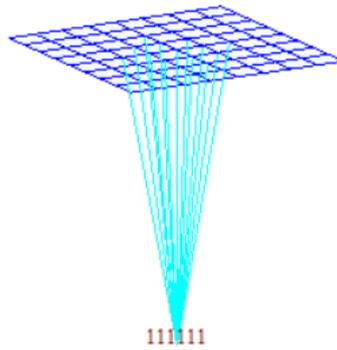


Figura 13 – Collegamento palo – platea

Anche i dispositivi d'appoggio non sono modellati esplicitamente, ma sono rappresentati da nodi collegati al muro frontale attraverso "rigid link" che ripartiscono le azioni applicate su una larghezza pari a quella dei baggioli.

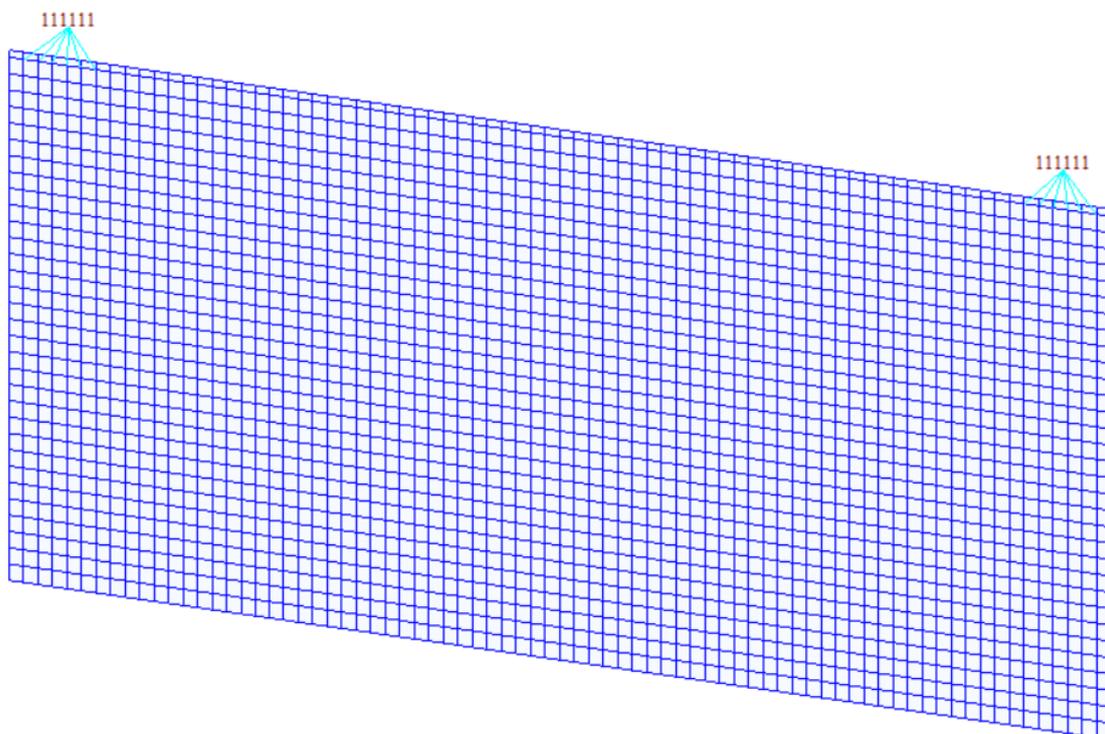


Figura 14 – Collegamento dispositivi d'appoggio-muro frontale

## 6.1 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- Lunghezze [m]
- Forze [kN]

## 7 ANALISI DEI CARICHI

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio, alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento, del sovraccarico accidentale e della pavimentazione, in condizioni sia statiche che sismiche, e le azioni dovute alle forze di inerzia e al peso proprio di tutti gli elementi costituenti le sottostrutture.

### 7.1 Carichi permanenti strutturali e non strutturali (g1)

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati automaticamente dal programma di calcolo Midas Civil utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

Per il terrapieno, invece, si considera un peso di volume di  $19 \text{ kN/m}^3$ , da cui si ottiene un carico ripartito per unità di superficie, applicato nella parte di platea compresa tra il muro frontale e i due muri andatori, pari a  $169.5 \text{ kN/m}^2$  per la spalla A e  $81.5 \text{ kN/m}^2$  per la spalla B.

Si considera inoltre un carico uniformemente distribuito su una superficie di lunghezza pari a quella del terrapieno e larghezza pari a  $13.5 \text{ m}$  per tener conto della presenza della pavimentazione sulla spalla.

Tale carico è ottenuto moltiplicando il peso specifico della pavimentazione per uno spessore assunto pari a  $0.11 \text{ m}$ .

$$q = 24.0 \cdot 0.11 = 2.64 \text{ kN/m}^2$$

### 7.2 Spinta litostatica del terrapieno

Si assume per il terreno a tergo delle spalle un angolo di attrito  $\varphi' = 35^\circ$  ed un peso per unità di volume  $\gamma_T = 19 \text{ kN/m}^3$ .

Nell'ipotesi di spostamenti molto piccoli della struttura rispetto al terreno, la spinta del terrapieno viene valutata sulla base dello stato di riposo:

$$S(z) = k_0 \cdot \gamma_T \cdot z$$

in cui

$k_0 = 1 - \text{sen}\varphi = 0.426$  è il coefficiente di spinta a riposo.

### 7.3 Spinta statica della pavimentazione sul terrapieno

La spinta viene valutata considerando il carico uniformemente distribuito rappresentativo dello strato di pavimentazione al di sopra del terrapieno, descritto nel § 7.1 della presente relazione. Nell'ipotesi di spostamenti molto piccoli della struttura rispetto al terreno, la spinta della pavimentazione viene valutata sulla base dello stato di riposo:

$$S(z) = k_0 \cdot q$$

in cui

$k_0 = 1 - \operatorname{sen}\varphi = 0.426$  è il coefficiente di spinta a riposo.

### 7.4 Spinta statica del sovraccarico agente sul terrapieno

La spinta viene valutata considerando un sovraccarico accidentale di 20 kN/m<sup>2</sup>. Nell'ipotesi di spostamenti molto piccoli della struttura rispetto al terreno, la spinta del sovraccarico accidentale viene valutata sulla base dello stato di riposo:

$$S(z) = k_0 \cdot q$$

in cui

$k_0 = 1 - \operatorname{sen}\varphi = 0.426$  è il coefficiente di spinta a riposo.

### 7.5 Carichi orizzontali da traffico su muro paraghiaia(e)

Secondo quanto previsto al paragrafo C5.1.3.3.5.2 della Circolare 21 gennaio 2019, ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e dei muri laterali, i carichi orizzontali da traffico sui rilevati o sui terrapieni possono essere considerati assenti. Per il calcolo dei muri paraghiaia si deve, invece, considerare un'azione orizzontale longitudinale di frenamento, applicata alla testa del muro paraghiaia, di valore caratteristico pari al 60% del carico asse Q1k. Pertanto, si è considerato un carico orizzontale di 180 kN, concomitante con un carico verticale di 300 kN, collocati nelle posizioni più sfavorevoli al soddisfacimento delle verifiche.

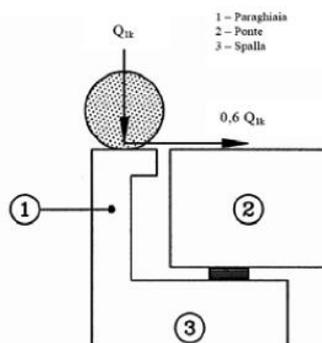


Figura C5.1.1 - Carichi da traffico su muri paraghiaia

## 7.6 Azione sismica (E)

La valutazione dell'azione sismica sulle strutture è stata condotta in osservanza alle prescrizioni contenute nelle NTC2018.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2 delle NTC2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Ai fini dell'attuale normativa l'azione sismica è definita, per ciascuna delle probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $TC^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $TC^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC08.

### 7.6.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Come vita nominale si assume  $V_N = 50$  anni.

### 7.6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso.

Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe IV; il coefficiente d'uso si assume pertanto pari a  $C_U = 2$ .

### 7.6.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 2 = 100 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, sono pari al 5% nel caso dello stato limite di collasso (SLC), al 10% nel caso dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV), al 63 % nel caso dello stato limite di danno (SLD) e all'81% nel caso dello stato limite di operatività (SLO).

In definitiva, ad ogni stato limite può essere associata un'azione sismica di periodo di ritorno pari a:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

### 7.6.4 Inquadramento sismico

Si riportano di seguito le coordinate del sito di progetto:

Long [°] = 16.23523;

Lat [°] = 38.23664.

I parametri per la definizione degli spettri di risposta sono indicati nella tabella seguente:

	$P_{VR}$ [%]	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	81	60	0.073	2.355	0.312
SLD	63	101	0.095	2.363	0.331
SLV	10	949	0.258	2.415	0.395
SLC	5	1950	0.332	2.464	0.422

Tabella 1 – Parametri per la definizione degli spettri di risposta

### 7.6.5 Categoria di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento all'approccio semplificato che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento (tab 3.2.II NTC18):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 2 - Categorie di sottosuolo secondo NTC2018

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s).

In base alle indagini geologico - tecniche effettuate i terreni di fondazione interessati dalle opere oggetto di questa relazione possono essere classificati all'interno della categoria C.

Si assume dunque, in tale fase, un sottosuolo di categoria "C".

### 7.6.6 Condizioni topografiche

Per le condizioni topografiche si fa riferimento alla seguente classificazione (tab 3.2.III NTC18):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3 – Categorie topografiche NTC2018

La morfologia del territorio in cui ricade l'opera, è tale per cui ricade nella categoria topografica T1.

### 7.6.7 Calcolo dell'azione sismica

L'azione sismica viene considerata attraverso un'analisi pseudo-statica. In particolare, le azioni di inerzia in direzione orizzontale sono calcolate come:

$$F_h = k_h \cdot W$$

in cui  $k_h$  è il coefficiente sismico orizzontale:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{max}$  è valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

- $S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ );
- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario, come definito nel § 7.11.6.2.1 delle NTC 2018 in riferimento a muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno.

Per le azioni inerziali in direzione verticale, invece, risulta valida la seguente espressione:

$$F_v = k_v \cdot W$$

dove:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Essendo la massima accelerazione orizzontale attesa al sito pari a  $0.343g$ , si ottengono, per il coefficiente sismico orizzontale e per quello verticale, i seguenti valori:

$$k_h = 0.343$$

$$k_v = 0.172$$

### 7.6.8 Spinta del terrapieno in condizioni sismiche

La spinta esercitata dal terrapieno in condizioni sismiche viene valutata con la teoria di Mononobe-Okabe, considerando il raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite attivo:

$$S_{a,E} = S_a + \Delta S_{a,E}$$

dove  $S_a$  rappresenta la spinta attiva del terreno valutata in condizioni statiche, e  $\Delta S_{a,E}$  l'incremento dovuto all'azione sismica.

In particolare, la spinta attiva in condizioni statiche è:

$$S_a(z) = k_a \cdot \gamma_T \cdot z$$

dove  $k_a$  viene valutato con la formula di Rankine:

$$k_a = \frac{1 - \sin\varphi'}{1 + \sin\varphi'} = 0.271$$

L'espressione di Mononobe-Okabe permette di calcolare direttamente la risultante delle due componenti, che risulta quindi pari a:

$$S_{a,E}(z) = k_{a,E} \cdot \gamma_T \cdot z \cdot (1 \pm k_v)$$

Il coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche viene calcolato come:

$$K_{a,E} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

- $\alpha$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento del muro, pari a 90°;
- $\varphi$  = angolo d'attrito del terrapieno, pari a 35°;
- $\delta$  = angolo d'attrito muro-terreno, pari a 0°;
- $\beta$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno, pari a 0°.

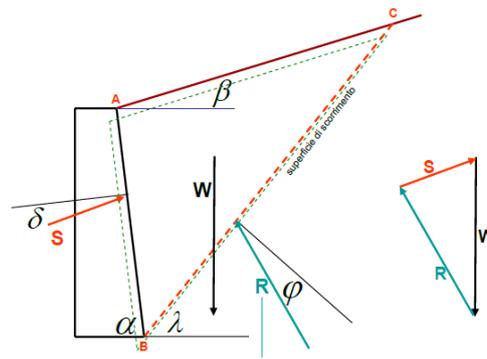


Figura 15 – Parametri per il calcolo del coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche

L'angolo  $\theta$  tiene conto invece della presenza della componente verticale dell'azione sismica:

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Nei calcoli si utilizzano coefficienti di spinta attiva  $k_{a,E+} = 0.472$  e  $k_{a,E-} = 0.598$  per un sisma la cui componente verticale è diretta rispettivamente verso il basso e verso l'alto.

### 7.6.9 Spinta della pavimentazione sul terrapieno in condizioni sismiche

La spinta viene valutata, attraverso l'espressione di Mononobe-Okabe, considerando il carico uniformemente distribuito rappresentativo dello strato di pavimentazione presente al di sopra del terrapieno, nell'ipotesi di raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite attivo:

$$S_{a,E}(z) = k_{a,E} \cdot q \cdot (1 - k_v)$$

in cui:

- $q = 2.64 \text{ kN/m}^2$  è il carico della pavimentazione;
- $k_{a,E+} = 0.472$  è il coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche per la componente verticale del sisma diretta verso il basso;
- $k_{a,E-} = 0.598$  è il coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche per la componente verticale del sisma diretta verso l'alto.

### 7.6.10 Spinta del sovraccarico in condizioni sismiche

La spinta viene valutata, attraverso l'espressione di Mononobe-Okabe, considerando il sovraccarico accidentale, nell'ipotesi di raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite attivo:

$$S_{a,E}(z) = k_{a,E} \cdot q \cdot (1 - k_v)$$

in cui:

- $q = 20.0 \text{ kN/m}^2$  è il carico accidentale da traffico;
- $k_{a,E+} = 0.472$  è il coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche per la componente verticale del sisma diretta verso il basso;
- $k_{a,E-} = 0.598$  è il coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche per la componente verticale del sisma diretta verso l'alto.

### 7.6.11 Azioni di inerzia legate alla massa dell'impalcato

Le azioni inerziali trasmesse dall'impalcato sono dovute alla massa degli elementi strutturali e non strutturali, trasmesse alla spalla dal sistema di vincolo, in questo caso dal sistema di isolamento.

Di conseguenza, per entrambe le spalle si ha:

$$F_{h,long} = 2249.1 \text{ kN}$$

$$F_{h,trasv} = 1916.0 \text{ kN}$$

$$F_v = 810.9 \text{ kN}$$

### 7.6.12 Azioni di inerzia legate alla massa degli elementi strutturali

Le azioni di inerzia degli elementi strutturali sono introdotte nel modello di calcolo come carichi ripartiti per unità di superficie.

In particolare, in direzione orizzontale tali azioni sono calcolate come:

$$p_h = k_h \cdot \gamma_c \cdot t$$

in cui:

- $k_h = 0.343$  è il coefficiente sismico orizzontale;
- $\gamma_c$  è il peso specifico del calcestruzzo, assunto pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ ;
- $t$  è lo spessore dei diversi elementi strutturali costituenti la spalla.

Per la spalla A si ottengono, di conseguenza, i seguenti carichi ripartiti:

$$p_h = 17.2 \text{ kN/m}^2 \text{ per il muro frontale;}$$

$$p_h = 3.4 \text{ kN/m}^2 \text{ per la trave paraghiaia;}$$

$$p_h = 8.6 \text{ kN/m}^2 \text{ per i muri andatori (parte inferiore);}$$

$$p_h = 6.0 \text{ kN/m}^2 \text{ per i muri andatori (parte superiore);}$$

$$p_h = 21.4 \text{ kN/m}^2 \text{ per la platea di fondazione.}$$

Per la spalla B, invece, si ha:

$$p_h = 21.9 \text{ kN/m}^2 \text{ per il muro frontale;}$$

$$p_h = 3.4 \text{ kN/m}^2 \text{ per la trave paraghiaia;}$$

$$p_h = 8.6 \text{ kN/m}^2 \text{ per i muri andatori;}$$

$$p_h = 21.4 \text{ kN/m}^2 \text{ per la platea di fondazione.}$$

In direzione verticale, invece, le azioni inerziali sono calcolate come:

$$p_v = k_v \cdot \gamma_c \cdot t$$

dove  $k_v = 0.172$  è il coefficiente sismico verticale.

Per la spalla A i carichi applicati nel modello sono quindi i seguenti:

$$p_v = 8.6 \text{ kN/m}^2 \text{ per il muro frontale;}$$

$$p_v = 1.7 \text{ kN/m}^2 \text{ per la trave paraghiaia;}$$

$$p_v = 4.3 \text{ kN/m}^2 \text{ per i muri andatori (parte inferiore);}$$

$$p_v = 3.0 \text{ kN/m}^2 \text{ per i muri andatori (parte superiore);}$$

$$p_v = 10.7 \text{ kN/m}^2 \text{ per la platea di fondazione.}$$

Per la spalla B, invece, si ottiene:

$$p_v = 10.8 \text{ kN/m}^2 \text{ per il muro frontale;}$$

$$p_v = 1.7 \text{ kN/m}^2 \text{ per la trave paraghiaia;}$$

$p_v = 4.3 \text{ kN/m}^2$  per i muri andatori;

$p_v = 10.7 \text{ kN/m}^2$  per la platea di fondazione.

### 7.6.13 Azioni di inerzia legate alla massa del terrapieno

La risultante della forza di inerzia in direzione orizzontale viene calcolata come:

$$F_h = k_h \cdot W$$

dove  $W$  è il peso del volume di terreno all'interno del cuneo di spinta attiva.

Le azioni di inerzia legate alla massa del terrapieno sono introdotte nel modello di calcolo come carichi ripartiti per unità di superficie. In particolare, per il sisma in direzione longitudinale la pressione è applicata sulla superficie interna del muro frontale.

Spalla A:

$$p_{long} = 34.2 \text{ kN/m}^2$$

Spalla B:

$$p_{long} = 23.3 \text{ kN/m}^2$$

Per quello in direzione trasversale la pressione è applicata sulla superficie interna del muro andatore.

Spalla A:

$$p_{trasv} = 53.9 \text{ kN/m}^2$$

Spalla B:

$$p_{trasv} = 62.0 \text{ kN/m}^2$$

In direzione verticale, invece, la risultante della forza di inerzia viene calcolata come:

$$F_v = k_v \cdot W$$

dove  $W$  è pari al peso dell'intero terrapieno. Questa azione è introdotta nel modello come un carico verticale per unità di superficie applicato sull'area di platea compresa fra il muro frontale e i due muri andatori. Tale pressione, per le due spalle, risulta quindi pari ai valori di seguito riportati.

Spalla A:

$$p_{vert} = 29.1 \text{ kN/m}^2$$

Spalla B:

$$p_{vert} = 14.1 \text{ kN/m}^2$$

#### **7.6.14 Azioni di inerzia legate alla massa della pavimentazione terrapieno**

La risultante della forza d'inerzia in direzione orizzontale è calcolata come:

$$F_h = k_h \cdot W_b$$

dove  $W_b$  è il peso complessivo della pavimentazione presente sul terrapieno.

Tale azione viene introdotta nel modello come una forza per unità di lunghezza applicata in testa alla trave paraghiaia, per il sisma in direzione longitudinale, ed in testa al muro andatore per il sisma in direzione trasversale.

Spalla A:

$$f_{long} = 7.77 \text{ kN/m}$$

$$f_{trasv} = 12.24 \text{ kN/m}$$

Spalla B:

$$f_{long} = 5.43 \text{ kN/m}$$

$$f_{trasv} = 14.49 \text{ kN/m}$$

## 8 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini del dimensionamento e delle verifiche degli elementi strutturali agli stati limite sono state utilizzate le combinazioni delle azioni definite nel capitolo 2.5.3 delle NTC2018 che si richiamano nel seguito:

Combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_{Q1}Q_{K1} + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_{K2} + \gamma_{Q3}\psi_{03}Q_{K3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (SLE):

$$G_1 + G_2 + Q_{K1} + \psi_{02}Q_{K2} + \psi_{03}Q_{K3} + \dots$$

Combinazione frequente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{11}Q_{K1} + \psi_{22}Q_{K2} + \psi_{23}Q_{K3} + \dots$$

Combinazione quasi-permanente (SLE):

$$G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_{K1} + \psi_{22}Q_{K2} + \psi_{23}Q_{K3} + \dots$$

Combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_{K1} + \psi_{22}Q_{K2} + \psi_{23}Q_{K3} + \dots$$

Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza ed i coefficienti di combinazione per le azioni variabili adoperati nella progettazione delle strutture da ponte (paragrafo 5.1.3.14 delle NTC2018).

Nel calcolo della struttura si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

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

<sup>(2)</sup> 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.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Per le opere di luce maggiore di 300 m è possibile modificare i coefficienti indicati in tabella previa autorizzazione del Servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sentito lo stesso Consiglio.

Per quanto riguarda le azioni da traffico, gli effetti dei carichi verticali vengono sempre combinati con quelli derivanti dai carichi orizzontali, adottando i coefficienti riportati nella tabella seguente (tab 5.1.IV DM 17/01/2018).

In particolare, per ogni gruppo viene individuata un'azione dominante che verrà considerata per intero; le altre azioni vengono considerate con coefficienti di combinazione minori o uguali ad 1.

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti pedonali  
 (\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
 (\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione ed inversione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e quindi, delle verifiche strutturali.

	SLU_1	SLU_2	SLU_3	SLU_4	SLU_5	SLU_6	SLU_7	SLU_8
PP	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
SPINTA TERRENO	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
SPINTA PAVIMENTAZIONE	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPINTA SOVRACCARICO	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1-kv)								
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1-kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1-kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1-kv)								
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1+kv)								
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1+kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1+kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1+kv)								
INERZIA SPALLA X								
INERZIA SPALLA Y								
INERZIA SPALLA Z+								
INERZIA SPALLA Z-								
INERZIA TERRA X								
INERZIA TERRA Y								
INERZIA TERRA Z+								
INERZIA TERRA Z-								
INERZIA PAVIMENTAZIONE X								
INERZIA PAVIMENTAZIONE Y								
PP TERRENO	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PP PAVIMENTAZIONE	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
PP SOVRACCARICO	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125
SPINTA ATTIVA TERRENO								
PERMANENTI IMPALCATO	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERMANENTI NON STRUT IMPALCATO	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
CARICHI MOBILI KK Nmax	1.35							
CARICHI MOBILI KK Nmin		1.35						
CARICHI MOBILI KK M1max			1.35					
CARICHI MOBILI KK M1min				1.35				
CARICHI MOBILI FQ Nmax					1.35	1.35		
CARICHI MOBILI FQ Nmin								
CARICHI MOBILI FQ M1max							1.35	1.35
CARICHI MOBILI FQ M1min								
FRENATURA +					1.35			
FRENATURA -						1.35		
AZIONE CENTRIFUGA							1.35	
VENTO PONTE CARICO	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5
INERZIA IMPALCATO X								
INERZIA IMPALCATO Y								
INERZIA IMPALCATO Z+								
INERZIA IMPALCATO Z-								
RESISTENZE PARASSITE PERM	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
RESISTENZE PARASSITE MOBILI	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.0125	

	Ex+0.3Ey+0.3 Ez-	Ex+0.3Ey+0.3 Ez+	Ey+0.3Ex+0.3Ez-	Ey+0.3Ex+0.3Ez+	Ez-+0.3Ex+0.3Ey	Ez++0.3Ex+0.3Ey
PP	1	1	1	1	1	1
SPINTA TERRENO						
SPINTA PAVIMENTAZIONE						
SPINTA SOVRACCARICO						
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1-kv)	1		0.3		0.3	
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1-kv)	0.3		1		0.3	
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1-kv)	1		0.3		0.3	
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1-kv)	0.3		1		0.3	
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1+kv)		1		0.3		0.3
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1+kv)		0.3		1		0.3
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1+kv)		1		0.3		0.3
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1+kv)		0.3		1		0.3
INERZIA SPALLA X	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
INERZIA SPALLA Y	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3
INERZIA SPALLA Z+	0.3		0.3		1	
INERZIA SPALLA Z-		0.3		0.3		1
INERZIA TERRA X	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
INERZIA TERRA Y	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3
INERZIA TERRA Z+	0.3		0.3		1	
INERZIA TERRA Z-		0.3		0.3		1
INERZIA PAVIMENTAZIONE X	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
INERZIA PAVIMENTAZIONE Y	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3
PP TERRENO	1	1	1	1	1	1
PP PAVIMENTAZIONE	1	1	1	1	1	1
PP SOVRACCARICO						
SPINTA ATTIVA TERRENO	1	1	1	1	1	1
PERMANENTI IMPALCATO	1	1	1	1	1	1
PERMANENTI NON STRUT IMPALCATO	1	1	1	1	1	1
CARICHI MOBILI KK Nmax						
CARICHI MOBILI KK Nmin						
CARICHI MOBILI KK M1max						
CARICHI MOBILI KK M1min						
CARICHI MOBILI FQ Nmax						
CARICHI MOBILI FQ Nmin						
CARICHI MOBILI FQ M1max						
CARICHI MOBILI FQ M1min						
FRENATURA +						
FRENATURA -						
AZIONE CENTRIFUGA						
VENTO PONTE CARICO						
INERZIA IMPALCATO X	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
INERZIA IMPALCATO Y	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3
INERZIA IMPALCATO Z+	0.3		0.3		1	
INERZIA IMPALCATO Z-		0.3		0.3		1
RESISTENZE PARASSITE PERM	1	1	1	1	1	1
RESISTENZE PARASSITE MOBILI						

	SLE rara_1	SLE rara_2	SLE rara_3	SLE rara_4	SLE rara_5	SLE rara_6	SLE rara_7	SLE rara_8
PP	1	1	1	1	1	1	1	1
SPINTA TERRENO	1	1	1	1	1	1	1	1
SPINTA PAVIMENTAZIONE	1	1	1	1	1	1	1	1
SPINTA SOVRACCARICO	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1-kv)								
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1-kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1-kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1-kv)								
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1+kv)								
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1+kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1+kv)								
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1+kv)								
INERZIA SPALLA X								
INERZIA SPALLA Y								
INERZIA SPALLA Z+								
INERZIA SPALLA Z-								
INERZIA TERRA X								
INERZIA TERRA Y								
INERZIA TERRA Z+								
INERZIA TERRA Z-								
INERZIA PAVIMENTAZIONE X								
INERZIA PAVIMENTAZIONE Y								
PP TERRENO	1	1	1	1	1	1	1	1
PP PAVIMENTAZIONE	1	1	1	1	1	1	1	1
PP SOVRACCARICO	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
SPINTA ATTIVA TERRENO								
PERMANENTI IMPALCATO	1	1	1	1	1	1	1	1
PERMANENTI NON STRUT IMPALCATO	1	1	1	1	1	1	1	1
CARICHI MOBILI KK Nmax	1							
CARICHI MOBILI KK Nmin		1						
CARICHI MOBILI KK M1max			1					
CARICHI MOBILI KK M1min				1				
CARICHI MOBILI FQ Nmax					1	1		
CARICHI MOBILI FQ Nmin								
CARICHI MOBILI FQ M1max							1	1
CARICHI MOBILI FQ M1min								
FRENATURA +					1			
FRENATURA -						1		
AZIONE CENTRIFUGA							1	
VENTO PONTE CARICO	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1
INERZIA IMPALCATO X								
INERZIA IMPALCATO Y								
INERZIA IMPALCATO Z+								
INERZIA IMPALCATO Z-								
RESISTENZE PARASSITE PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
RESISTENZE PARASSITE MOBILI	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75

	SLE frequente_1	SLE frequente_2	SLE frequente_3	SLE frequente_4	SLE quasi permanente
PP	1	1	1	1	1
SPINTA TERRENO	1	1	1	1	1
SPINTA PAVIMENTAZIONE	1	1	1	1	1
SPINTA SOVRACCARICO	0.75	0.75	0.75	0.75	
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1-kv)					
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1-kv)					
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1-kv)					
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1-kv)					
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO X (1+kv)					
SOVRASPINTA SISMICA TERRENO Y_SX (1+kv)					
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE X (1+kv)					
SPINTA SISMICA PAVIMENTAZIONE Y (1+kv)					
INERZIA SPALLA X					
INERZIA SPALLA Y					
INERZIA SPALLA Z+					
INERZIA SPALLA Z-					
INERZIA TERRA X					
INERZIA TERRA Y					
INERZIA TERRA Z+					
INERZIA TERRA Z-					
INERZIA PAVIMENTAZIONE X					
INERZIA PAVIMENTAZIONE Y					
PP TERRENO	1	1	1	1	1
PP PAVIMENTAZIONE	1	1	1	1	1
PP SOVRACCARICO	0.75	0.75	0.75	0.75	
SPINTA ATTIVA TERRENO					
PERMANENTI IMPALCATO	1	1	1	1	1
PERMANENTI NON STRUT IMPALCATO	1	1	1	1	1
CARICHI MOBILI KK Nmax					
CARICHI MOBILI KK Nmin					
CARICHI MOBILI KK M1max					
CARICHI MOBILI KK M1min					
CARICHI MOBILI FQ Nmax	1				
CARICHI MOBILI FQ Nmin		1			
CARICHI MOBILI FQ M1max			1		
CARICHI MOBILI FQ M1min				1	
FRENATURA +					
FRENATURA -					
AZIONE CENTRIFUGA					
VENTO PONTE CARICO					
INERZIA IMPALCATO X					
INERZIA IMPALCATO Y					
INERZIA IMPALCATO Z+					
INERZIA IMPALCATO Z-					
RESISTENZE PARASSITE PERM	1	1	1	1	1
RESISTENZE PARASSITE MOBILI	0.75	0.75	0.75	0.75	

## 9 VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano di seguito le verifiche dei singoli elementi strutturali di entrambe le spalle. Al fine di garantire una corretta interpretazione dei risultati delle analisi condotte si illustrano di seguito le convenzioni relative ai segni delle caratteristiche della sollecitazione interna caratterizzanti gli elementi "plate".

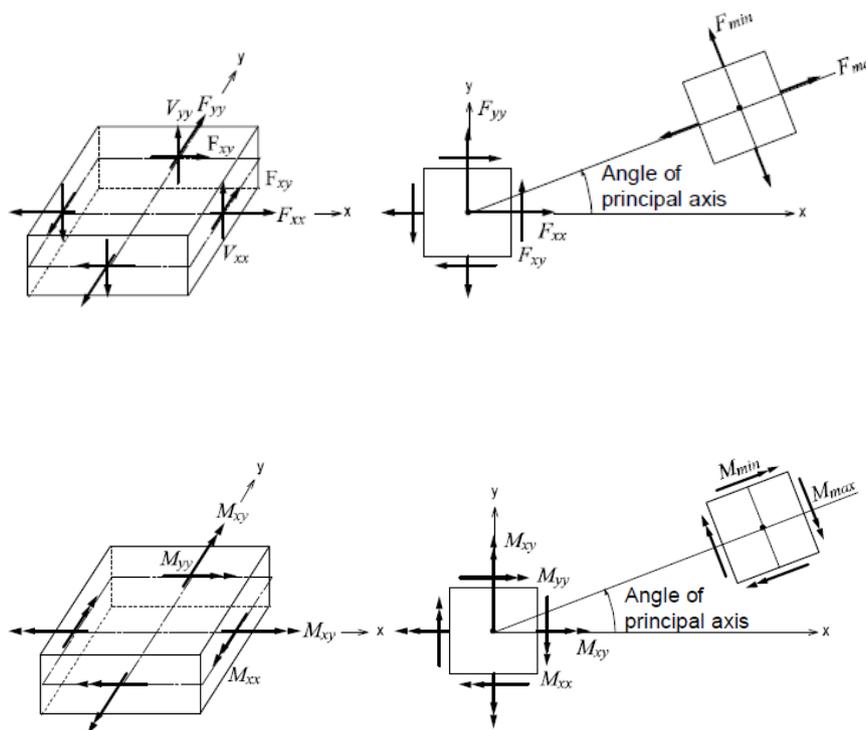


Figura 16 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

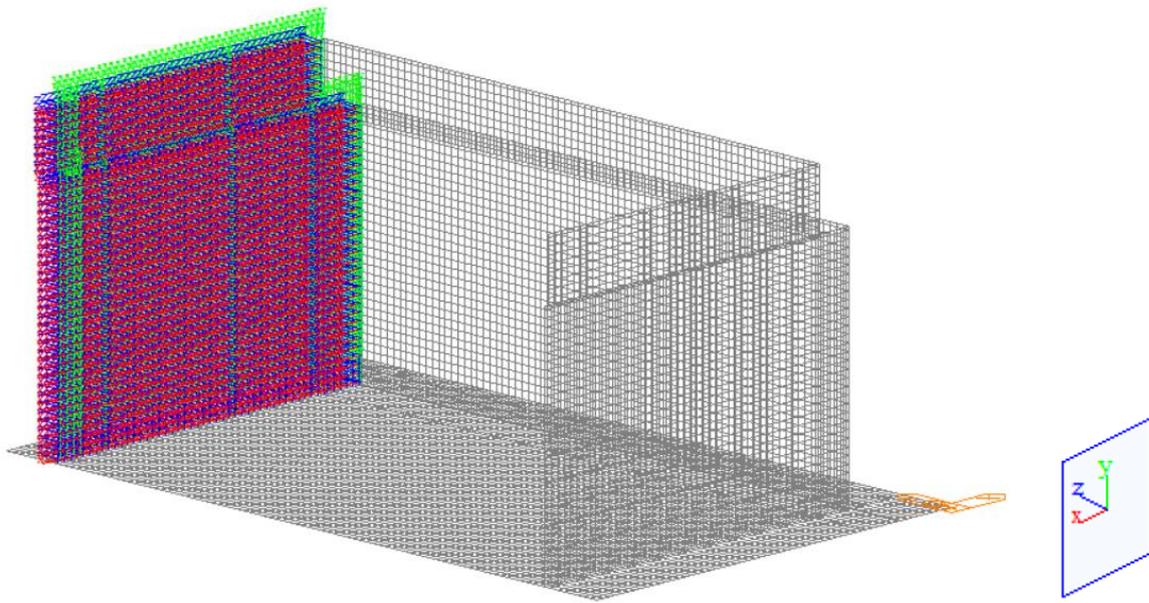


Figura 17 – Assi locali per i muri andatori – Spalla A

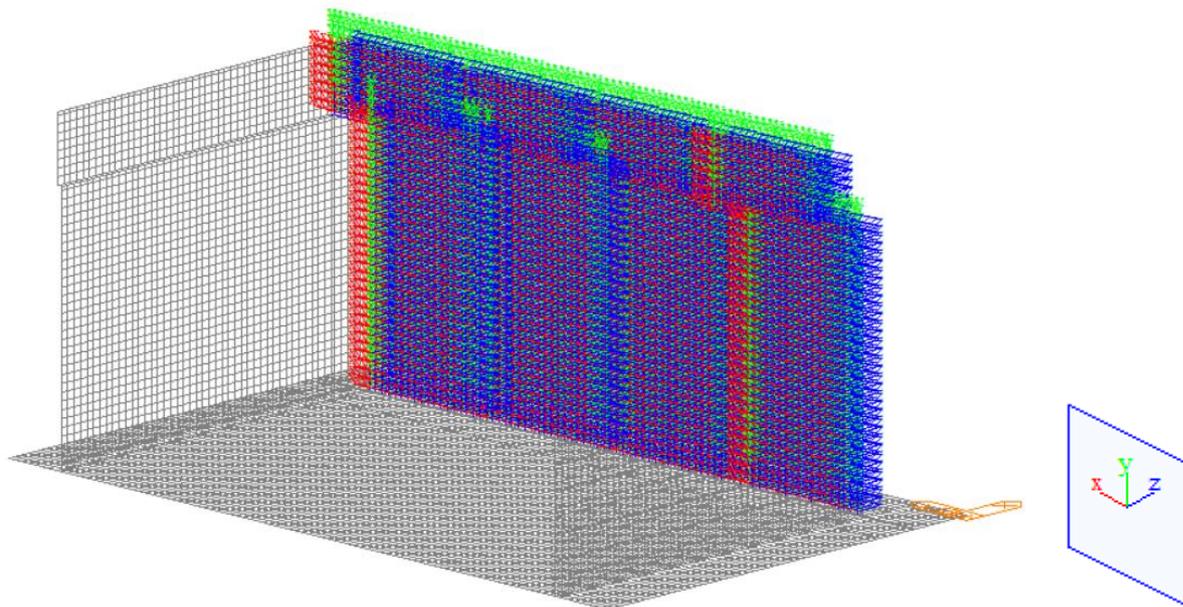


Figura 18 – Assi locali per il muro frontale e il muro paraghiaia – Spalla A

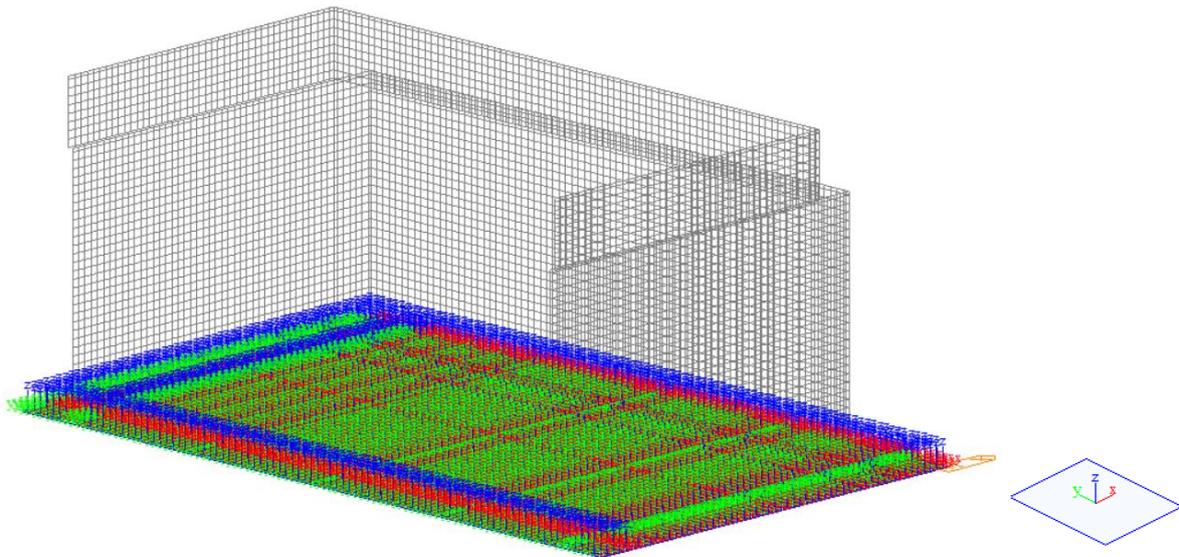


Figura 19 – Assi locali per gli elementi della platea di Fondazione – Spalla A

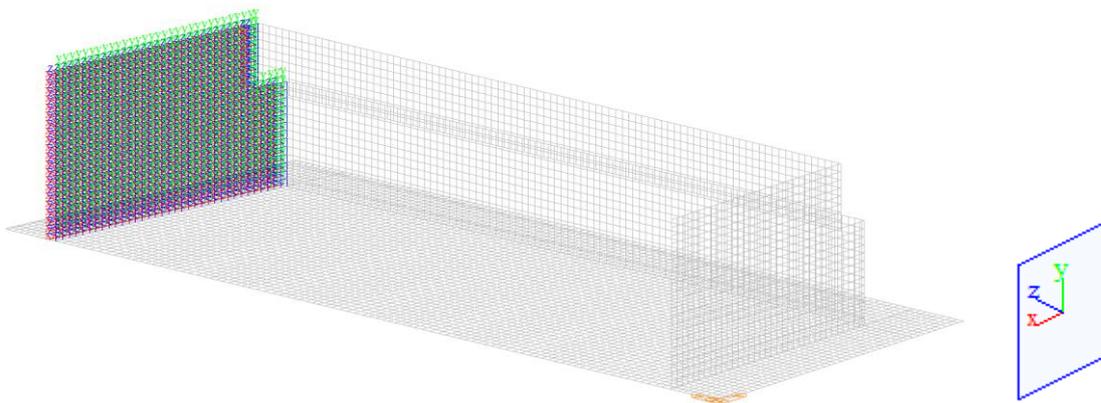


Figura 20 – Assi locali per i muri andatori – Spalla B

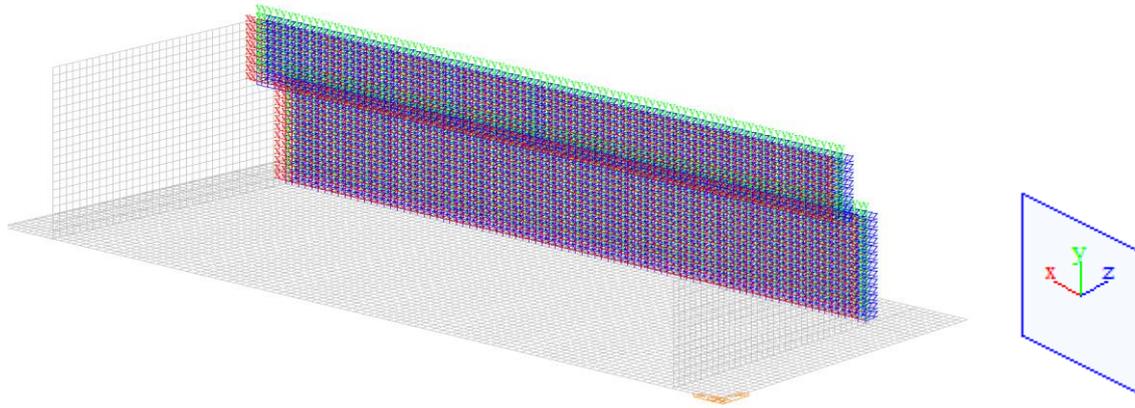


Figura 21 – Assi locali per il muro frontale e il muro paraghiaia – Spalla B

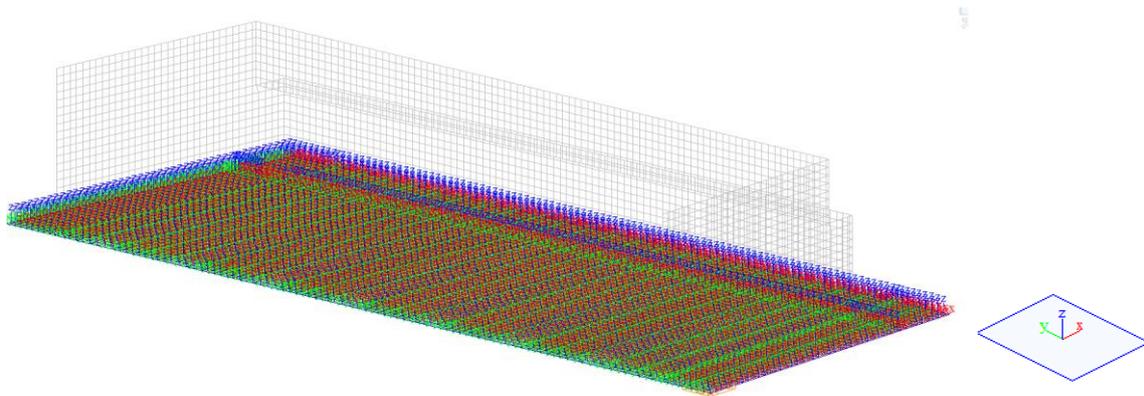


Figura 22 – Assi locali per gli elementi della platea di Fondazione – Spalla B

## 10 SPALLA A

### 10.1 Muri

Le verifiche dei muri sono state condotte con riferimento ad elementi omogenei (per spessore ed armatura) soggetti a sforzo normale, momento flettente e taglio. A tal proposito sono state definite delle section-cut, ossia delle linee di integrazione delle caratteristiche della sollecitazione interna che rappresentano le tracce del piano medio degli elementi nel piano in cui si effettuano le verifiche.

Il singolo elemento è stato verificato a pressoflessione retta, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.2.4 del DM 2018 e a taglio, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.5 della medesima normativa. Tale procedimento consente di valutare la capacità resistente locale dell'elemento, trascurando, a vantaggio di sicurezza, la capacità di ridistribuire le sollecitazioni.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in assenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \left[ 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}$$

$d$  è l'altezza utile della sezione

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ( $\leq 0.02$ )

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \cdot f_{cd}$ )

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm)

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in presenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rsd}; V_{Rcd} \}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{t} \cdot f_{yd} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) \cdot \text{sen}\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \frac{A_{sw}}{t} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) / (1 + \cot g^2\theta)$$

dove:

$\theta$  è l'angolo di inclinazione del puntone compresso  $1 \leq \cot g\theta \leq 2.5$

$A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale

$s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta  $f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$

$\alpha_c = 1$  per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$  per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25f_{cd}$

$1.25$  per  $0.25f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5f_{cd}$

$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$  per  $0.5f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

A favore di sicurezza non si è considerato il contributo benefico della compressione, ed il coefficiente  $\alpha_c$  è stato assunto sempre pari a 1.

Per gli elementi in questione è stato considerato un comportamento non dissipativo.

Nel modello sono state considerate delle section-cut, sia in direzione verticale che in direzione orizzontale, al fine di determinare le sollecitazioni indotte dalle combinazioni di carico descritte nel paragrafo 6 della presente relazione. La posizione di tutte le section-cut è stata definita tenendo conto degli spessori reali dei muri e della platea di fondazione.

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale delle sezioni in oggetto vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

Si riportano, nelle figure seguenti, i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione interna relativi agli involucri delle combinazioni di carico considerate.

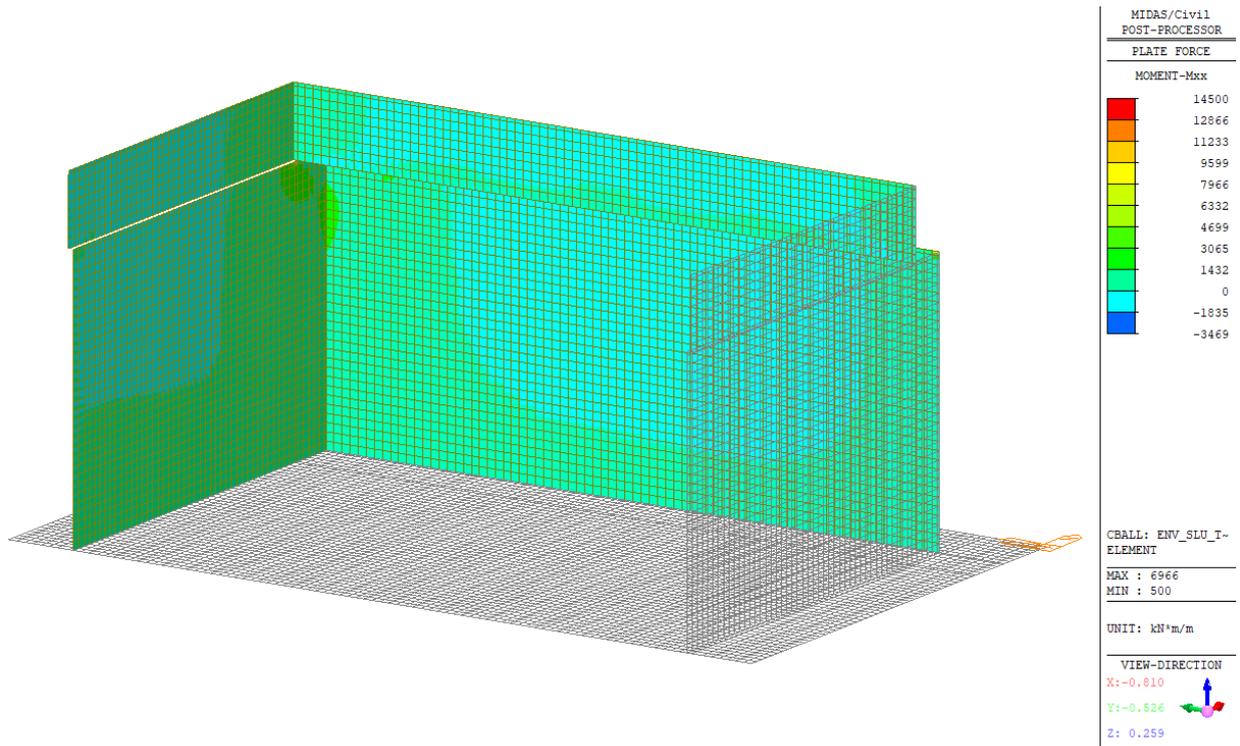


Figura 23 – Inviluppo SLU - Mxx

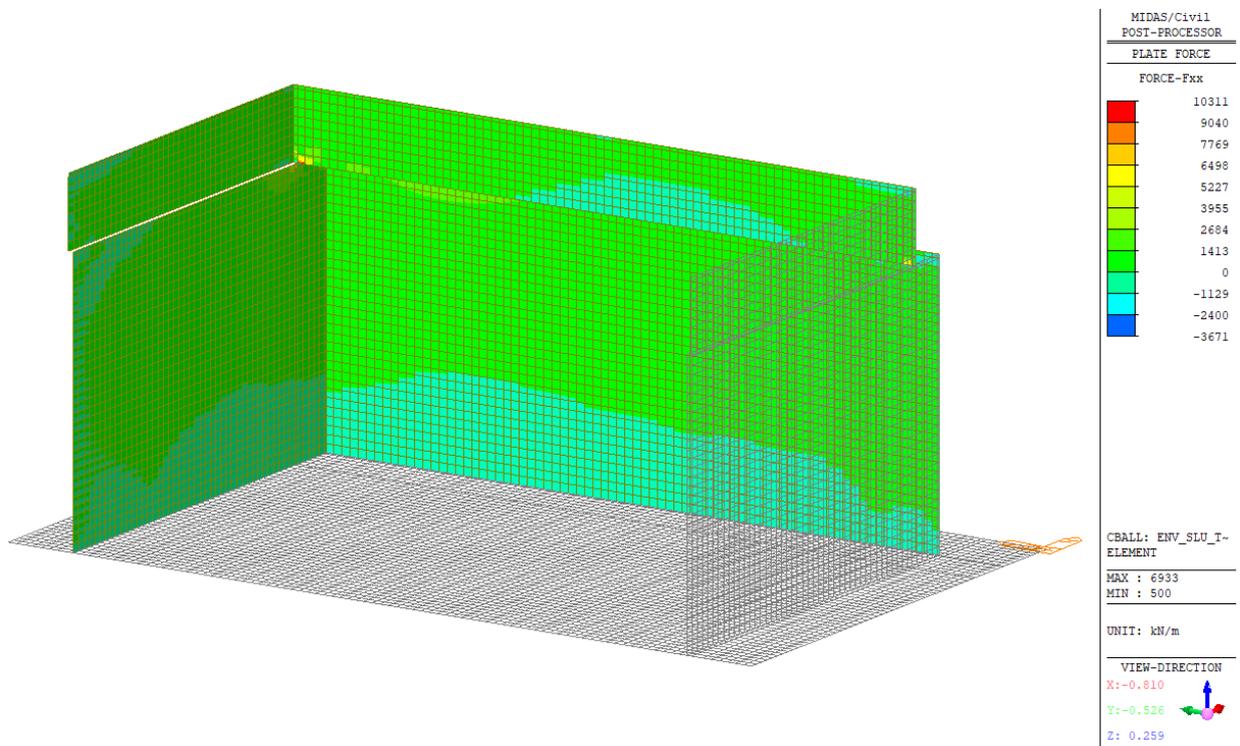


Figura 24 – Inviluppo SLU - Fxx

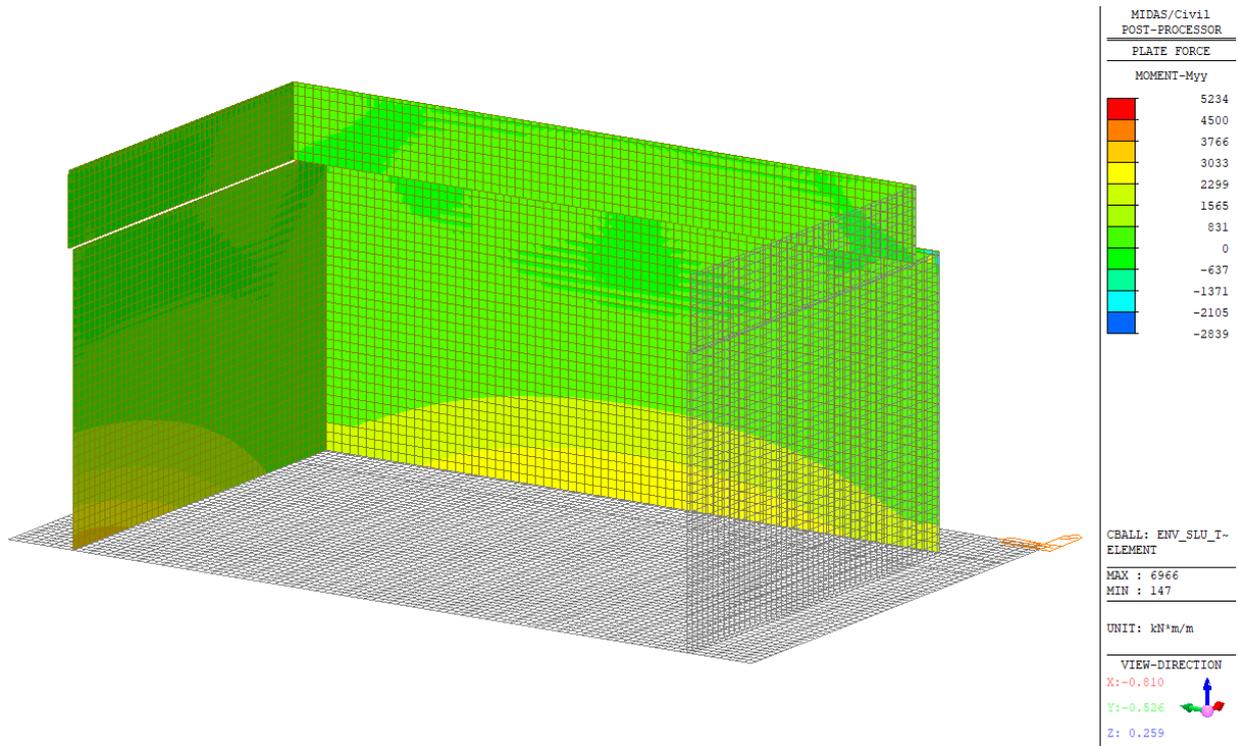


Figura 25 – Inviluppo SLU - Myy

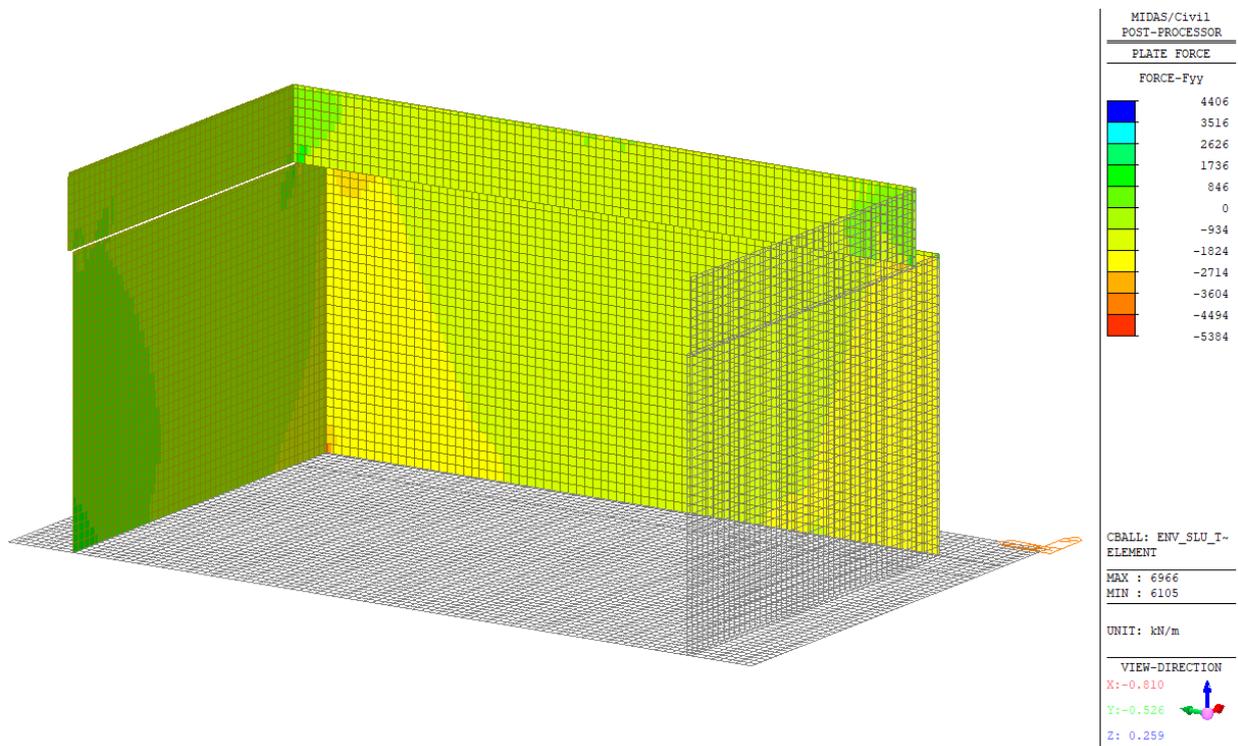


Figura 26 – Inviluppo SLU - Fyy

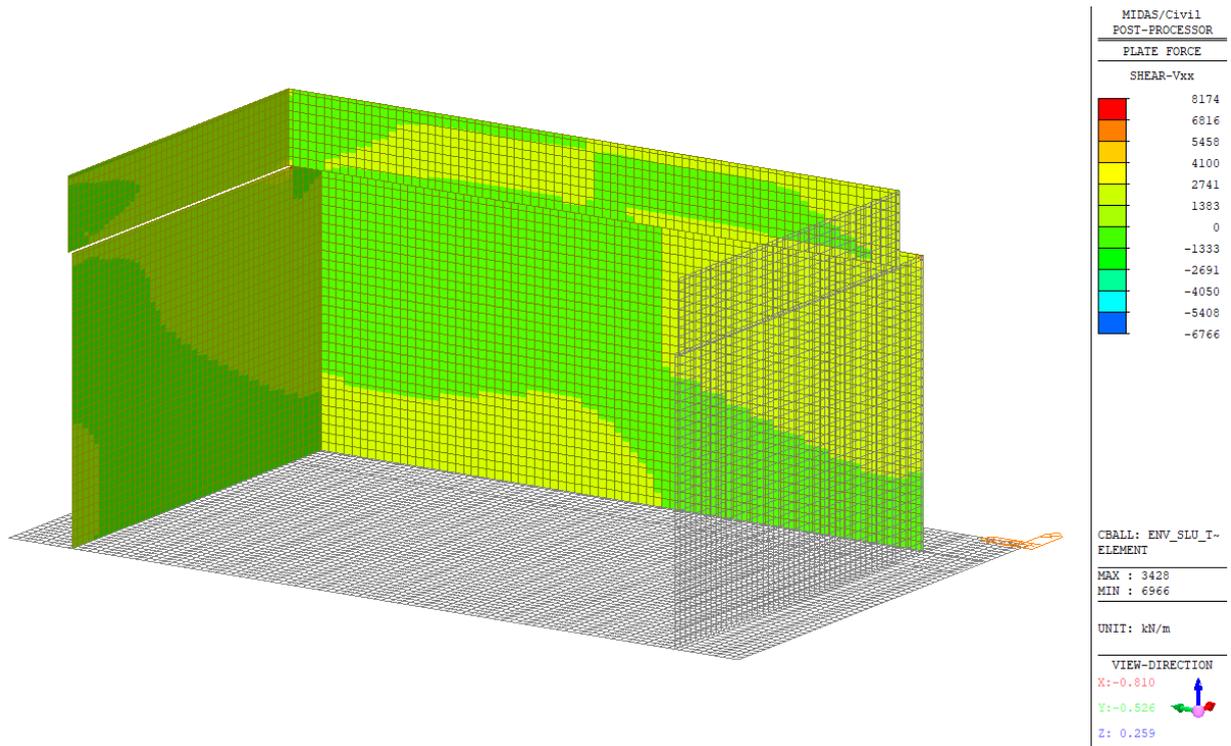


Figura 27 – Involuppo SLU - Vxx

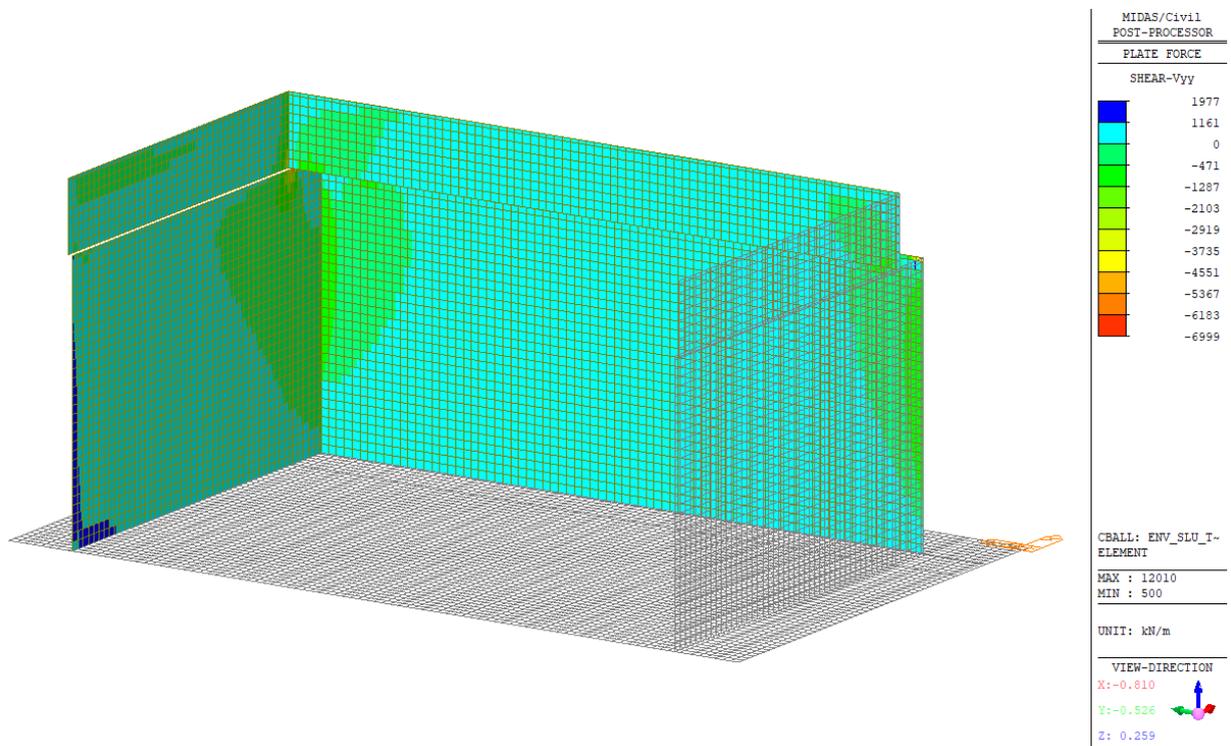


Figura 28 – Involuppo SLU - Vyy

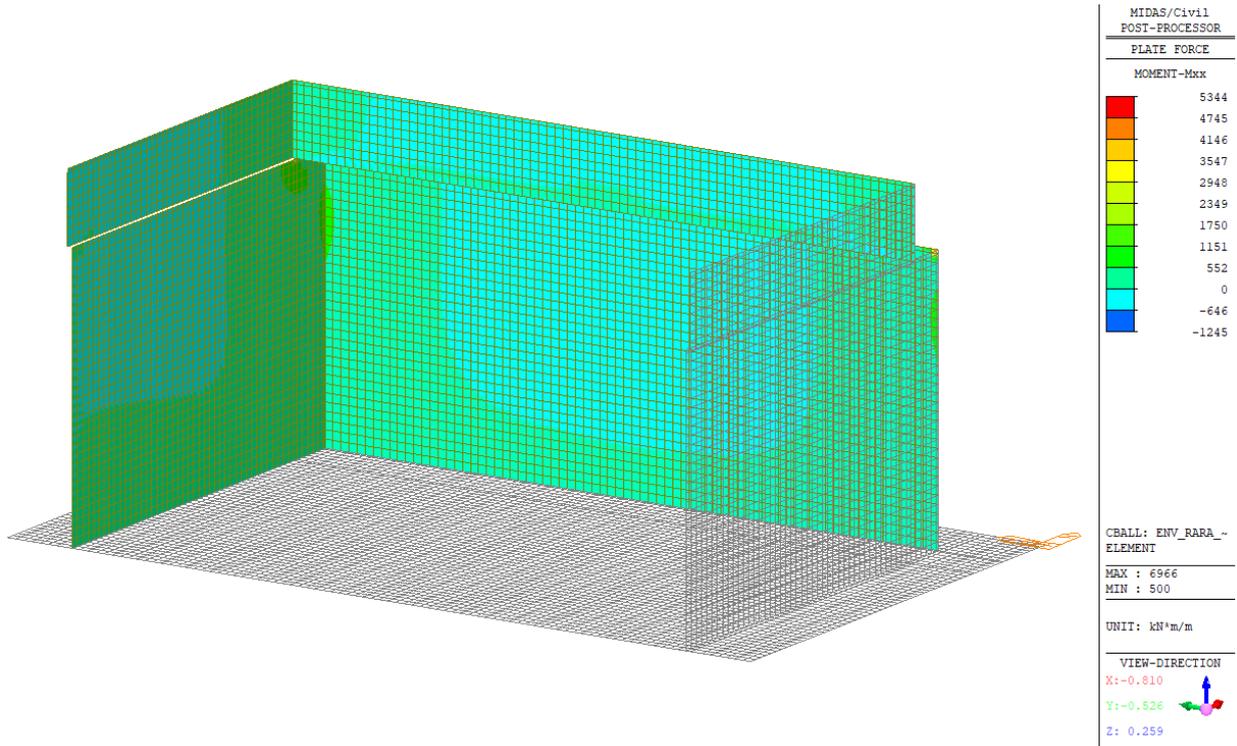


Figura 29 – Involuppo SLE Rara - Mxx

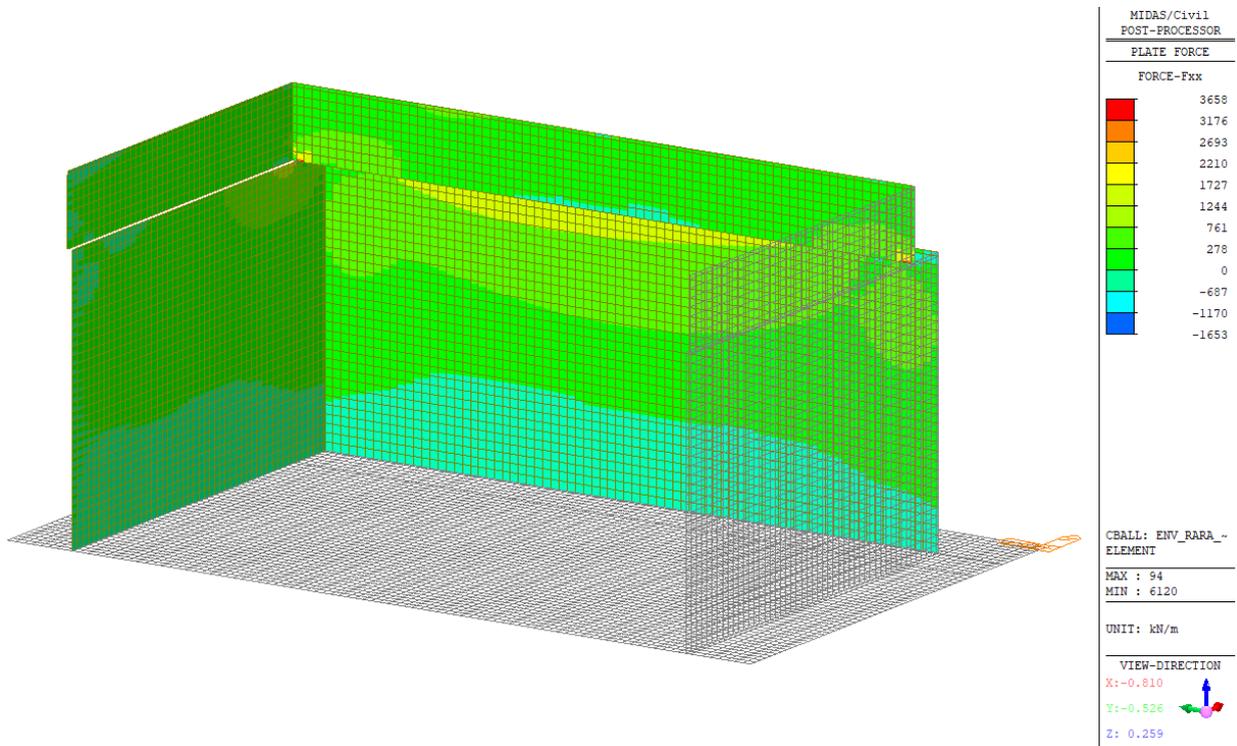


Figura 30 – Involuppo SLE Rara - Fxx

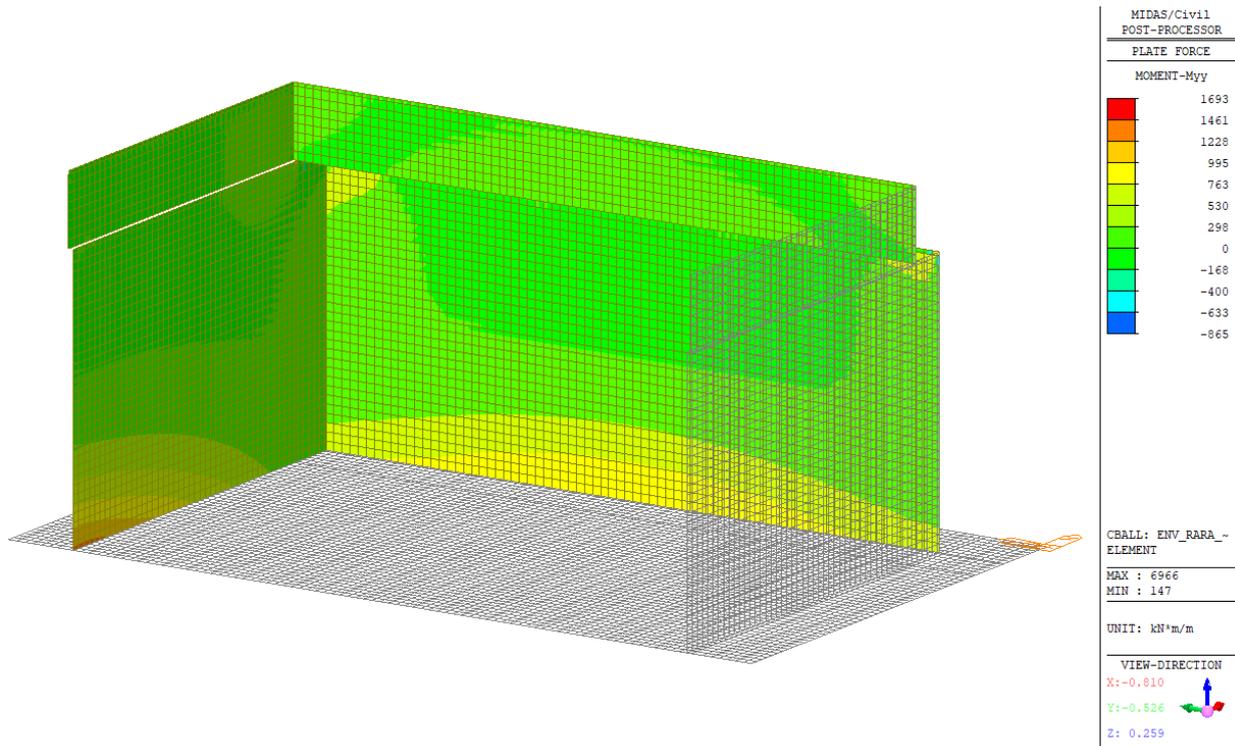


Figura 31 – Involuppo SLE Rara - Myy

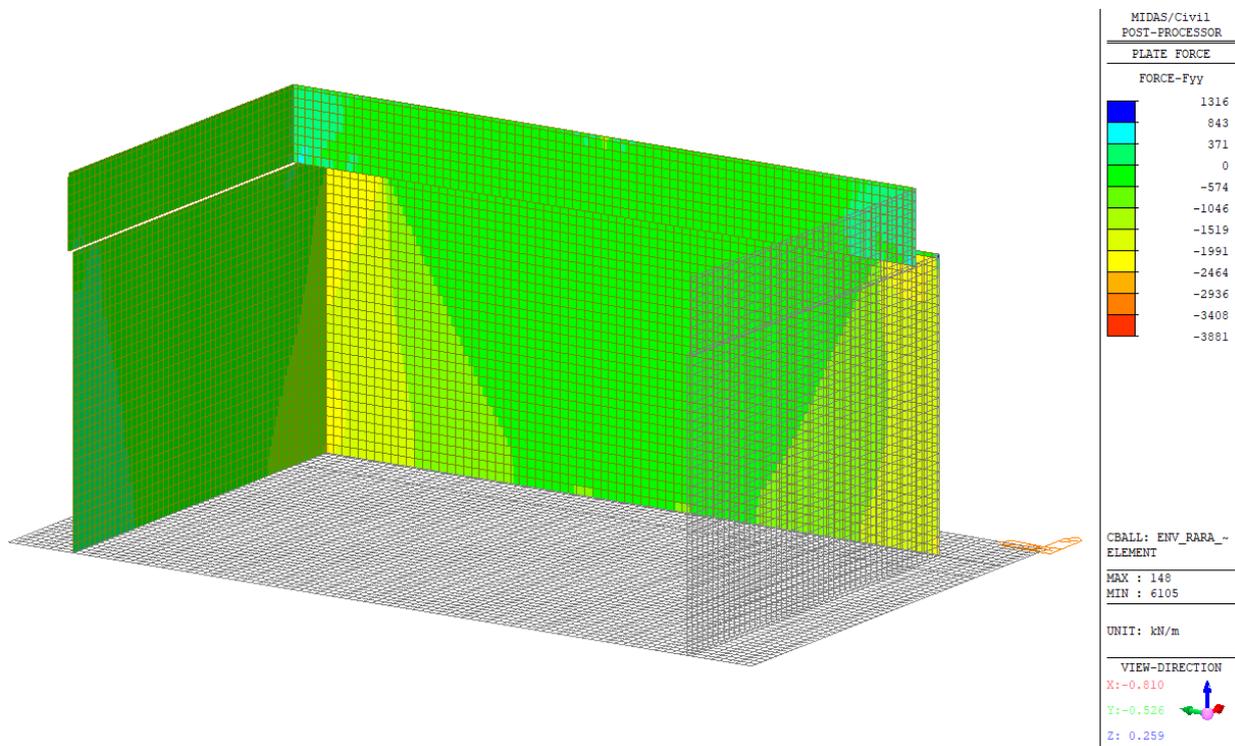


Figura 32 – Involuppo SLE Rara - Fyy

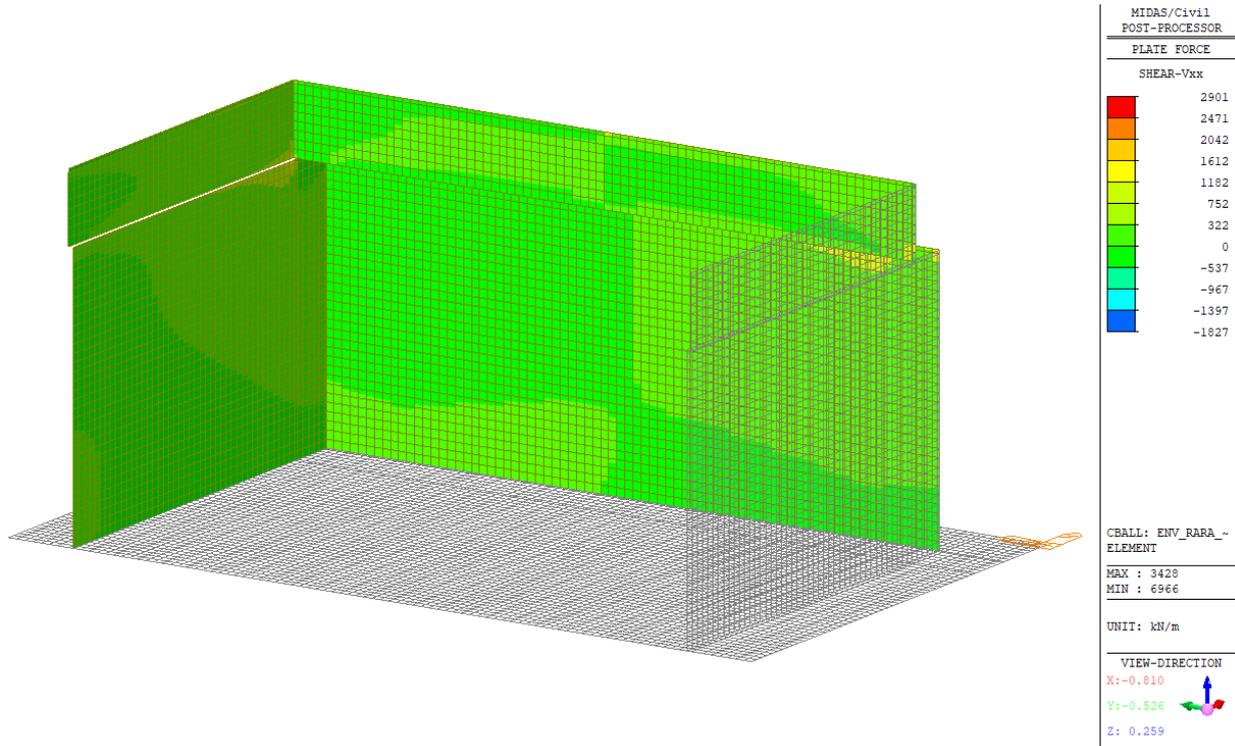


Figura 33 – Involuppo SLE Rara - Vxx

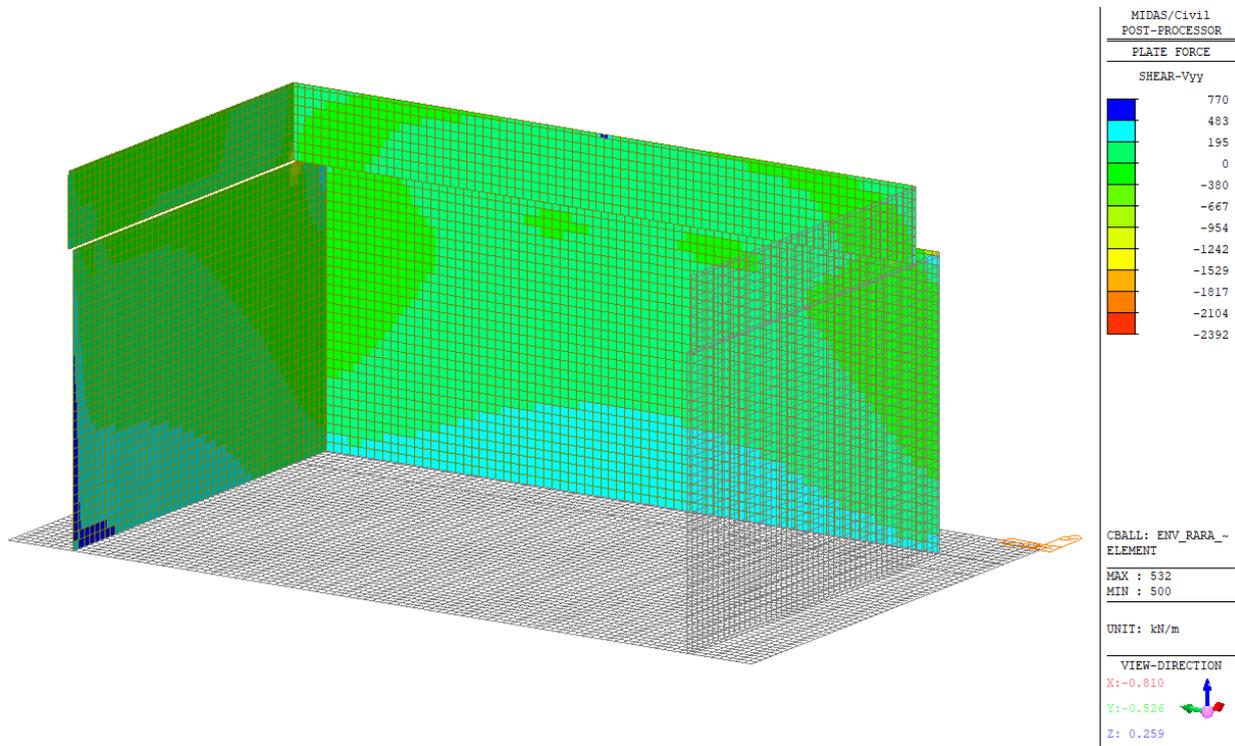


Figura 34 – Involuppo SLE Rara - Vyy

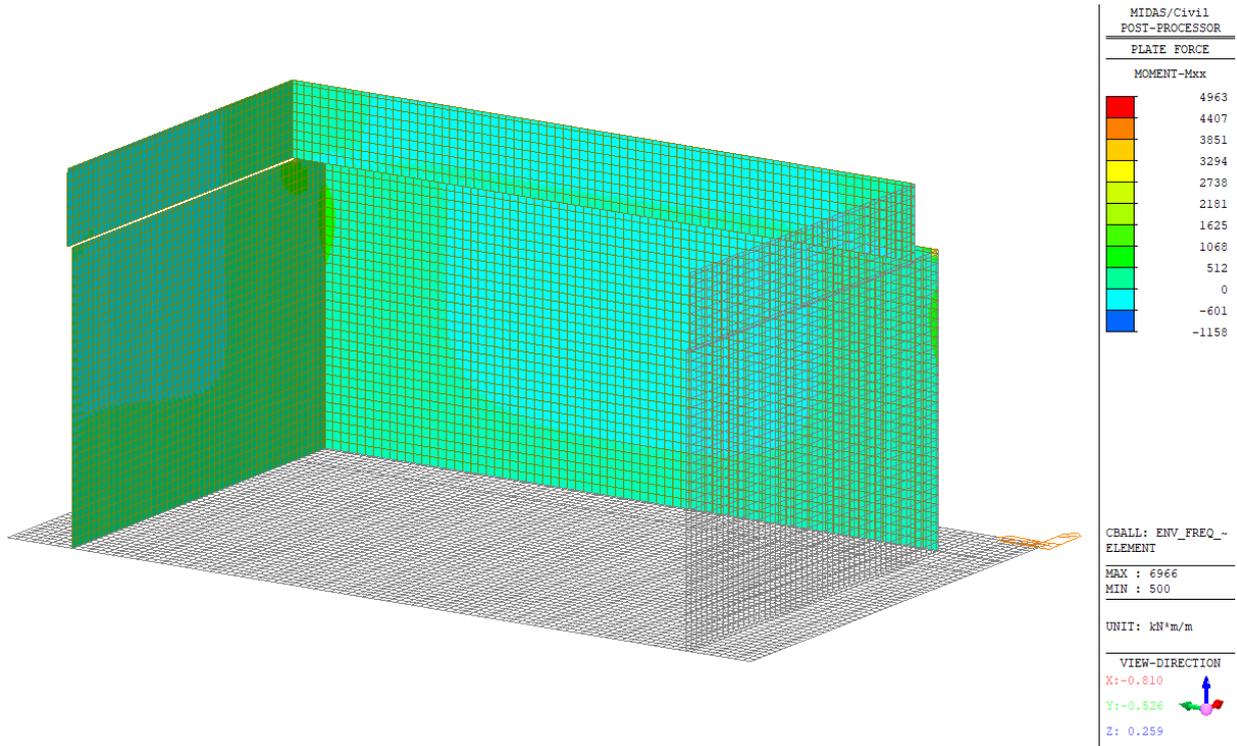


Figura 35 – Involuppo SLE Frequente - Mxx

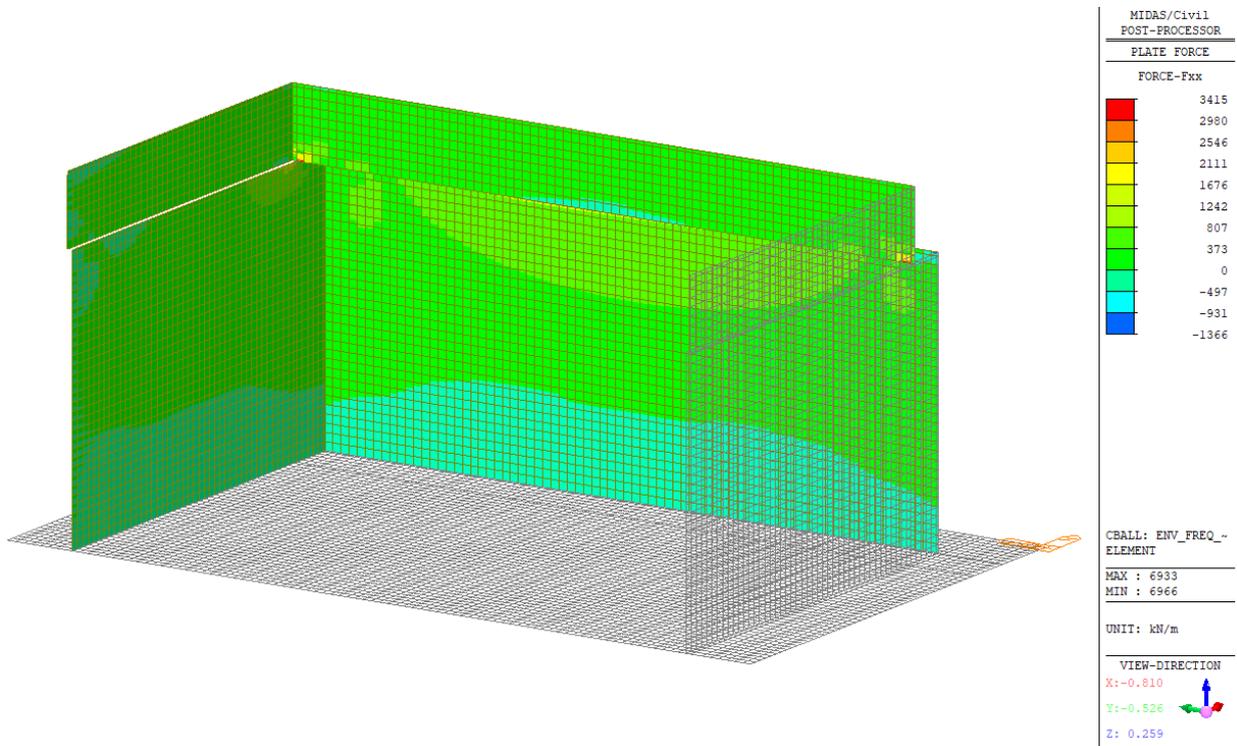


Figura 36 – Involuppo SLE Frequente - Fxx

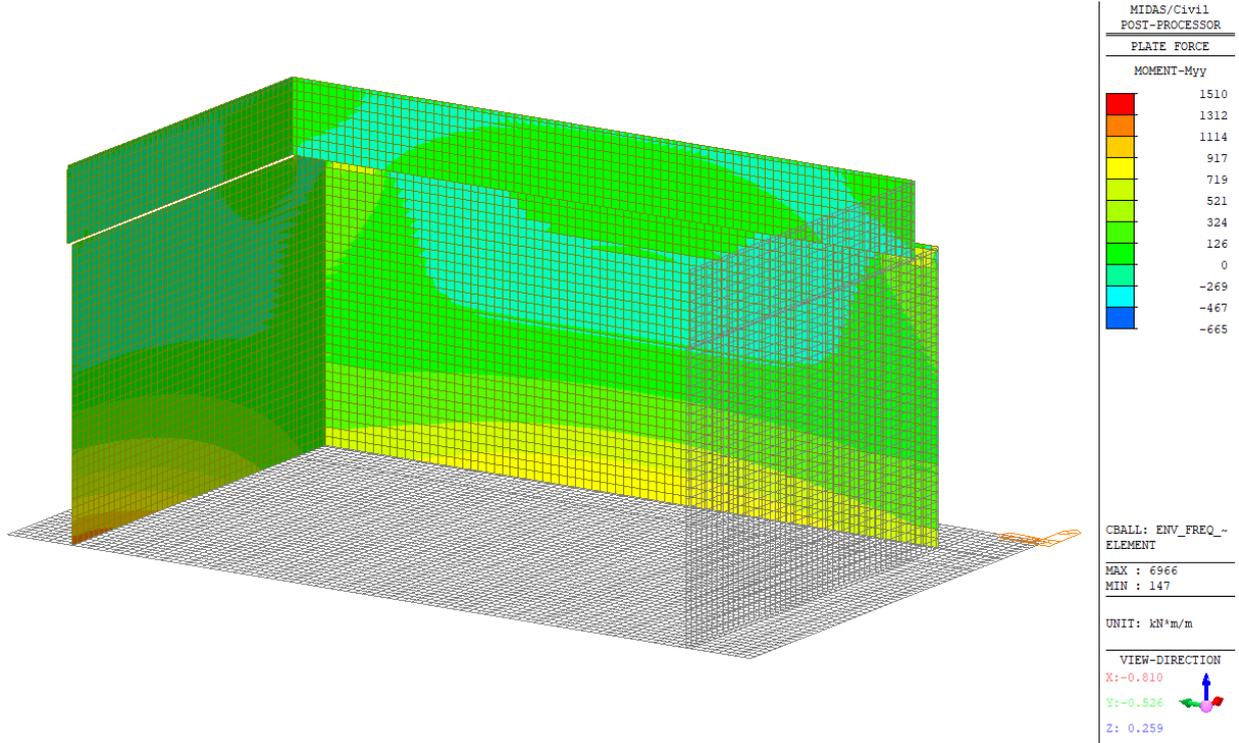


Figura 37 – Involuppo SLE Frequente - Myy

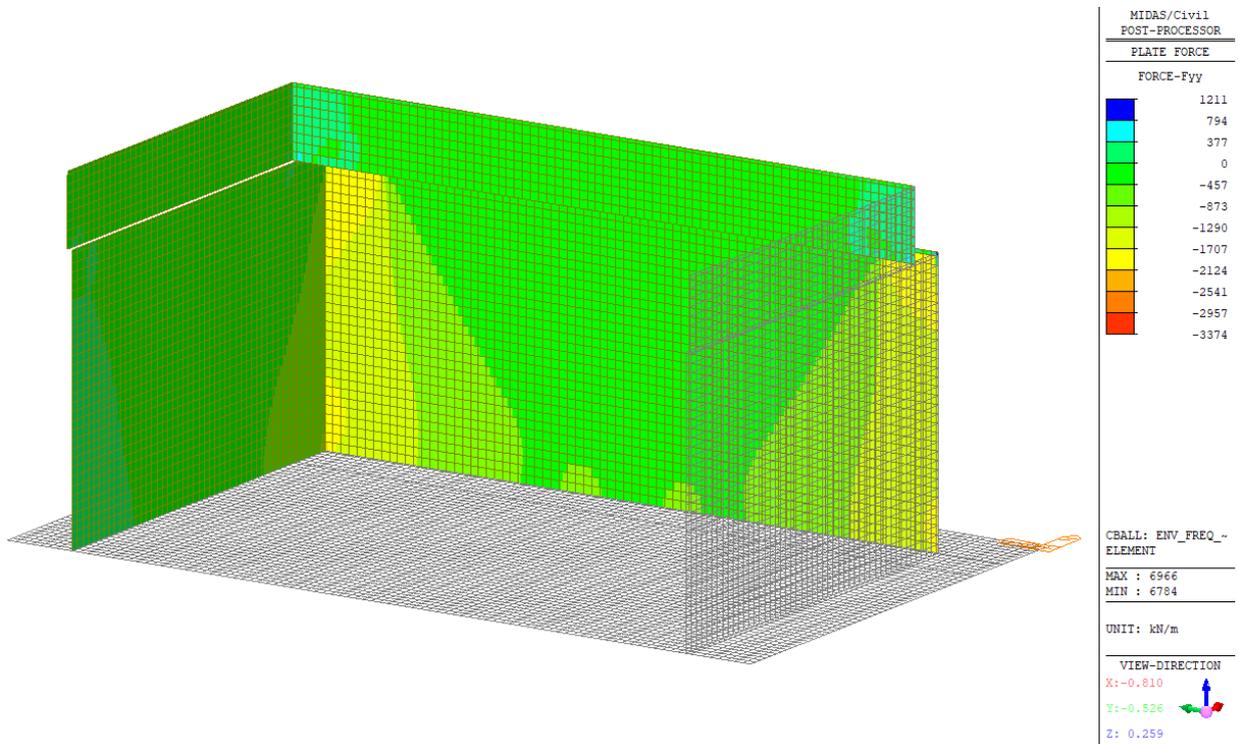


Figura 38 – Involuppo SLE Frequente - Fyy

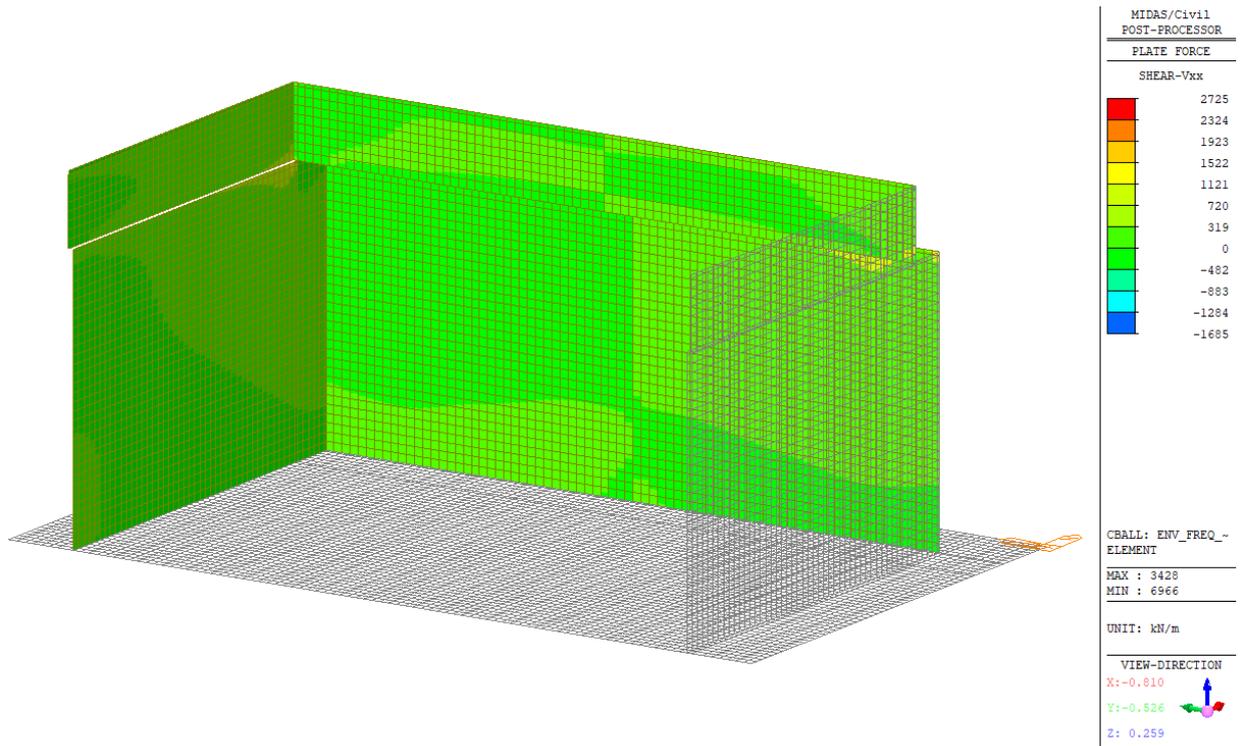


Figura 39 – Involuppo SLE Frequente - Vxx

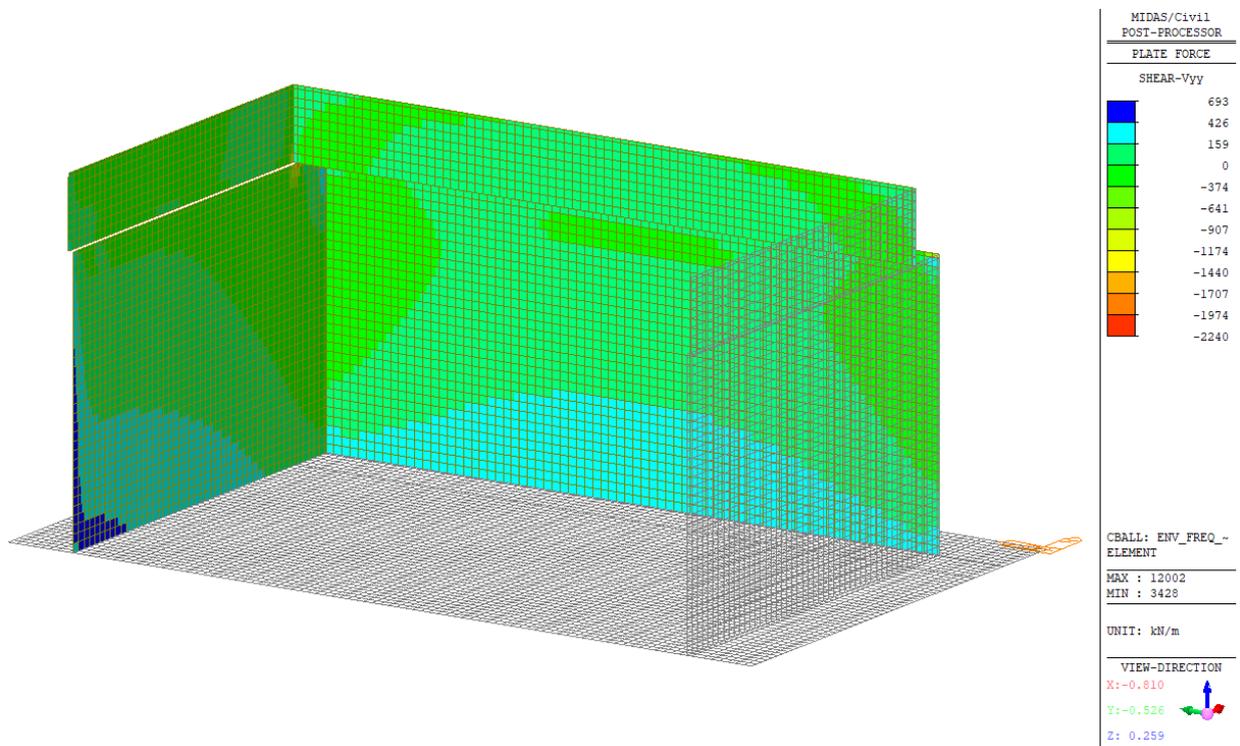


Figura 40 – Involuppo SLE Frequente - Vyy

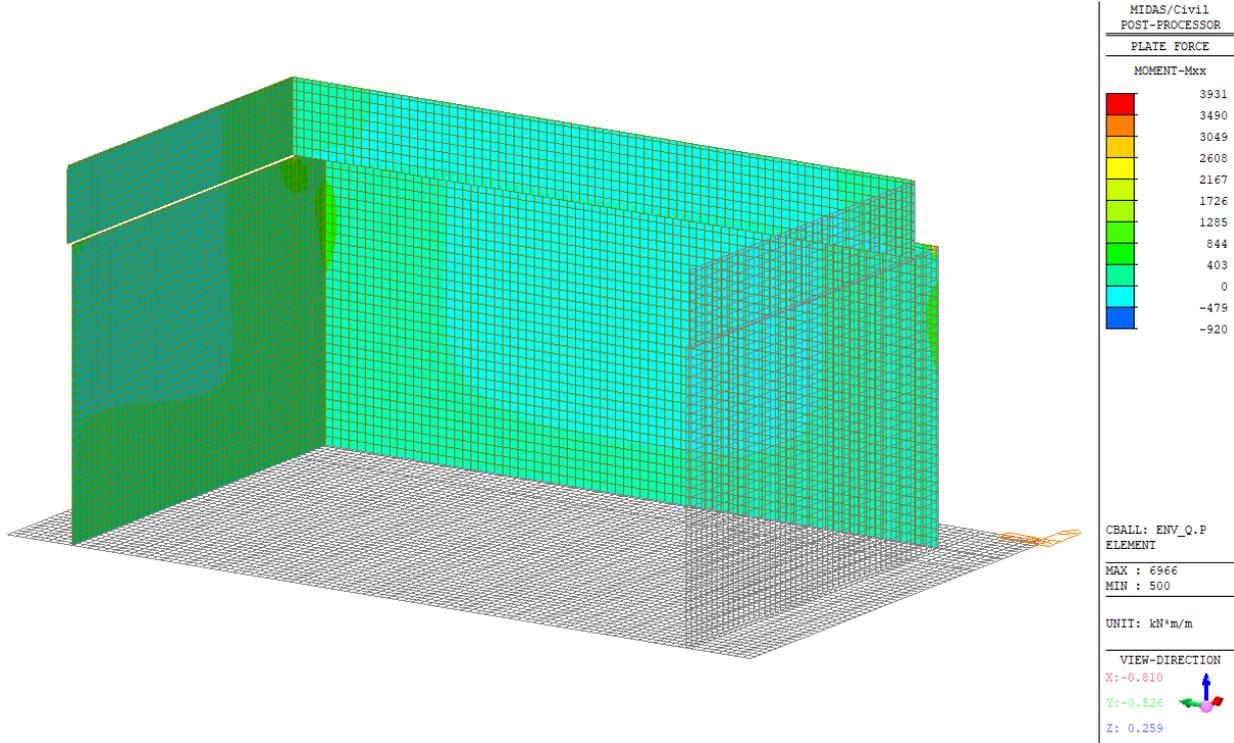


Figura 41 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Mxx

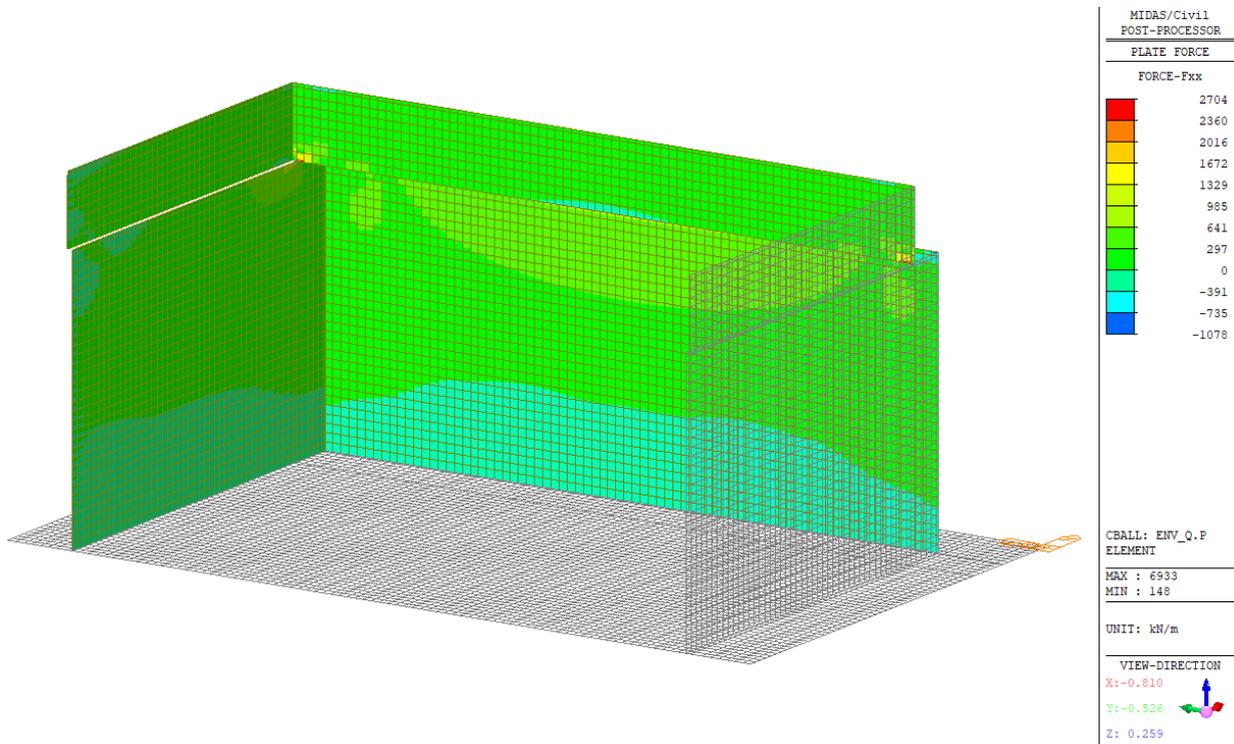


Figura 42 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Fxx

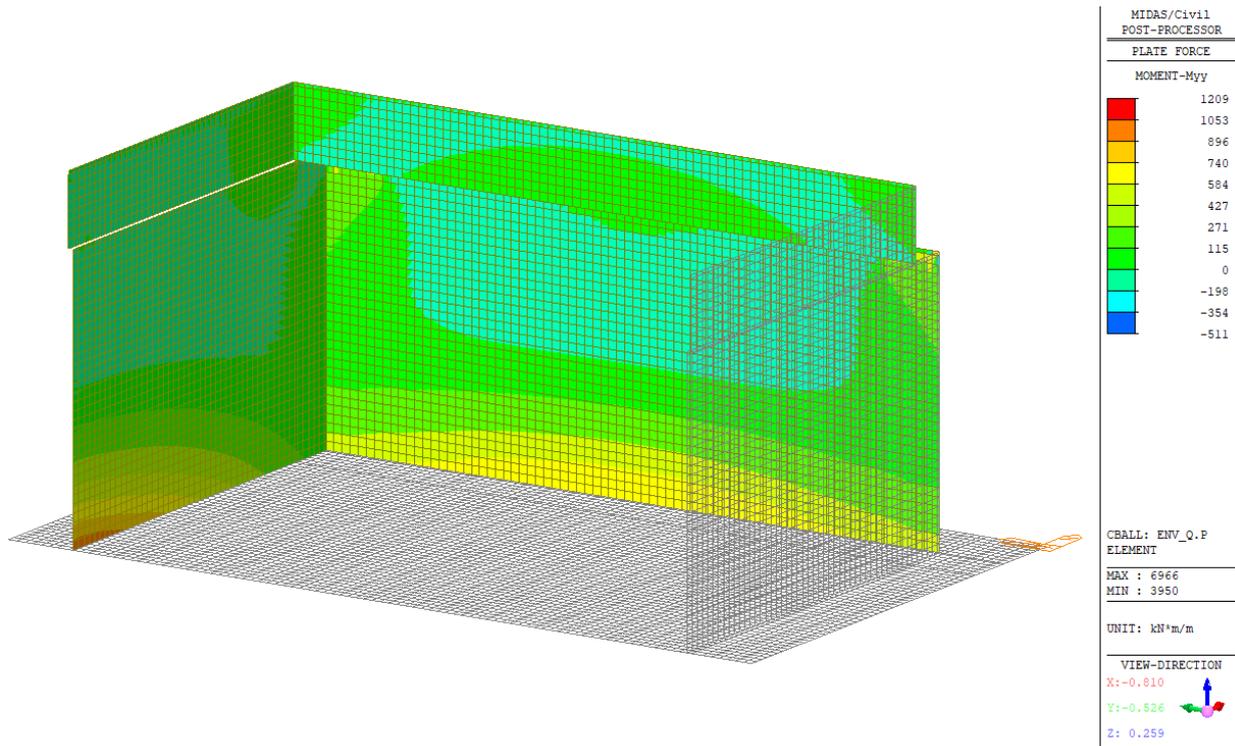


Figura 43 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Myy

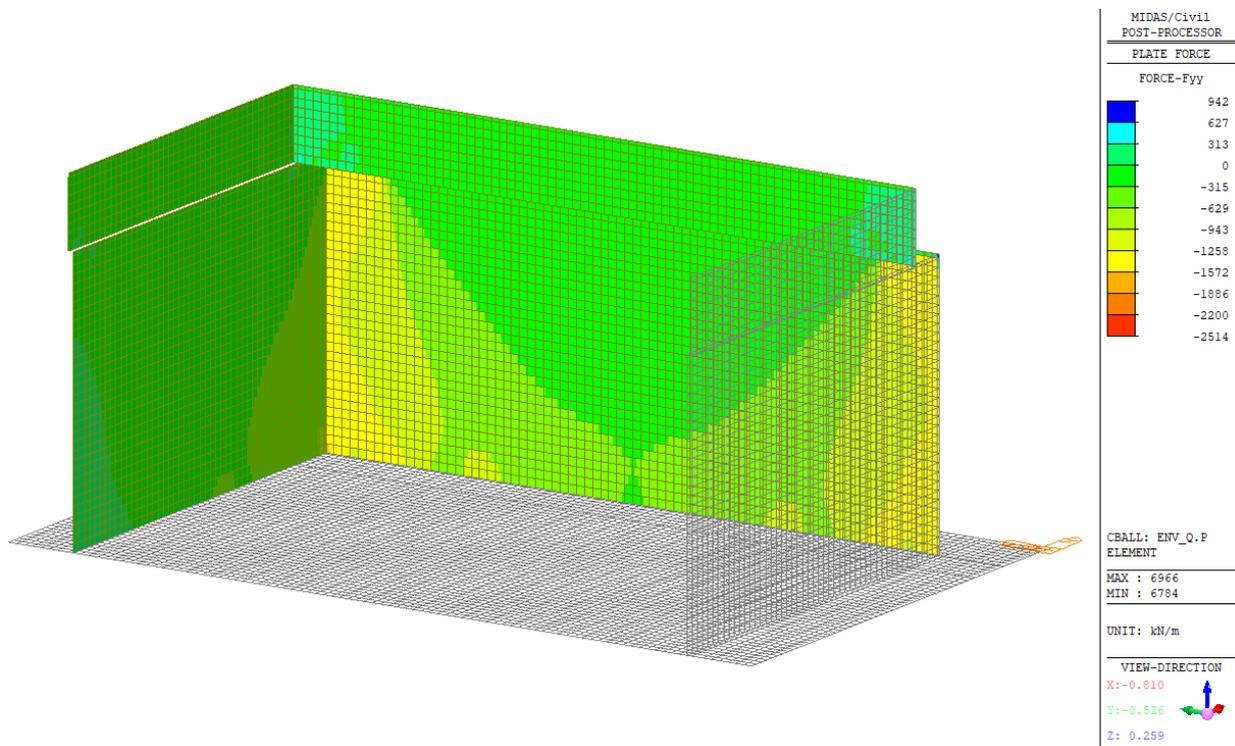


Figura 44 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Fyy

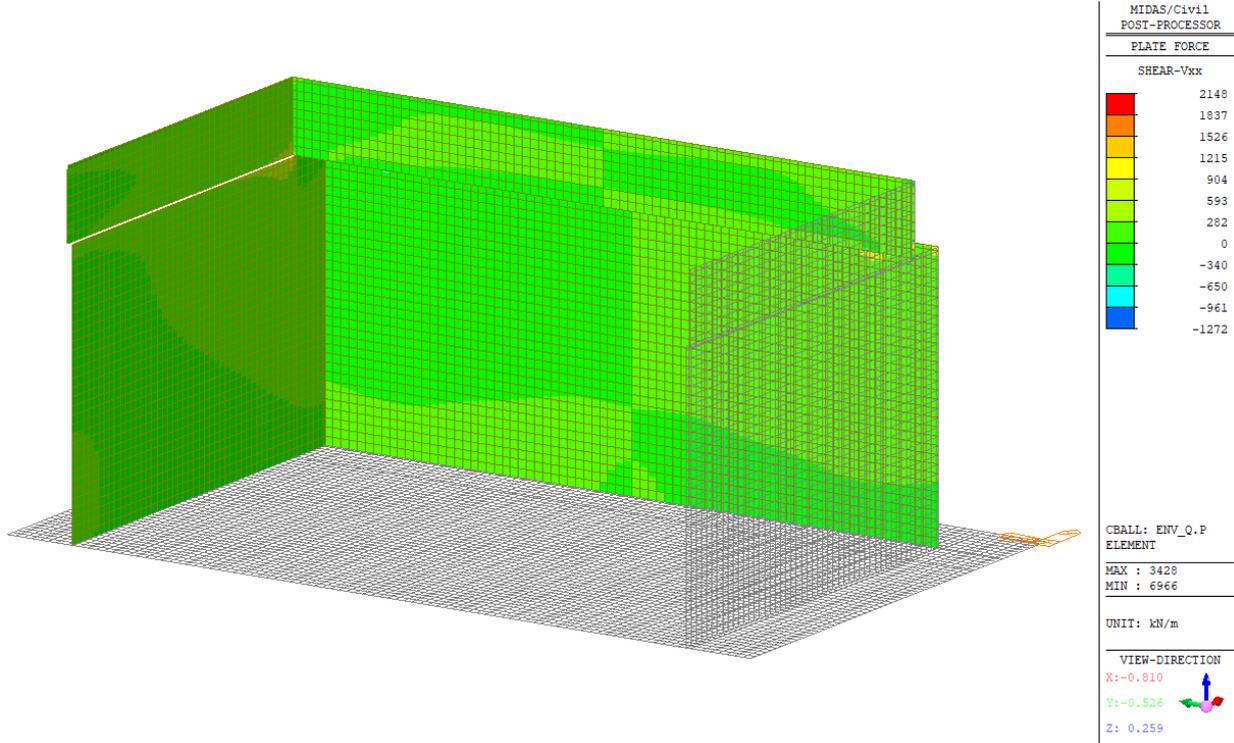


Figura 45 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Vxx

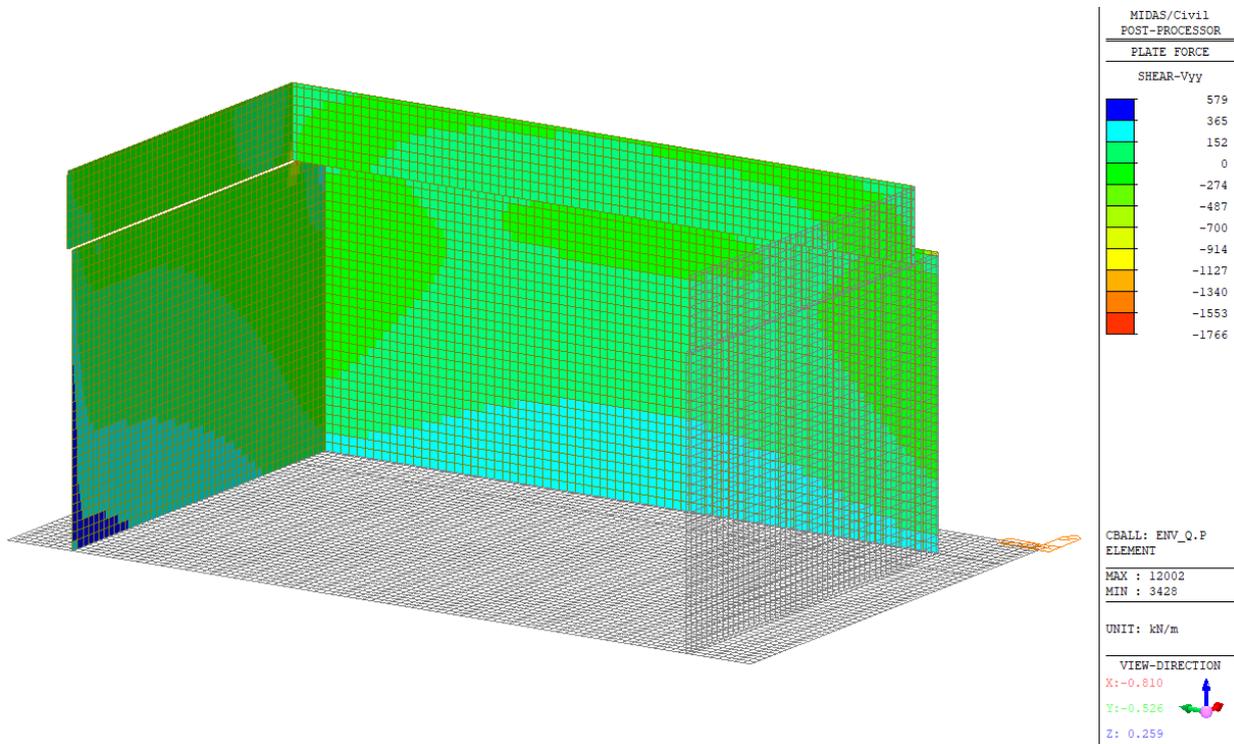


Figura 46 – Involuppo SLE Quasi Permanente – Vyy

### 10.1.1 Muro frontale

#### 10.1.1.1 Verifica a pressoflessione – armatura verticale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, costituita da barre  $\varnothing 26/20''$  sia internamente che esternamente. L'armatura interna è infittita, nella parte inferiore, con  $\varnothing 20/20''$ .

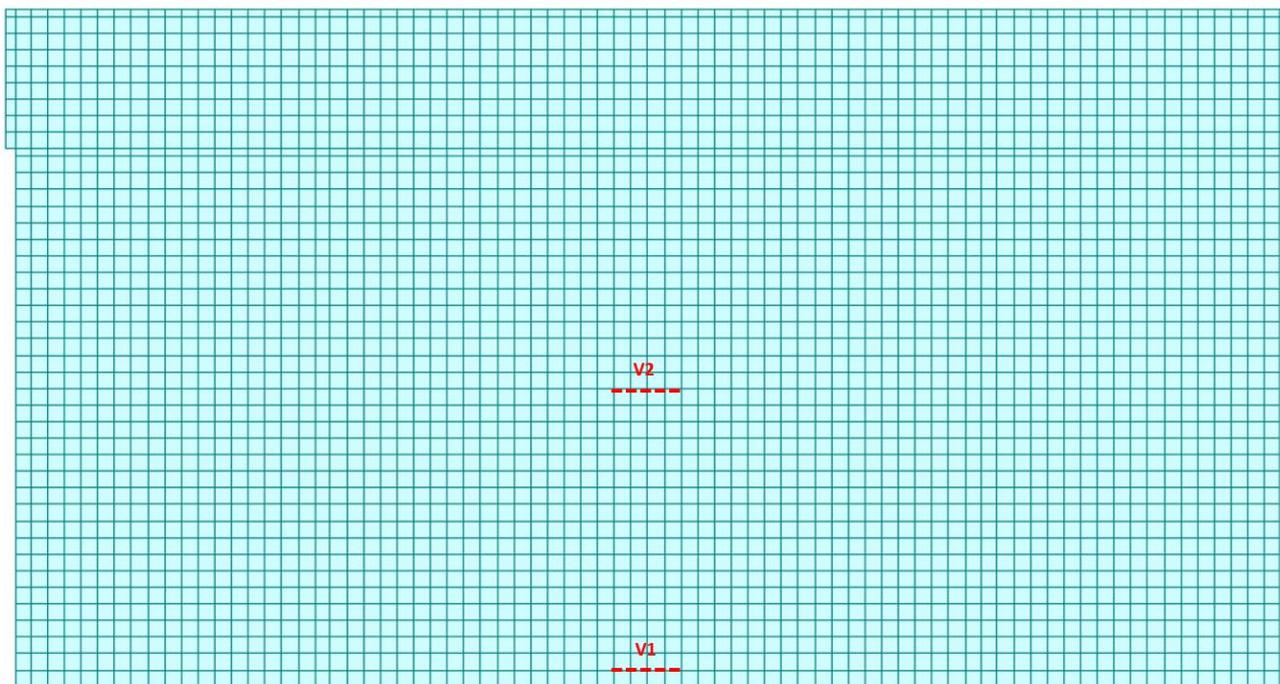


Figura 47 – Section-cut orizzontali muro frontale

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Section cut	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro frontale	V1	1.41	-72.40	2.02	0.108	1.52	0.079	26/200	26/200 + 20/200
	V2	7.25	-1.10	0.23	0.000	0.12	0.000	26/200	26/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 2.00 m).

Sezione VI

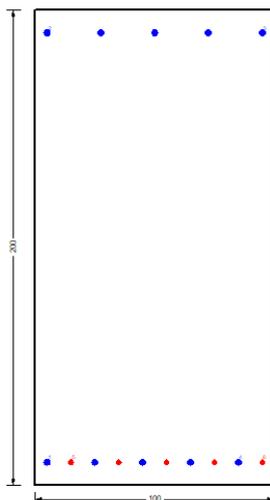


Figura 48 – Sezione implementata in RC-SEC

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**

**NOME FILE SEZIONE: V1**

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.6	26
2	-45.0	190.4	26
3	45.0	190.4	26
4	35.0	9.6	26
5	-35.0	9.6	20
6	45.0	9.6	20

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26
3	5	6	3	20

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	246.80	2327.60	0.00	0.00	0.00
2	210.00	2224.10	0.00	0.00	0.00
3	274.70	652.90	0.00	0.00	0.00
4	235.20	633.20	0.00	0.00	0.00
5	375.20	898.90	0.00	0.00	0.00
6	231.60	859.20	0.00	0.00	0.00
7	390.40	1002.40	0.00	0.00	0.00
8	434.50	1039.20	0.00	0.00	0.00
9	421.70	1028.50	0.00	0.00	0.00
10	421.00	1027.90	0.00	0.00	0.00
11	423.40	1061.10	0.00	0.00	0.00
12	435.20	818.20	0.00	0.00	0.00
13	420.60	968.80	0.00	0.00	0.00
14	420.60	968.80	0.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	288.20	738.90	0.00
2	320.90	766.20	0.00
3	311.40	758.30	0.00
4	310.90	757.90	0.00
5	312.70	782.50	0.00
6	321.40	602.50	0.00
7	310.60	714.10	0.00
8	310.60	714.10	0.00

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	298.30	703.80 (2684.72)	0.00 (0.00)
2	315.90	718.50 (2702.33)	0.00 (0.00)
3	310.60	714.10 (2697.06)	0.00 (0.00)
4	311.10	714.50 (2697.57)	0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	323.10	594.00 (2824.39)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	246.80	2327.60	0.00	246.62	3293.24	-11.12	1.41	42.3
2	S	210.00	2224.10	0.00	209.87	3259.93	-11.32	1.47	42.3
3	S	274.70	652.90	0.00	274.50	3318.50	-10.49	5.06	42.3
4	S	235.20	633.20	0.00	235.06	3282.78	-10.76	5.16	42.3
5	S	375.20	898.90	0.00	375.04	3409.43	-10.05	3.78	42.3
6	S	231.60	859.20	0.00	231.39	3279.45	-10.94	3.81	42.3
7	S	390.40	1002.40	0.00	390.24	3423.17	-10.02	3.40	42.3
8	S	434.50	1039.20	0.00	434.79	3463.37	-9.78	3.32	42.3
9	S	421.70	1028.50	0.00	421.68	3451.54	-9.85	3.34	42.3
10	S	421.00	1027.90	0.00	421.15	3451.06	-9.86	3.34	42.3
11	S	423.40	1061.10	0.00	423.15	3452.87	-9.86	3.24	42.3
12	S	435.20	818.20	0.00	435.23	3463.78	-9.60	4.21	42.3
13	S	420.60	968.80	0.00	420.31	3450.31	-9.82	3.55	42.3
14	S	420.60	968.80	0.00	420.31	3450.31	-9.82	3.55	42.3

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.061	-50.0	200.0	0.00063	-45.0	190.4	-0.05346	45.0	9.6
2	0.00350	0.061	-50.0	200.0	0.00059	-45.0	190.4	-0.05411	45.0	9.6
3	0.00350	0.062	-50.0	200.0	0.00065	-45.0	190.4	-0.05304	45.0	9.6
4	0.00350	0.061	-50.0	200.0	0.00062	-45.0	190.4	-0.05371	45.0	9.6
5	0.00350	0.064	-50.0	200.0	0.00073	-45.0	190.4	-0.05135	45.0	9.6
6	0.00350	0.061	-50.0	200.0	0.00061	-45.0	190.4	-0.05375	45.0	9.6
7	0.00350	0.064	-50.0	200.0	0.00075	-45.0	190.4	-0.05109	45.0	9.6
8	0.00350	0.065	-50.0	200.0	0.00078	-45.0	190.4	-0.05038	45.0	9.6
9	0.00350	0.065	-50.0	200.0	0.00077	-45.0	190.4	-0.05059	45.0	9.6
10	0.00350	0.065	-50.0	200.0	0.00077	-45.0	190.4	-0.05060	45.0	9.6
11	0.00350	0.065	-50.0	200.0	0.00077	-45.0	190.4	-0.05057	45.0	9.6
12	0.00350	0.065	-50.0	200.0	0.00078	-45.0	190.4	-0.05039	45.0	9.6
13	0.00350	0.065	-50.0	200.0	0.00077	-45.0	190.4	-0.05062	45.0	9.6
14	0.00350	0.065	-50.0	200.0	0.00077	-45.0	190.4	-0.05062	45.0	9.6

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000002906	0.000297697	-0.056184703	0.061	0.700
2	-0.000002941	0.000301107	-0.056868414	0.061	0.700
3	-0.000002834	0.000295520	-0.055745750	0.062	0.700
4	-0.000002876	0.000299014	-0.056446502	0.061	0.700
5	-0.000002750	0.000286712	-0.053979875	0.064	0.700
6	-0.000002894	0.000299265	-0.056497624	0.061	0.700
7	-0.000002741	0.000285328	-0.053702666	0.064	0.700
8	-0.000002702	0.000281660	-0.052967114	0.065	0.700
9	-0.000002713	0.000282739	-0.053183456	0.065	0.700
10	-0.000002714	0.000282782	-0.053192109	0.065	0.700

11	-0.000002714	0.000282609	-0.053157405	0.065	0.700
12	-0.000002685	0.000281712	-0.052976623	0.065	0.700
13	-0.000002711	0.000282870	-0.053209606	0.065	0.700
14	-0.000002711	0.000282870	-0.053209606	0.065	0.700

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.90	-50.0	200.0	-69.0	45.0	9.6	2536	42.3
2	S	1.97	-50.0	200.0	-69.4	45.0	9.6	2532	42.3
3	S	1.95	-50.0	200.0	-69.3	45.0	9.6	2533	42.3
4	S	1.95	-50.0	200.0	-69.3	45.0	9.6	2533	42.3
5	S	2.02	-50.0	200.0	-72.4	45.0	9.6	2535	42.3
6	S	1.55	-50.0	200.0	-47.9	45.0	9.6	2518	42.3
7	S	1.84	-50.0	200.0	-63.6	45.0	9.6	2529	42.3
8	S	1.84	-50.0	200.0	-63.6	45.0	9.6	2529	42.3

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.81	-50.0	200.0	-63.4	45.0	9.6	2531	42.3
2	S	1.85	-50.0	200.0	-63.6	45.0	9.6	2528	42.3
3	S	1.84	-50.0	200.0	-63.6	45.0	9.6	2529	42.3
4	S	1.84	-50.0	200.0	-63.6	45.0	9.6	2529	42.3

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00034	0	0.908	23.4	40	0.00019 (0.00019)	569	0.108 (0.30)	2684.72	0.00
2	S	-0.00034	0	0.908	23.4	40	0.00019 (0.00019)	568	0.108 (0.30)	2702.33	0.00
3	S	-0.00034	0	0.908	23.4	40	0.00019 (0.00019)	568	0.108 (0.30)	2697.06	0.00
4	S	-0.00034	0	0.908	23.4	40	0.00019 (0.00019)	568	0.108 (0.30)	2697.57	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.52	-50.0	200.0	-46.7	45.0	9.6	2517	42.3

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00025	0	0.906	23.4	40	0.00014 (0.00014)	565	0.079 (0.20)	2824.39	0.00

### 10.1.1.2 Verifica a pressoflessione – armatura orizzontale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale, costituita da barre  $\varnothing 26/20''$  sia internamente che esternamente. L'armatura interna è infittita con  $\varnothing 20/20''$  all'attacco con il muro andatore, mentre quella esterna con  $\varnothing 20/20''$  nella zona centrale.

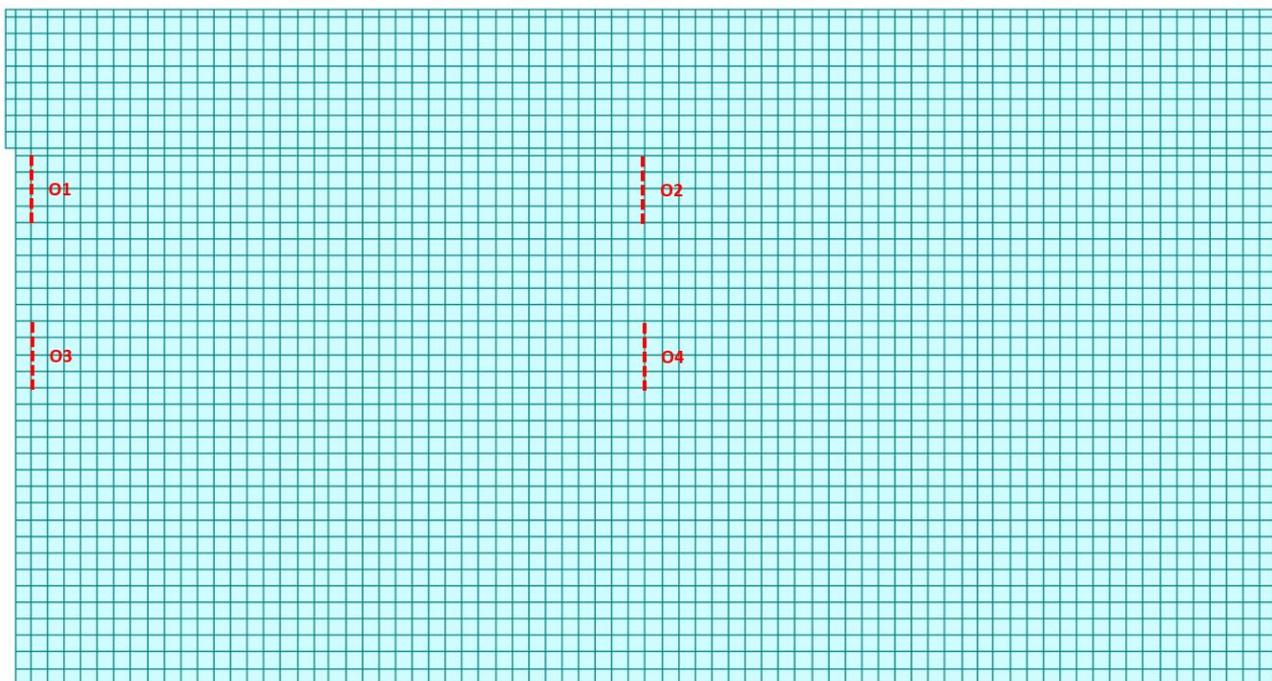


Figura 49 – Section-cut verticali muro frontale

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Section cut	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro frontale	O1	1.70	-85.60	1.40	0.116	1.05	0.092	26/200	26/200 + 20/200
	O2	3.04	-144.80	0.00	0.241	0.00	0.191	26/200 + 20/200	26/200
	O3	2.18	-96.10	1.00	0.138	0.77	0.116	26/200	26/200 + 20/200
	O4	5.64	-69.80	0.00	0.093	0.00	0.075	26/200 + 20/200	26/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 2.00 m).

Sezione O1

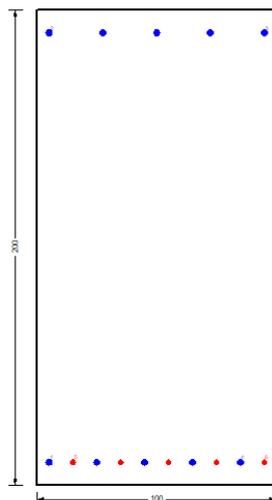


Figura 50 – Sezione implementata in RC-SEC

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: O1**

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.0	26
2	-45.0	193.0	26
3	45.0	193.0	26
4	35.0	7.0	26
5	-35.0	7.0	20
6	45.0	7.0	20

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26
3	5	6	3	20

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-94.50	610.50	0.00	0.00	0.00
2	-92.90	591.80	0.00	0.00	0.00
3	-217.50	1734.30	0.00	0.00	0.00
4	-211.60	1674.50	0.00	0.00	0.00
5	-84.20	684.70	0.00	0.00	0.00
6	-83.80	667.10	0.00	0.00	0.00
7	-89.10	802.40	0.00	0.00	0.00
8	-83.10	800.20	0.00	0.00	0.00
9	-84.20	800.20	0.00	0.00	0.00
10	-84.10	800.00	0.00	0.00	0.00
11	-83.00	742.70	0.00	0.00	0.00
12	-80.90	762.20	0.00	0.00	0.00
13	-79.60	752.40	0.00	0.00	0.00
14	-81.60	755.50	0.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-65.60	591.80	0.00
2	-61.20	590.10	0.00
3	-62.00	590.10	0.00
4	-61.90	589.90	0.00
5	-61.10	547.50	0.00
6	-59.60	562.00	0.00
7	-58.60	554.70	0.00
8	-59.90	556.70	0.00

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-58.30	552.00 (2218.63)	0.00 (0.00)
2	-55.90	551.10 (2221.79)	0.00 (0.00)
3	-56.40	551.20 (2221.11)	0.00 (0.00)
4	-56.70	551.60 (2220.76)	0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-43.20	443.10 (2224.77)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-94.50	610.50	0.00	-94.51	3030.44	-1.85	5.10	42.3
2	S	-92.90	591.80	0.00	-92.62	3032.20	-1.88	5.27	42.3
3	S	-217.50	1734.30	0.00	-217.76	2915.57	-1.48	1.70	42.3
4	S	-211.60	1674.50	0.00	-211.58	2921.34	-1.49	1.77	42.3
5	S	-84.20	684.70	0.00	-84.15	3040.03	-1.47	4.53	42.3
6	S	-83.80	667.10	0.00	-83.94	3040.23	-1.50	4.65	42.3
7	S	-89.10	802.40	0.00	-89.14	3035.37	-1.32	3.85	42.3
8	S	-83.10	800.20	0.00	-82.84	3041.22	-1.23	3.86	42.3
9	S	-84.20	800.20	0.00	-84.10	3040.06	-1.25	3.86	42.3
10	S	-84.10	800.00	0.00	-84.08	3040.07	-1.25	3.86	42.3
11	S	-83.00	742.70	0.00	-82.76	3041.31	-1.33	4.17	42.3
12	S	-80.90	762.20	0.00	-80.98	3042.96	-1.26	4.06	42.3
13	S	-79.60	752.40	0.00	-79.86	3044.00	-1.26	4.12	42.3
14	S	-81.60	755.50	0.00	-81.75	3042.25	-1.29	4.10	42.3

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00327	0.046	-50.0	200.0	0.00070	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
2	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
3	0.00315	0.045	-50.0	200.0	0.00058	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
4	0.00315	0.045	-50.0	200.0	0.00059	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
5	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
6	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
7	0.00327	0.046	-50.0	200.0	0.00070	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
8	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
9	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
10	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
11	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
12	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
13	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0
14	0.00328	0.046	-50.0	200.0	0.00071	-45.0	193.0	-0.06750	45.0	7.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000002256	0.000365592	-0.069957647	0.046	0.700
2	-0.000002262	0.000365600	-0.069957397	0.046	0.700
3	-0.000002162	0.000364976	-0.069957542	0.045	0.700
4	-0.000002165	0.000365008	-0.069957628	0.045	0.700
5	-0.000002159	0.000365674	-0.069962573	0.046	0.700
6	-0.000002167	0.000365672	-0.069962203	0.046	0.700
7	-0.000002122	0.000365658	-0.069964092	0.046	0.700
8	-0.000002101	0.000365696	-0.069965329	0.046	0.700
9	-0.000002105	0.000365689	-0.069965091	0.046	0.700
10	-0.000002105	0.000365689	-0.069965106	0.046	0.700

11	-0.000002125	0.000365690	-0.069964214	0.046	0.700
12	-0.000002108	0.000365704	-0.069965071	0.046	0.700
13	-0.000002107	0.000365710	-0.069965159	0.046	0.700
14	-0.000002114	0.000365699	-0.069964780	0.046	0.700

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.40	-50.0	200.0	-85.6	45.0	7.0	1994	42.3
2	S	1.40	-50.0	200.0	-84.8	45.0	7.0	1992	42.3
3	S	1.40	-50.0	200.0	-84.9	45.0	7.0	1993	42.3
4	S	1.40	-50.0	200.0	-84.9	45.0	7.0	1993	42.3
5	S	1.30	-50.0	200.0	-79.2	45.0	7.0	1994	42.3
6	S	1.33	-50.0	200.0	-81.0	45.0	7.0	1993	42.3
7	S	1.31	-50.0	200.0	-79.9	45.0	7.0	1993	42.3
8	S	1.32	-50.0	200.0	-80.3	45.0	7.0	1993	42.3

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.31	-50.0	200.0	-79.5	45.0	7.0	1993	42.3
2	S	1.31	-50.0	200.0	-79.1	45.0	7.0	1992	42.3
3	S	1.31	-50.0	200.0	-79.2	45.0	7.0	1992	42.3
4	S	1.31	-50.0	200.0	-79.3	45.0	7.0	1992	42.3

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00042	0	0.935	23.4	40	0.00024 (0.00024)	487	0.116 (0.30)	2218.63	0.00
2	S	-0.00041	0	0.934	23.4	40	0.00024 (0.00024)	486	0.115 (0.30)	2221.79	0.00
3	S	-0.00041	0	0.934	23.4	40	0.00024 (0.00024)	486	0.116 (0.30)	2221.11	0.00
4	S	-0.00041	0	0.934	23.4	40	0.00024 (0.00024)	486	0.116 (0.30)	2220.76	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.05	-50.0	200.0	-63.4	45.0	7.0	1991	42.3

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00033	0	0.935	23.4	40	0.00019 (0.00019)	486	0.092 (0.20)	2224.77	0.00

### 10.1.1.3 Verifica a taglio

Il taglio sollecitante massimo è ottenuto dalla section-cut *O1* e risulta essere:

$$V_{ed} = 1394.3 \text{ kN}$$

L'armatura trasversale è costituita da spille  $\emptyset 12$  disposte con passo regolare su tutta l'estensione del muro a formare una maglia 40 x 20 cm. Di seguito si riporta la verifica:

#### Caratteristiche materiali

CIs

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

Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.88	$N/mm^2$	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	3.25	$N/mm^2$	tensione di aderenza di progetto

Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	$mm^2$	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0014		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0014		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	565.5	$mm^2$	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	11.067	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	44267	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	2378.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	5675.1	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	2378.3	kN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	1394.3	kN	sollecitazione di taglio da calcolo
$V_{Rd}$	>	$V_{Ed}$	

### 10.1.2 Trave paraghiaia

#### 10.1.2.1 Verifica a presso flessione - Armatura verticale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, costituita da barre  $\varnothing 20/20''$  sia internamente che esternamente.

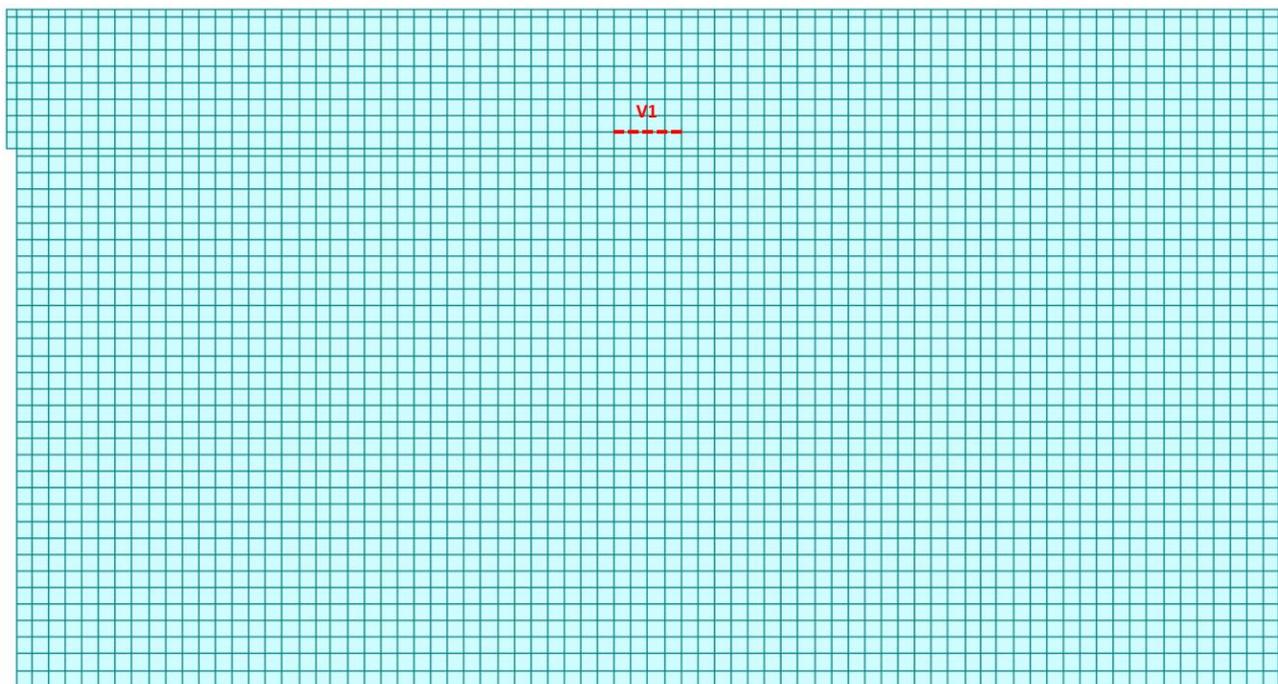


Figura 51 – Section-cut orizzontali trave paraghiaia

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Section cut	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
			CS	$\sigma_s$ (Mpa)		$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Paraghiaia	V1	1.73	-180.00	6.53	0.062	0.63	0.033	20/200	20/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 0.40 m).

## Sezione VI

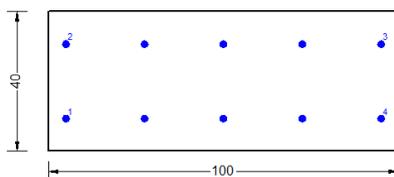


Figura 52 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

#### NOME FILE SEZIONE: V1

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	20
2	-45.0	30.7	20
3	45.0	30.7	20
4	45.0	9.3	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.50	88.10	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	86.90	0.00	0.00	0.00
3	-0.90	29.10	0.00	0.00	0.00
4	-2.20	28.70	0.00	0.00	0.00
5	9.50	29.40	0.00	0.00	0.00
6	3.40	29.00	0.00	0.00	0.00
7	5.70	30.00	0.00	0.00	0.00
8	5.90	30.00	0.00	0.00	0.00
9	5.80	30.00	0.00	0.00	0.00
10	5.80	30.00	0.00	0.00	0.00
11	124.40	122.40	0.00	0.00	0.00
12	102.50	-69.00	0.00	0.00	0.00
13	7.20	25.50	0.00	0.00	0.00
14	7.20	25.50	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	4.30	22.00	0.00
2	4.40	22.00	0.00
3	4.40	22.00	0.00
4	4.40	22.00	0.00

5	92.20	90.50	0.00
6	76.00	-51.30	0.00
7	5.40	18.70	0.00
8	5.40	18.70	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	5.40	18.70 (90.39)	0.00 (0.00)
2	5.40	18.70 (90.39)	0.00 (0.00)
3	5.40	18.70 (90.39)	0.00 (0.00)
4	5.40	18.70 (90.39)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	8.40	8.70 (94.68)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.50	88.10	0.00	0.68	196.49	0.00	2.23	31.4
2	S	-0.80	86.90	0.00	-0.70	196.32	0.00	2.26	31.4
3	S	-0.90	29.10	0.00	-0.70	196.32	0.00	6.75	31.4
4	S	-2.20	28.70	0.00	-2.08	196.15	0.00	6.83	31.4
5	S	9.50	29.40	0.00	9.62	197.58	0.00	6.72	31.4
6	S	3.40	29.00	0.00	3.43	196.82	0.00	6.79	31.4
7	S	5.70	30.00	0.00	5.50	197.07	0.00	6.57	31.4
8	S	5.90	30.00	0.00	6.18	197.16	0.00	6.57	31.4
9	S	5.80	30.00	0.00	5.84	197.11	0.00	6.57	31.4
10	S	5.80	30.00	0.00	5.84	197.11	0.00	6.57	31.4
11	S	124.40	122.40	0.00	124.42	211.49	0.00	1.73	31.4
12	S	102.50	-69.00	0.00	102.67	-208.87	0.00	3.03	31.4
13	S	7.20	25.50	0.00	7.22	197.28	0.00	7.74	31.4
14	S	7.20	25.50	0.00	7.22	197.28	0.00	7.74	31.4

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.223	-50.0	40.0	-0.00125	-45.0	30.7	-0.01217	-45.0	9.3
2	0.00350	0.223	50.0	40.0	-0.00125	45.0	30.7	-0.01217	-45.0	9.3
3	0.00350	0.223	50.0	40.0	-0.00125	45.0	30.7	-0.01217	-45.0	9.3
4	0.00350	0.223	50.0	40.0	-0.00125	45.0	30.7	-0.01218	-45.0	9.3
5	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00123	-45.0	30.7	-0.01211	-45.0	9.3
6	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00124	-45.0	30.7	-0.01215	-45.0	9.3
7	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00124	-45.0	30.7	-0.01214	-45.0	9.3
8	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00124	-45.0	30.7	-0.01213	-45.0	9.3
9	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00124	-45.0	30.7	-0.01213	-45.0	9.3
10	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00124	-45.0	30.7	-0.01213	-45.0	9.3
11	0.00350	0.235	-50.0	40.0	-0.00101	-45.0	30.7	-0.01140	-45.0	9.3
12	0.00350	0.233	-50.0	0.0	-0.00106	-45.0	9.3	-0.01154	45.0	30.7
13	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00123	-45.0	30.7	-0.01213	-45.0	9.3
14	0.00350	0.224	-50.0	40.0	-0.00123	-45.0	30.7	-0.01213	-45.0	9.3

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000510294	-0.016911765	0.223	0.719
2	0.000000000	0.000510566	-0.016922630	0.223	0.719
3	0.000000000	0.000510566	-0.016922630	0.223	0.719
4	0.000000000	0.000510837	-0.016933495	0.223	0.719
5	0.000000000	0.000508529	-0.016841140	0.224	0.720
6	0.000000000	0.000509751	-0.016890034	0.224	0.720
7	0.000000000	0.000509343	-0.016873736	0.224	0.720
8	0.000000000	0.000509208	-0.016868304	0.224	0.720
9	0.000000000	0.000509275	-0.016871020	0.224	0.720
10	0.000000000	0.000509275	-0.016871020	0.224	0.720
11	0.000000000	0.000485304	-0.015912161	0.235	0.734
12	0.000000000	-0.000489786	0.003500000	0.233	0.731
13	0.000000000	0.000509004	-0.016860155	0.224	0.720
14	0.000000000	0.000509004	-0.016860155	0.224	0.720

## COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.60	-50.0	40.0	-49.9	-45.0	9.3	996	15.7
2	S	1.60	-50.0	40.0	-49.8	-45.0	9.3	996	15.7
3	S	1.60	-50.0	40.0	-49.8	-45.0	9.3	996	15.7
4	S	1.60	-50.0	40.0	-49.8	-45.0	9.3	996	15.7
5	S	6.53	-50.0	40.0	-180.0	-45.0	9.3	946	15.7
6	S	3.68	50.0	0.0	-94.2	0.0	30.7	946	15.7
7	S	1.36	-50.0	40.0	-41.8	-45.0	9.3	996	15.7
8	S	1.36	-50.0	40.0	-41.8	-45.0	9.3	996	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.36	-50.0	40.0	-41.8	-45.0	9.3	996	15.7
2	S	1.36	-50.0	40.0	-41.8	-45.0	9.3	996	15.7
3	S	1.36	-50.0	40.0	-41.8	-45.0	9.3	996	15.7
4	S	1.36	-50.0	40.0	-41.8	-45.0	9.3	996	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.837	20.0	40	0.00013 (0.00013)	497	0.062 (0.30)	90.39	0.00
2	S	-0.00030	0	0.837	20.0	40	0.00013 (0.00013)	497	0.062 (0.30)	90.39	0.00
3	S	-0.00030	0	0.837	20.0	40	0.00013 (0.00013)	497	0.062 (0.30)	90.39	0.00
4	S	-0.00030	0	0.837	20.0	40	0.00013 (0.00013)	497	0.062 (0.30)	90.39	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.63	-50.0	40.0	-17.5	-45.0	9.3	946	15.7

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00013	0	0.842	20.0	40	0.00005 (0.00005)	481	0.025 (0.20)	94.68	0.00

### 10.1.2.2 Verifica a presso flessione - Armatura orizzontale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale, costituita da barre  $\varnothing 26/20''$  internamente e  $\varnothing 20/20''$  esternamente. L'armatura interna è infittita con  $\varnothing 26/20''$  all'attacco con il muro andatore.

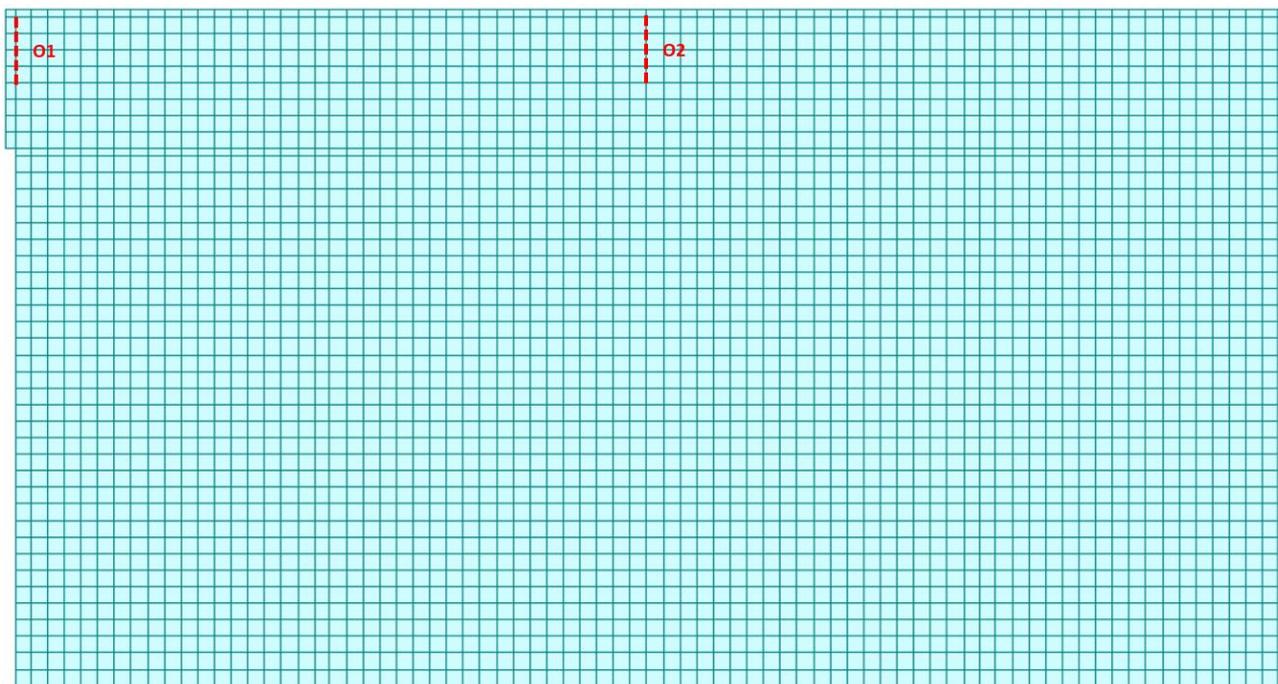


Figura 53 – Section-cut verticali trave paraghiaia

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Section cut	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Paraghiaia	O1	1.22	-113.80	5.78	0.101	4.03	0.081	20/200	26/200 + 26/200
	O2	2.73	-132.70	2.65	0.080	0.00	0.057	20/200	26/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 0.40 m).

## Sezione O1

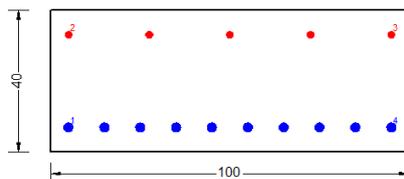


Figura 54 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

#### NOME FILE SEZIONE: O1

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.0	26
2	-45.0	33.0	20
3	45.0	33.0	20
4	45.0	7.0	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-131.10	251.10	0.00	0.00	0.00
2	-130.60	245.00	0.00	0.00	0.00
3	-546.20	426.30	0.00	0.00	0.00
4	-533.50	413.70	0.00	0.00	0.00
5	-181.30	190.90	0.00	0.00	0.00
6	-177.30	185.80	0.00	0.00	0.00
7	-168.90	200.90	0.00	0.00	0.00
8	-167.30	204.20	0.00	0.00	0.00
9	-167.70	203.60	0.00	0.00	0.00
10	-167.60	203.70	0.00	0.00	0.00
11	-148.70	190.30	0.00	0.00	0.00
12	-160.10	181.80	0.00	0.00	0.00
13	-152.60	187.90	0.00	0.00	0.00
14	-153.90	188.20	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-124.30	148.00	0.00
2	-123.10	150.40	0.00
3	-123.30	150.00	0.00
4	-123.30	150.00	0.00

5	-109.30	140.10	0.00
6	-117.70	133.80	0.00
7	-112.20	138.40	0.00
8	-113.00	138.50	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-111.30	137.00 (108.20)	0.00 (0.00)
2	-110.60	138.30 (108.28)	0.00 (0.00)
3	-110.80	138.00 (108.26)	0.00 (0.00)
4	-110.80	137.80 (108.26)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-76.50	104.50 (108.71)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-131.10	251.10	0.00	-130.85	563.22	0.00	2.29	53.1
2	S	-130.60	245.00	0.00	-130.85	563.22	0.00	2.35	53.1
3	S	-546.20	426.30	0.00	-546.16	512.23	0.00	1.22	53.1
4	S	-533.50	413.70	0.00	-533.26	513.87	0.00	1.27	53.1
5	S	-181.30	190.90	0.00	-181.05	557.28	0.00	3.06	53.1
6	S	-177.30	185.80	0.00	-177.59	557.69	0.00	3.15	53.1
7	S	-168.90	200.90	0.00	-168.98	558.71	0.00	2.89	53.1
8	S	-167.30	204.20	0.00	-167.26	558.91	0.00	2.84	53.1
9	S	-167.70	203.60	0.00	-167.69	558.86	0.00	2.85	53.1
10	S	-167.60	203.70	0.00	-167.69	558.86	0.00	2.85	53.1
11	S	-148.70	190.30	0.00	-148.51	561.13	0.00	3.06	53.1
12	S	-160.10	181.80	0.00	-159.99	559.77	0.00	3.22	53.1
13	S	-152.60	187.90	0.00	-152.75	560.63	0.00	3.10	53.1
14	S	-153.90	188.20	0.00	-153.60	560.53	0.00	3.10	53.1

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.324	50.0	40.0	0.00121	45.0	33.0	-0.00731	-45.0	7.0
2	0.00350	0.324	50.0	40.0	0.00121	45.0	33.0	-0.00731	-45.0	7.0
3	0.00350	0.269	50.0	40.0	0.00073	45.0	33.0	-0.00954	-45.0	7.0
4	0.00350	0.270	50.0	40.0	0.00075	45.0	33.0	-0.00946	-45.0	7.0
5	0.00350	0.317	50.0	40.0	0.00115	45.0	33.0	-0.00756	-45.0	7.0
6	0.00350	0.317	50.0	40.0	0.00116	45.0	33.0	-0.00754	-45.0	7.0
7	0.00350	0.318	50.0	40.0	0.00117	45.0	33.0	-0.00750	-45.0	7.0
8	0.00350	0.318	50.0	40.0	0.00117	45.0	33.0	-0.00749	-45.0	7.0
9	0.00350	0.318	50.0	40.0	0.00117	45.0	33.0	-0.00749	-45.0	7.0
10	0.00350	0.318	50.0	40.0	0.00117	45.0	33.0	-0.00749	-45.0	7.0
11	0.00350	0.321	50.0	40.0	0.00119	45.0	33.0	-0.00740	-45.0	7.0
12	0.00350	0.319	50.0	40.0	0.00118	45.0	33.0	-0.00745	-45.0	7.0
13	0.00350	0.321	50.0	40.0	0.00118	45.0	33.0	-0.00742	-45.0	7.0
14	0.00350	0.320	50.0	40.0	0.00118	45.0	33.0	-0.00742	-45.0	7.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000327613	-0.009604524	0.324	0.845
2	0.000000000	0.000327613	-0.009604524	0.324	0.845
3	0.000000000	0.000395011	-0.012300442	0.269	0.776
4	0.000000000	0.000392743	-0.012209738	0.270	0.778
5	0.000000000	0.000335046	-0.009901830	0.317	0.836
6	0.000000000	0.000334542	-0.009881674	0.317	0.836
7	0.000000000	0.000333282	-0.009831283	0.318	0.838
8	0.000000000	0.000333030	-0.009821205	0.318	0.838
9	0.000000000	0.000333093	-0.009823724	0.318	0.838
10	0.000000000	0.000333093	-0.009823724	0.318	0.838
11	0.000000000	0.000330259	-0.009710345	0.321	0.841
12	0.000000000	0.000331959	-0.009778373	0.319	0.839
13	0.000000000	0.000330889	-0.009735540	0.321	0.841
14	0.000000000	0.000331014	-0.009740579	0.320	0.841

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.68	-50.0	40.0	-112.3	-35.0	7.0	850	53.1
2	S	5.78	-50.0	40.0	-113.8	-45.0	7.0	850	53.1
3	S	5.76	-50.0	40.0	-113.6	-35.0	7.0	850	53.1
4	S	5.76	-50.0	40.0	-113.6	-35.0	7.0	850	53.1
5	S	5.39	-50.0	40.0	-105.6	-35.0	7.0	850	53.1
6	S	5.12	-50.0	40.0	-102.0	-45.0	7.0	850	53.1
7	S	5.32	-50.0	40.0	-104.7	-45.0	7.0	850	53.1
8	S	5.32	-50.0	40.0	-104.8	-25.0	7.0	850	53.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.26	-50.0	40.0	-103.6	-35.0	7.0	850	53.1
2	S	5.32	-50.0	40.0	-104.4	-45.0	7.0	850	53.1
3	S	5.31	-50.0	40.0	-104.3	-45.0	7.0	850	53.1
4	S	5.30	-50.0	40.0	-104.1	-45.0	7.0	850	53.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0	0.840	26.0	57	0.00032 (0.00031)	313	0.100 (0.30)	108.20	0.00
2	S	-0.00072	0	0.840	26.0	37	0.00032 (0.00031)	245	0.079 (0.30)	108.28	0.00
3	S	-0.00072	0	0.840	26.0	37	0.00032 (0.00031)	245	0.079 (0.30)	108.26	0.00
4	S	-0.00072	0	0.840	26.0	37	0.00032 (0.00031)	245	0.079 (0.30)	108.26	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.03	-50.0	40.0	-78.3	-45.0	7.0	850	53.1

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00054	0	0.839	26.0	37	0.00026 (0.00023)	245	0.063 (0.20)	108.71	0.00

### 10.1.2.3 Verifica a taglio

Il taglio sollecitante massimo è ottenuto dalla section-cut *O1* e risulta essere:

$$V_{ed} = 322.9 \text{ kN}$$

L'armatura trasversale è costituita da spille  $\emptyset 12$  disposte con passo regolare su tutta l'estensione del muro a formare una maglia 40 x 20 cm. Di seguito si riporta la verifica:

#### Caratteristiche materiali

CIs

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

Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.88	$N/mm^2$	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	3.25	$N/mm^2$	tensione di aderenza di progetto

Calcoli preliminari

$A_{sl}$	1570.8	$mm^2$	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0048		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0048		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	565.5	$mm^2$	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	11.067	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	8853	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	406.7	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	970.4	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	406.7	kN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	322.9	kN	sollecitazione di taglio da calcolo
$V_{Rd}$	>	$V_{Ed}$	

### 10.1.3 Muro andatore

#### 10.1.3.1 Verifica a presso flessione - Armatura verticale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, costituita, per la parte di spessore 1.00 m, da barre  $\varnothing 26/20''$  sia internamente che esternamente. L'armatura interna, per i primi metri d'altezza, è infittita con  $\varnothing 26/20''$  e con un secondo strato di  $\varnothing 30/10''$  nella parte posteriore del muro. Per la porzione di spessore 0.70 m, invece, l'armatura è costituita da  $\varnothing 20/20''$  sia internamente che esternamente.

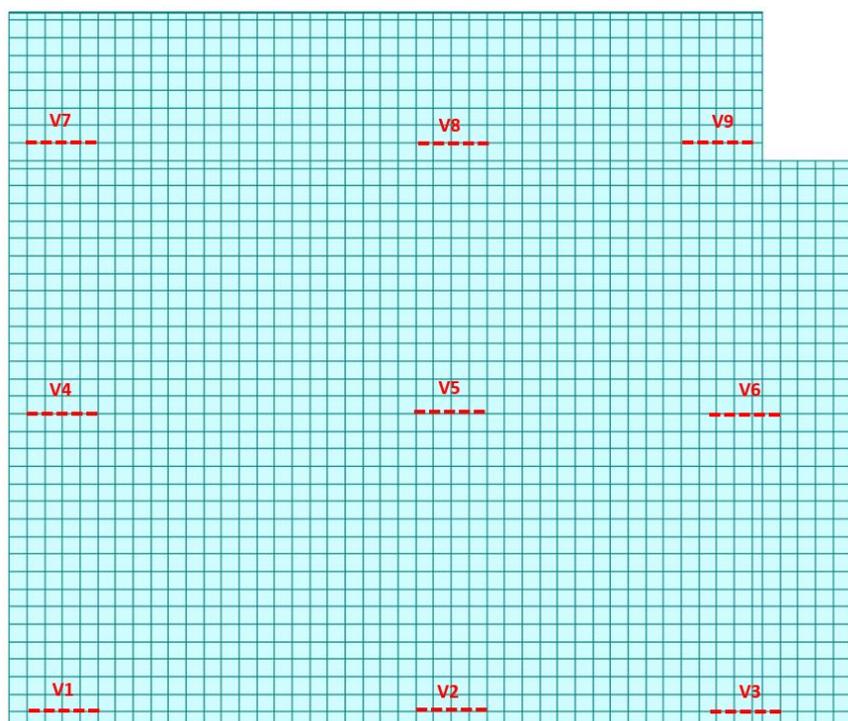


Figura 55 – Section-cut orizzontali muro andatore

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Section cut	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro andatore	V1	1.11	-140.00	6.68	0.186	5.30	0.163	26/200	26/100 + 30/100
	V2	1.16	-116.90	4.61	0.195	3.72	0.158	26/200	26/200 + 26/200
	V3	3.25	-2.80	1.51	0.003	1.19	0.001	26/200	26/200
	V4	2.89	-24.10	0.18	0.044	0.08	0.013	26/200	26/200
	V5	8.04	1.00	0.23	0.000	0.30	0.000	26/200	26/200
	V6	16.95	3.60	0.57	0.000	0.35	0.000	26/200	26/200
	V7	33.24	-6.00	0.19	0.016	0.21	0.017	20/200	20/200
	V8	18.63	-1.10	0.18	0.001	0.22	0.004	20/200	20/200
	V9	2.61	-50.40	1.57	0.111	1.16	0.080	20/200	20/200

Si esplicitano inoltre le verifiche delle due sezioni risultate più critiche (dimensioni 1.00 x 1.00 m e 1.00 x 0.70 m).

### Sezione VI

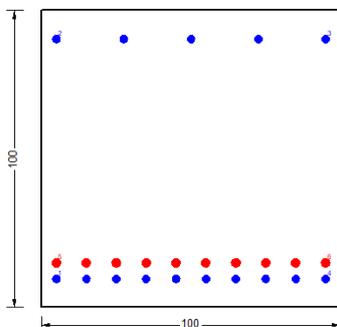


Figura 56 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: V1

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.6	26
2	-45.0	90.4	26
3	45.0	90.4	26
4	45.0	9.6	26
5	-45.0	15.0	30
6	45.0	15.0	30

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	3	26
3	5	6	8	30

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-902.10	1302.30	0.00	0.00	0.00
2	-890.30	1267.20	0.00	0.00	0.00
3	-506.80	3222.30	0.00	0.00	0.00
4	-506.50	3097.90	0.00	0.00	0.00
5	-276.80	1344.30	0.00	0.00	0.00
6	-320.50	1306.00	0.00	0.00	0.00
7	-182.10	1567.10	0.00	0.00	0.00
8	-269.80	1568.50	0.00	0.00	0.00
9	-257.00	1568.50	0.00	0.00	0.00
10	-261.20	1568.60	0.00	0.00	0.00
11	-203.30	1480.20	0.00	0.00	0.00
12	-112.30	1487.70	0.00	0.00	0.00
13	-201.00	1484.10	0.00	0.00	0.00
14	-211.40	1484.50	0.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-129.90	1156.80	0.00
2	-194.80	1157.80	0.00
3	-185.30	1157.80	0.00
4	-188.50	1157.90	0.00
5	-145.60	1092.40	0.00
6	-78.20	1097.90	0.00
7	-143.90	1095.30	0.00
8	-150.70	1095.50	0.00

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-102.50	1094.40 (739.74)	0.00 (0.00)
2	-137.60	1095.00 (736.04)	0.00 (0.00)
3	-131.70	1094.90 (736.65)	0.00 (0.00)
4	-124.30	1094.70 (737.43)	0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-45.80	908.20 (744.79)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-902.10	1302.30	0.00	-902.09	3435.13	0.00	2.96	123.8
2	S	-890.30	1267.20	0.00	-890.48	3439.18	0.00	3.05	123.8
3	S	-506.80	3222.30	0.00	-506.85	3567.71	0.00	1.11	123.8
4	S	-506.50	3097.90	0.00	-506.36	3567.86	0.00	1.16	123.8
5	S	-276.80	1344.30	0.00	-276.61	3638.29	0.00	2.79	123.8
6	S	-320.50	1306.00	0.00	-320.66	3625.05	0.00	2.88	123.8
7	S	-182.10	1567.10	0.00	-181.88	3666.47	0.00	2.38	123.8
8	S	-269.80	1568.50	0.00	-270.01	3640.27	0.00	2.38	123.8
9	S	-257.00	1568.50	0.00	-256.90	3644.21	0.00	2.38	123.8
10	S	-261.20	1568.60	0.00	-261.26	3642.90	0.00	2.38	123.8
11	S	-203.30	1480.20	0.00	-203.55	3660.06	0.00	2.52	123.8
12	S	-112.30	1487.70	0.00	-112.58	3686.75	0.00	2.50	123.8
13	S	-201.00	1484.10	0.00	-201.26	3660.74	0.00	2.52	123.8
14	S	-211.40	1484.50	0.00	-211.62	3657.67	0.00	2.51	123.8

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.224	50.0	100.0	0.00184	45.0	90.4	-0.01216	-45.0	9.6
2	0.00350	0.224	50.0	100.0	0.00184	45.0	90.4	-0.01211	-45.0	9.6
3	0.00350	0.249	50.0	100.0	0.00200	45.0	90.4	-0.01058	-45.0	9.6
4	0.00350	0.249	50.0	100.0	0.00200	45.0	90.4	-0.01058	-45.0	9.6
5	0.00350	0.266	50.0	100.0	0.00210	45.0	90.4	-0.00966	-45.0	9.6
6	0.00350	0.263	50.0	100.0	0.00208	45.0	90.4	-0.00983	-45.0	9.6
7	0.00350	0.273	50.0	100.0	0.00214	45.0	90.4	-0.00932	-45.0	9.6
8	0.00350	0.266	50.0	100.0	0.00210	45.0	90.4	-0.00964	-45.0	9.6
9	0.00350	0.267	50.0	100.0	0.00211	45.0	90.4	-0.00959	-45.0	9.6
10	0.00350	0.267	50.0	100.0	0.00211	45.0	90.4	-0.00961	-45.0	9.6
11	0.00350	0.271	50.0	100.0	0.00213	45.0	90.4	-0.00940	-45.0	9.6
12	0.00350	0.278	50.0	100.0	0.00216	45.0	90.4	-0.00908	-45.0	9.6
13	0.00350	0.272	50.0	100.0	0.00213	45.0	90.4	-0.00939	-45.0	9.6
14	0.00350	0.271	50.0	100.0	0.00213	45.0	90.4	-0.00942	-45.0	9.6

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000173181	-0.013818063	0.224	0.719
2	0.000000000	0.000172654	-0.013765392	0.224	0.720
3	0.000000000	0.000155776	-0.012077638	0.249	0.751
4	0.000000000	0.000155753	-0.012075347	0.249	0.751
5	0.000000000	0.000145609	-0.011060863	0.266	0.772
6	0.000000000	0.000147418	-0.011241775	0.263	0.768
7	0.000000000	0.000141784	-0.010678427	0.273	0.781
8	0.000000000	0.000145334	-0.011033382	0.266	0.773
9	0.000000000	0.000144784	-0.010978421	0.267	0.774
10	0.000000000	0.000144967	-0.010996742	0.267	0.774

11	0.000000000	0.000142654	-0.010765448	0.271	0.779
12	0.000000000	0.000139128	-0.010412783	0.278	0.788
13	0.000000000	0.000142563	-0.010756288	0.272	0.779
14	0.000000000	0.000142975	-0.010797509	0.271	0.778

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.69	-50.0	100.0	-137.7	-25.0	9.6	2050	123.8
2	S	6.63	-50.0	100.0	-140.2	-25.0	9.6	2100	123.8
3	S	6.64	-50.0	100.0	-139.9	-5.0	9.6	2100	123.8
4	S	6.64	-50.0	100.0	-140.0	-25.0	9.6	2100	123.8
5	S	6.29	-50.0	100.0	-130.9	-15.0	9.6	2050	123.8
6	S	6.40	-50.0	100.0	-129.0	-25.0	9.6	2050	123.8
7	S	6.31	-50.0	100.0	-131.2	-15.0	9.6	2050	123.8
8	S	6.31	-50.0	100.0	-131.4	-5.0	9.6	2050	123.8

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.35	-50.0	100.0	-129.5	-45.0	9.6	2050	123.8
2	S	6.32	-50.0	100.0	-130.9	-15.0	9.6	2050	123.8
3	S	6.32	-50.0	100.0	-130.7	-45.0	9.6	2050	123.8
4	S	6.33	-50.0	100.0	-130.4	-5.0	9.6	2050	123.8

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00077	0	0.836	28.1	37	0.00044 (0.00039)	258	0.114 (0.30)	739.74	0.00
2	S	-0.00077	0	0.837	28.1	83	0.00045 (0.00039)	415	0.187 (0.30)	736.04	0.00
3	S	-0.00077	0	0.837	28.1	37	0.00045 (0.00039)	258	0.116 (0.30)	736.65	0.00
4	S	-0.00077	0	0.836	28.1	83	0.00045 (0.00039)	415	0.186 (0.30)	737.43	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.31	-50.0	100.0	-106.0	-25.0	9.6	2050	123.8

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00063	0	0.835	28.1	83	0.00039 (0.00032)	414	0.163 (0.20)	744.79	0.00

## Sezione V9

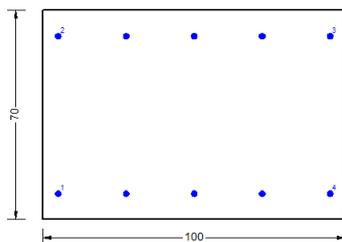


Figura 57 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: V9

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	70.0

3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.7	20
2	-45.0	61.3	20
3	45.0	61.3	20
4	45.0	8.7	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	35.80	148.40	0.00	0.00	0.00
2	30.70	144.10	0.00	0.00	0.00
3	280.50	175.60	0.00	0.00	0.00
4	269.20	170.40	0.00	0.00	0.00
5	116.90	90.30	0.00	0.00	0.00
6	102.20	89.30	0.00	0.00	0.00
7	148.00	96.60	0.00	0.00	0.00
8	154.80	95.20	0.00	0.00	0.00
9	154.00	95.20	0.00	0.00	0.00
10	154.40	95.10	0.00	0.00	0.00
11	128.90	94.90	0.00	0.00	0.00
12	152.90	82.80	0.00	0.00	0.00
13	143.90	89.00	0.00	0.00	0.00
14	140.40	87.90	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	109.50	71.40	0.00
2	114.60	70.30	0.00

3	114.00	70.40	0.00
4	114.30	70.30	0.00
5	95.40	70.10	0.00
6	113.10	61.20	0.00
7	106.50	65.70	0.00
8	104.20	65.10	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	108.10	67.40 (341.44)	0.00 (0.00)
2	110.90	66.90 (344.25)	0.00 (0.00)
3	110.50	66.90 (343.94)	0.00 (0.00)
4	109.80	67.10 (343.13)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	92.10	52.40 (349.58)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	35.80	148.40	0.00	35.86	390.80	0.00	2.63	31.4
2	S	30.70	144.10	0.00	30.52	389.33	0.00	2.70	31.4
3	S	280.50	175.60	0.00	280.56	458.16	0.00	2.61	31.4
4	S	269.20	170.40	0.00	269.37	455.09	0.00	2.67	31.4
5	S	116.90	90.30	0.00	116.90	413.14	0.00	4.58	31.4
6	S	102.20	89.30	0.00	102.45	409.16	0.00	4.58	31.4
7	S	148.00	96.60	0.00	148.15	421.75	0.00	4.37	31.4
8	S	154.80	95.20	0.00	154.61	423.53	0.00	4.45	31.4
9	S	154.00	95.20	0.00	153.96	423.35	0.00	4.45	31.4
10	S	154.40	95.10	0.00	154.61	423.53	0.00	4.45	31.4
11	S	128.90	94.90	0.00	128.67	416.39	0.00	4.39	31.4
12	S	152.90	82.80	0.00	152.67	423.00	0.00	5.11	31.4

13	S	143.90	89.00	0.00	143.62	420.51	0.00	4.72	31.4
14	S	140.40	87.90	0.00	140.38	419.61	0.00	4.77	31.4

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.109	-50.0	70.0	-0.00105	-45.0	61.3	-0.02857	-45.0	8.7
2	0.00350	0.109	-50.0	70.0	-0.00106	-45.0	61.3	-0.02865	-45.0	8.7
3	0.00350	0.121	-50.0	70.0	-0.00061	-45.0	61.3	-0.02547	-45.0	8.7
4	0.00350	0.120	-50.0	70.0	-0.00063	-45.0	61.3	-0.02560	-45.0	8.7
5	0.00350	0.113	-50.0	70.0	-0.00090	-45.0	61.3	-0.02753	-45.0	8.7
6	0.00350	0.112	-50.0	70.0	-0.00093	-45.0	61.3	-0.02771	-45.0	8.7
7	0.00350	0.114	-50.0	70.0	-0.00085	-45.0	61.3	-0.02713	-45.0	8.7
8	0.00350	0.115	-50.0	70.0	-0.00084	-45.0	61.3	-0.02705	-45.0	8.7
9	0.00350	0.115	-50.0	70.0	-0.00084	-45.0	61.3	-0.02706	-45.0	8.7
10	0.00350	0.115	-50.0	70.0	-0.00084	-45.0	61.3	-0.02705	-45.0	8.7
11	0.00350	0.113	-50.0	70.0	-0.00088	-45.0	61.3	-0.02738	-45.0	8.7
12	0.00350	0.114	-50.0	70.0	-0.00084	-45.0	61.3	-0.02707	-45.0	8.7
13	0.00350	0.114	-50.0	70.0	-0.00086	-45.0	61.3	-0.02719	-45.0	8.7
14	0.00350	0.114	-50.0	70.0	-0.00086	-45.0	61.3	-0.02723	-45.0	8.7

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000523220	-0.033125391	0.109	0.700
2	0.000000000	0.000524437	-0.033210619	0.109	0.700
3	0.000000000	0.000472624	-0.029583682	0.121	0.700
4	0.000000000	0.000474789	-0.029735199	0.120	0.700
5	0.000000000	0.000506174	-0.031932195	0.113	0.700
6	0.000000000	0.000509150	-0.032140530	0.112	0.700
7	0.000000000	0.000499681	-0.031477644	0.114	0.700
8	0.000000000	0.000498328	-0.031382946	0.115	0.700
9	0.000000000	0.000498463	-0.031392416	0.115	0.700
10	0.000000000	0.000498328	-0.031382946	0.115	0.700
11	0.000000000	0.000503739	-0.031761738	0.113	0.700
12	0.000000000	0.000498734	-0.031411355	0.114	0.700
13	0.000000000	0.000500628	-0.031543932	0.114	0.700
14	0.000000000	0.000501304	-0.031591282	0.114	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.60	-50.0	70.0	-47.8	-45.0	8.7	1649	15.7
2	S	1.57	-50.0	70.0	-45.2	-45.0	8.7	1649	15.7
3	S	1.57	-50.0	70.0	-45.5	-45.0	8.7	1649	15.7
4	S	1.57	-50.0	70.0	-45.3	-45.0	8.7	1649	15.7
5	S	1.57	-50.0	70.0	-50.4	-45.0	8.7	1699	15.7
6	S	1.35	-50.0	70.0	-35.7	-45.0	8.7	1599	15.7
7	S	1.46	-50.0	70.0	-42.4	-45.0	8.7	1649	15.7
8	S	1.45	-50.0	70.0	-42.4	-22.5	8.7	1649	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.50	-50.0	70.0	-43.8	-22.5	8.7	1649	15.7
2	S	1.49	-50.0	70.0	-42.5	-45.0	8.7	1649	15.7
3	S	1.49	50.0	70.0	-42.6	-45.0	8.7	1649	15.7
4	S	1.49	-50.0	70.0	-43.0	-45.0	8.7	1649	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\ eff}$
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00027	0	0.835	20.0	77	0.00013 (0.00013)	858	0.113 (0.30)	341.44	0.00
2	S	-0.00026	0	0.834	20.0	40	0.00013 (0.00013)	731	0.093 (0.30)	344.25	0.00
3	S	-0.00026	0	0.834	20.0	40	0.00013 (0.00013)	731	0.093 (0.30)	343.94	0.00
4	S	-0.00026	0	0.834	20.0	40	0.00013 (0.00013)	732	0.094 (0.30)	343.13	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.16	-50.0	70.0	-31.9	-45.0	8.7	1599	15.7

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00019	0	0.837	20.0	40	0.00010 (0.00010)	715	0.068 (0.20)	349.58	0.00

### 10.1.3.2 Verifica a presso flessione - Armatura orizzontale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale, costituita da barre  $\varnothing 20/20''$  sia internamente che esternamente. Nella parte di spessore 1.00 m, l'armatura interna è infittita con  $\varnothing 26/20''$  ai quali si aggiunge un secondo strato di  $\varnothing 26/20''$  nella parte più alta, mentre, nella porzione di spessore 0.70 m l'infittimento è costituito da  $\varnothing 20/20''$ .



Figura 58 – Section-cut verticali muro andatore

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Section cut	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro andatore	O1	1.21	-144.80	3.75	0.151	2.76	0.119	20/200	20/200 + 26/200 + 26/200
	O2	2.63	-92.50	0.07	0.168	0.00	0.133	20/200	20/200
	O3	1.56	-116.20	2.60	0.148	1.96	0.120	20/200	20/200 + 26/200
	O4	6.20	-53.40	0.24	0.138	0.22	0.118	20/200	20/200
	O5	1.57	-109.20	2.27	0.150	1.60	0.112	20/200	20/200 + 20/200
	O6	3.29	-79.70	0.00	0.145	0.00	0.115	20/200	20/200

Si esplicitano inoltre le verifiche delle due sezioni risultate più critiche (dimensioni 1.00 x 1.00 m e 1.00 x 0.70 m).

## Sezione O1

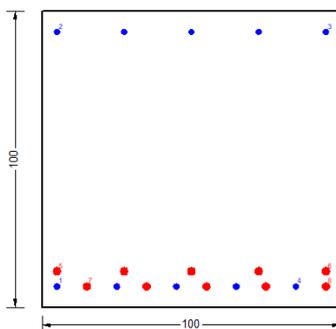


Figura 59 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: O1

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.0	20
2	-45.0	93.0	20
3	45.0	93.0	20
4	35.0	7.0	20
5	-45.0	12.2	26
6	45.0	12.2	26
7	-35.0	7.0	26
8	45.0	7.0	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20
3	5	6	3	26
4	7	8	3	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-1277.20	866.80	0.00	0.00	0.00
2	-1236.60	842.40	0.00	0.00	0.00
3	-615.20	1709.00	0.00	0.00	0.00
4	-596.80	1653.50	0.00	0.00	0.00
5	-560.30	739.30	0.00	0.00	0.00
6	-528.20	721.90	0.00	0.00	0.00
7	-531.30	820.30	0.00	0.00	0.00
8	-612.50	819.10	0.00	0.00	0.00
9	-599.80	818.80	0.00	0.00	0.00
10	-603.30	818.50	0.00	0.00	0.00
11	-580.10	778.30	0.00	0.00	0.00
12	-425.10	753.30	0.00	0.00	0.00
13	-545.30	767.00	0.00	0.00	0.00
14	-550.60	766.90	0.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-389.30	605.20	0.00
2	-449.40	604.30	0.00
3	-440.00	604.00	0.00
4	-442.60	603.80	0.00
5	-425.40	574.00	0.00
6	-310.60	555.50	0.00
7	-399.60	565.70	0.00
8	-403.10	565.60	0.00

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-366.50	566.40 (599.84)	0.00 (0.00)
2	-399.10	565.90 (594.61)	0.00 (0.00)
3	-393.30	565.80 (595.51)	0.00 (0.00)
4	-387.00	566.30 (596.56)	0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-307.80	449.90 (596.49)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-1277.20	866.80	0.00	-1277.04	1755.09	8.57	2.64	68.8
2	S	-1236.60	842.40	0.00	-1236.77	1772.20	20.37	2.76	68.8
3	S	-615.20	1709.00	0.00	-615.26	2034.53	8.33	1.21	68.8
4	S	-596.80	1653.50	0.00	-596.72	2042.19	8.25	1.26	68.8
5	S	-560.30	739.30	0.00	-560.06	2057.06	6.45	3.21	68.8
6	S	-528.20	721.90	0.00	-528.31	2069.72	16.98	3.29	68.8
7	S	-531.30	820.30	0.00	-531.28	2068.53	15.38	2.82	68.8
8	S	-612.50	819.10	0.00	-612.32	2035.53	6.52	2.83	68.8
9	S	-599.80	818.80	0.00	-599.83	2040.67	6.24	2.83	68.8
10	S	-603.30	818.50	0.00	-603.20	2039.29	6.32	2.83	68.8
11	S	-580.10	778.30	0.00	-580.01	2048.86	6.35	3.01	68.8
12	S	-425.10	753.30	0.00	-425.20	2111.84	12.96	3.11	68.8
13	S	-545.30	767.00	0.00	-545.51	2062.67	16.70	3.06	68.8
14	S	-550.60	766.90	0.00	-550.83	2060.48	16.86	3.06	68.8

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.096	50.0	100.0	0.00076	45.0	93.0	-0.03298	-45.0	7.0
2	0.00350	0.100	50.0	100.0	0.00089	45.0	93.0	-0.03138	-45.0	7.0
3	0.00350	0.129	50.0	100.0	0.00146	45.0	93.0	-0.02373	-45.0	7.0
4	0.00350	0.130	50.0	100.0	0.00147	45.0	93.0	-0.02351	-45.0	7.0
5	0.00350	0.131	50.0	100.0	0.00149	45.0	93.0	-0.02325	-45.0	7.0
6	0.00350	0.135	50.0	100.0	0.00156	45.0	93.0	-0.02238	-45.0	7.0
7	0.00350	0.135	50.0	100.0	0.00155	45.0	93.0	-0.02250	-45.0	7.0
8	0.00350	0.128	50.0	100.0	0.00145	45.0	93.0	-0.02384	-45.0	7.0
9	0.00350	0.129	50.0	100.0	0.00146	45.0	93.0	-0.02372	-45.0	7.0
10	0.00350	0.128	50.0	100.0	0.00146	45.0	93.0	-0.02375	-45.0	7.0
11	0.00350	0.130	50.0	100.0	0.00148	45.0	93.0	-0.02348	-45.0	7.0
12	0.00350	0.140	50.0	100.0	0.00162	45.0	93.0	-0.02153	-45.0	7.0
13	0.00350	0.134	50.0	100.0	0.00155	45.0	93.0	-0.02258	-45.0	7.0
14	0.00350	0.134	50.0	100.0	0.00154	45.0	93.0	-0.02263	-45.0	7.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000003954	0.000388249	-0.035522645	0.096	0.700
2	0.000005542	0.000369379	-0.033714967	0.100	0.700
3	0.000003573	0.000289094	-0.025588023	0.129	0.700
4	0.000003547	0.000286852	-0.025362611	0.130	0.700
5	0.000003108	0.000284455	-0.025100897	0.131	0.700
6	0.000004267	0.000273892	-0.024102560	0.135	0.700
7	0.000004073	0.000275424	-0.024246028	0.135	0.700
8	0.000003149	0.000290816	-0.025738995	0.128	0.700
9	0.000003092	0.000289540	-0.025608565	0.129	0.700
10	0.000003109	0.000289879	-0.025643281	0.128	0.700

11	0.000003100	0.000286953	-0.025350282	0.130	0.700
12	0.000003726	0.000265330	-0.023219305	0.140	0.700
13	0.000004247	0.000276091	-0.024321485	0.134	0.700
14	0.000004273	0.000276598	-0.024373467	0.134	0.700

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.75	50.0	100.0	-140.7	-45.0	7.0	2376	68.8
2	S	3.66	50.0	100.0	-144.8	-45.0	7.0	2381	68.8
3	S	3.67	50.0	100.0	-144.1	-45.0	7.0	2380	68.8
4	S	3.67	50.0	100.0	-144.2	-45.0	7.0	2381	68.8
5	S	3.48	50.0	100.0	-137.4	-45.0	7.0	2381	68.8
6	S	3.50	50.0	100.0	-125.8	-45.0	7.0	2373	68.8
7	S	3.46	50.0	100.0	-134.0	-45.0	7.0	2380	68.8
8	S	3.45	50.0	100.0	-134.3	-45.0	7.0	2380	68.8

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.51	50.0	100.0	-131.8	-45.0	7.0	2377	68.8
2	S	3.46	50.0	100.0	-134.0	-45.0	7.0	2379	68.8
3	S	3.47	50.0	100.0	-133.6	-45.0	7.0	2379	68.8
4	S	3.48	50.0	100.0	-133.3	-45.0	7.0	2378	68.8

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00073	0	0.835	24.3	40	0.00040 (0.00040)	375	0.148 (0.30)	599.84	0.00
2	S	-0.00074	0	0.836	24.3	40	0.00040 (0.00040)	375	0.151 (0.30)	594.61	0.00
3	S	-0.00074	0	0.836	24.3	40	0.00040 (0.00040)	375	0.150 (0.30)	595.51	0.00
4	S	-0.00074	0	0.836	24.3	40	0.00040 (0.00040)	375	0.150 (0.30)	596.56	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.76	50.0	100.0	-105.9	-45.0	7.0	2378	68.8

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00058	0	0.836	24.3	40	0.00032 (0.00032)	375	0.119 (0.20)	596.49	0.00

Sezione O5

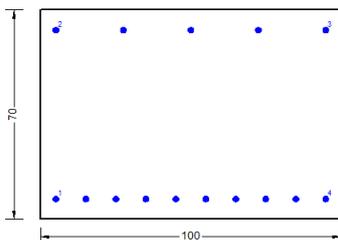


Figura 60 – Sezione implementata in RC-SEC

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**

**NOME FILE SEZIONE: O5**

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	70.0

3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	6.7	20
2	-45.0	63.3	20
3	45.0	63.3	20
4	45.0	6.7	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-270.60	275.30	0.00	0.00	0.00
2	-263.50	268.40	0.00	0.00	0.00
3	-326.50	420.20	0.00	0.00	0.00
4	-316.80	407.60	0.00	0.00	0.00
5	-172.40	196.80	0.00	0.00	0.00
6	-164.40	191.40	0.00	0.00	0.00
7	-180.80	208.80	0.00	0.00	0.00
8	-196.60	213.10	0.00	0.00	0.00
9	-194.10	212.30	0.00	0.00	0.00
10	-194.80	212.40	0.00	0.00	0.00
11	-171.90	199.00	0.00	0.00	0.00
12	-163.30	187.80	0.00	0.00	0.00
13	-175.30	195.90	0.00	0.00	0.00
14	-176.30	196.20	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	-132.70	153.80	0.00
2	-144.40	157.00	0.00

3	-142.60	156.40	0.00
4	-143.10	156.50	0.00
5	-126.10	146.60	0.00
6	-119.70	138.20	0.00
7	-128.60	144.20	0.00
8	-129.30	144.40	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-122.20	142.50 (273.96)	0.00 (0.00)
2	-128.50	144.20 (272.96)	0.00 (0.00)
3	-127.40	143.90 (273.13)	0.00 (0.00)
4	-126.20	143.60 (273.32)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-92.40	109.30 (274.33)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-270.60	275.30	0.00	-270.56	657.54	0.00	2.53	31.4
2	S	-263.50	268.40	0.00	-263.62	659.55	0.00	2.61	31.4
3	S	-326.50	420.20	0.00	-326.48	641.39	0.00	1.57	31.4
4	S	-316.80	407.60	0.00	-316.80	644.19	0.00	1.63	31.4
5	S	-172.40	196.80	0.00	-172.48	685.79	0.00	3.71	31.4
6	S	-164.40	191.40	0.00	-164.26	688.15	0.00	3.82	31.4
7	S	-180.80	208.80	0.00	-180.73	683.42	0.00	3.48	31.4
8	S	-196.60	213.10	0.00	-196.80	678.80	0.00	3.39	31.4
9	S	-194.10	212.30	0.00	-194.02	679.60	0.00	3.41	31.4
10	S	-194.80	212.40	0.00	-194.57	679.44	0.00	3.41	31.4
11	S	-171.90	199.00	0.00	-171.93	685.95	0.00	3.66	31.4
12	S	-163.30	187.80	0.00	-163.16	688.47	0.00	3.90	31.4

13	S	-175.30	195.90	0.00	-175.22	685.00	0.00	3.73	31.4
14	S	-176.30	196.20	0.00	-176.32	684.69	0.00	3.72	31.4

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.105	50.0	70.0	-0.00004	45.0	63.3	-0.02996	-45.0	6.7
2	0.00350	0.105	50.0	70.0	-0.00003	45.0	63.3	-0.02985	-45.0	6.7
3	0.00350	0.102	50.0	70.0	-0.00014	45.0	63.3	-0.03088	-45.0	6.7
4	0.00350	0.102	50.0	70.0	-0.00012	45.0	63.3	-0.03073	-45.0	6.7
5	0.00350	0.110	50.0	70.0	0.00012	45.0	63.3	-0.02843	-45.0	6.7
6	0.00350	0.110	50.0	70.0	0.00013	45.0	63.3	-0.02831	-45.0	6.7
7	0.00350	0.109	50.0	70.0	0.00011	45.0	63.3	-0.02856	-45.0	6.7
8	0.00350	0.108	50.0	70.0	0.00008	45.0	63.3	-0.02880	-45.0	6.7
9	0.00350	0.109	50.0	70.0	0.00009	45.0	63.3	-0.02875	-45.0	6.7
10	0.00350	0.108	50.0	70.0	0.00009	45.0	63.3	-0.02876	-45.0	6.7
11	0.00350	0.110	50.0	70.0	0.00012	45.0	63.3	-0.02842	-45.0	6.7
12	0.00350	0.110	50.0	70.0	0.00014	45.0	63.3	-0.02829	-45.0	6.7
13	0.00350	0.109	50.0	70.0	0.00012	45.0	63.3	-0.02847	-45.0	6.7
14	0.00350	0.109	50.0	70.0	0.00011	45.0	63.3	-0.02849	-45.0	6.7

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000528655	-0.033505849	0.105	0.700
2	0.000000000	0.000526824	-0.033377649	0.105	0.700
3	0.000000000	0.000543176	-0.034522288	0.102	0.700
4	0.000000000	0.000540690	-0.034348303	0.102	0.700
5	0.000000000	0.000504454	-0.031811784	0.110	0.700
6	0.000000000	0.000502492	-0.031674428	0.110	0.700
7	0.000000000	0.000506416	-0.031949141	0.109	0.700
8	0.000000000	0.000510210	-0.032214697	0.108	0.700
9	0.000000000	0.000509556	-0.032168911	0.109	0.700
10	0.000000000	0.000509687	-0.032178069	0.108	0.700
11	0.000000000	0.000504323	-0.031802627	0.110	0.700
12	0.000000000	0.000502230	-0.031656114	0.110	0.700
13	0.000000000	0.000505108	-0.031857570	0.109	0.700
14	0.000000000	0.000505370	-0.031875884	0.109	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.24	-50.0	70.0	-106.1	-45.0	6.7	1650	31.4
2	S	2.27	-50.0	70.0	-109.6	-35.0	6.7	1650	31.4
3	S	2.27	-50.0	70.0	-109.0	-25.0	6.7	1650	31.4
4	S	2.27	-50.0	70.0	-109.2	-25.0	6.7	1650	31.4
5	S	2.14	-50.0	70.0	-101.0	-25.0	6.7	1650	31.4
6	S	2.01	-50.0	70.0	-95.4	-45.0	6.7	1650	31.4
7	S	2.09	-50.0	70.0	-100.1	-25.0	6.7	1650	31.4
8	S	2.10	-50.0	70.0	-100.3	-25.0	6.7	1650	31.4

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.08	-50.0	70.0	-98.1	-25.0	6.7	1650	31.4
2	S	2.09	-50.0	70.0	-100.1	-45.0	6.7	1650	31.4
3	S	2.09	-50.0	70.0	-99.7	-35.0	6.7	1650	31.4
4	S	2.09	-50.0	70.0	-99.4	-45.0	6.7	1650	31.4

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\ eff}$
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00056	0	0.852	20.0	57	0.00029 (0.00029)	498	0.147 (0.30)	273.96	0.00
2	S	-0.00057	0	0.852	20.0	40	0.00030 (0.00030)	440	0.132 (0.30)	272.96	0.00
3	S	-0.00057	0	0.852	20.0	57	0.00030 (0.00030)	498	0.149 (0.30)	273.13	0.00
4	S	-0.00057	0	0.852	20.0	40	0.00030 (0.00030)	440	0.131 (0.30)	273.32	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.60	-50.0	70.0	-75.1	-45.0	6.7	1650	31.4

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00043	0	0.851	20.0	40	0.00023 (0.00023)	440	0.099 (0.20)	274.33	0.00

### 10.1.3.3 Verifica a taglio

Per la parte di muro con spessore pari a 1.00 m, il taglio sollecitante massimo è ottenuto dalla section-cut VI e risulta essere:

$$V_{ed} = 1247.2 \text{ kN}$$

Dalla section-cut V2 si ottiene, invece, un taglio sollecitante pari a:

$$V_{ed} = 651.3 \text{ kN}$$

L'armatura trasversale è quindi costituita da spille  $\varnothing 12$  disposte con passo regolare su tutta l'estensione del muro a formare una maglia 40 x 20 cm, con un infittimento nella zona adiacente la section-cut VI, dove, per un'area di dimensioni pari a 3.00 m x 2.00 m, le spille sono disposte secondo una maglia 20 x 20 cm. Di seguito si riportano le verifiche:

#### Caratteristiche materiali

Cls

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

Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$

Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$

Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.88	$\text{N/mm}^2$	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	3.25	$\text{N/mm}^2$	tensione di aderenza di progetto

### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	$mm^2$	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0029		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0029		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	565.5	$mm^2$	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

### Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	11.067	$N/mm^2$	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	22133	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	2228.0	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	2658.2	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	2228.0	kN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	1247.2	kN	sollecitazione di taglio da calcolo
$V_{Rd}$	>	$V_{Ed}$	

## Caratteristiche materiali

### CIs

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

### Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

### Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

### Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.88	$N/mm^2$	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	3.25	$N/mm^2$	tensione di aderenza di progetto

### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	$mm^2$	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0029		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0029		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	282.7	$mm^2$	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	11.067	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	22133	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	1114.0	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	2658.2	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	1114.0	kN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	651.3	kN	sollecitazione di taglio da calcolo
$V_{Rd}$	>	$V_{Ed}$	

## 10.2 Platea di fondazione

Per il dimensionamento e la verifica delle armature nelle due direzioni longitudinale e trasversale sono state analizzate due distinte sezioni di larghezza unitaria ed altezza pari a quella della platea di fondazione. Tali sezioni sono state verificate a flessione retta, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.2.4 del DM 2018 e a taglio, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.5 della medesima normativa. Tale procedimento consente di valutare la capacità resistente locale dell'elemento, trascurando, a vantaggio di sicurezza, la capacità di ridistribuire le sollecitazioni.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in assenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \left[ 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}$$

$d$  è l'altezza utile della sezione

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ( $\leq 0.02$ )

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \cdot f_{cd}$ )

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm)

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in presenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rsd}; V_{Rcd} \}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{t} \cdot f_{yd} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{A_{sw}}{t} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) / (1 + \cot g^2\theta)$$

dove:

$\theta$  è l'angolo di inclinazione del puntone compresso  $1 \leq \cot g\theta \leq 2.5$

$A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale

$s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta  $f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$

$\alpha_c = 1$  per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$  per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25f_{cd}$

1.25 per  $0.25f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5f_{cd}$

$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$  per  $0.5f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

A favore di sicurezza non si è considerato il contributo benefico della compressione, ed il coefficiente  $\alpha_c$  è stato assunto sempre pari a 1.

Per l'elemento in questione è stato considerato un comportamento non dissipativo.

### 10.2.1 Verifica a flessione

Le sollecitazioni utilizzate per le verifiche a flessione sono state ricavate con il metodo Wood-Armer, utilizzando gli involuppi di tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi. In particolare si è fatto riferimento alla massime sollecitazioni ottenute nei nodi centrali di tutti gli elementi "plate" che costituiscono la fondazione.

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale delle sezioni in oggetto vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

Si riportano di seguito i momenti flettenti Wood-Armer ottenuti in direzione longitudinale (Direzione 1) e trasversale (Direzione 2) per la superficie superiore (Top) e per quella inferiore (Bottom) della platea.

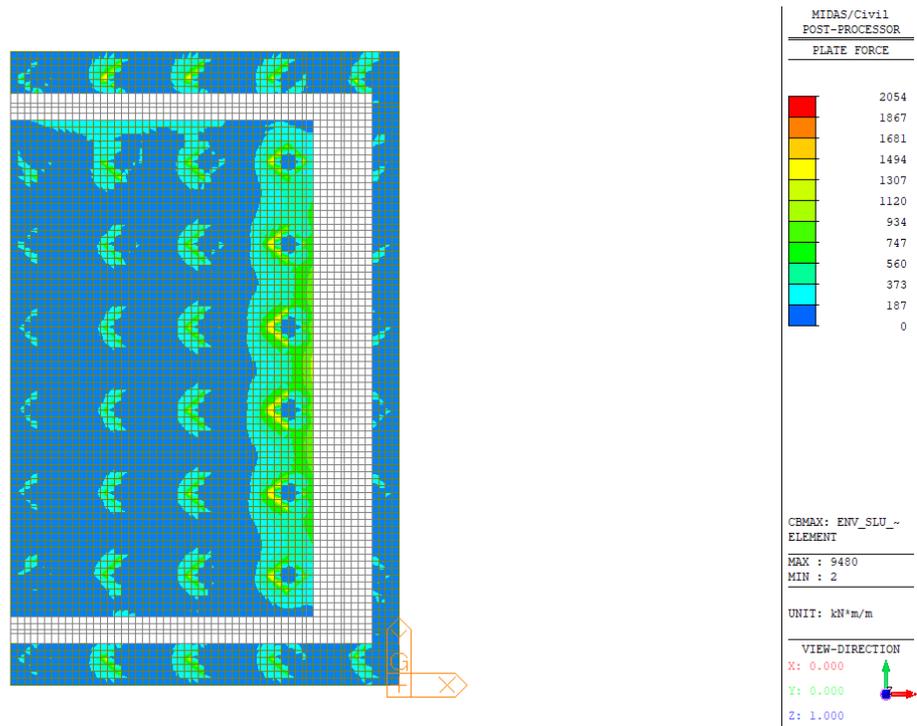


Figura 61 – Involuppo SLU – W-A Moment Top Direzione 1

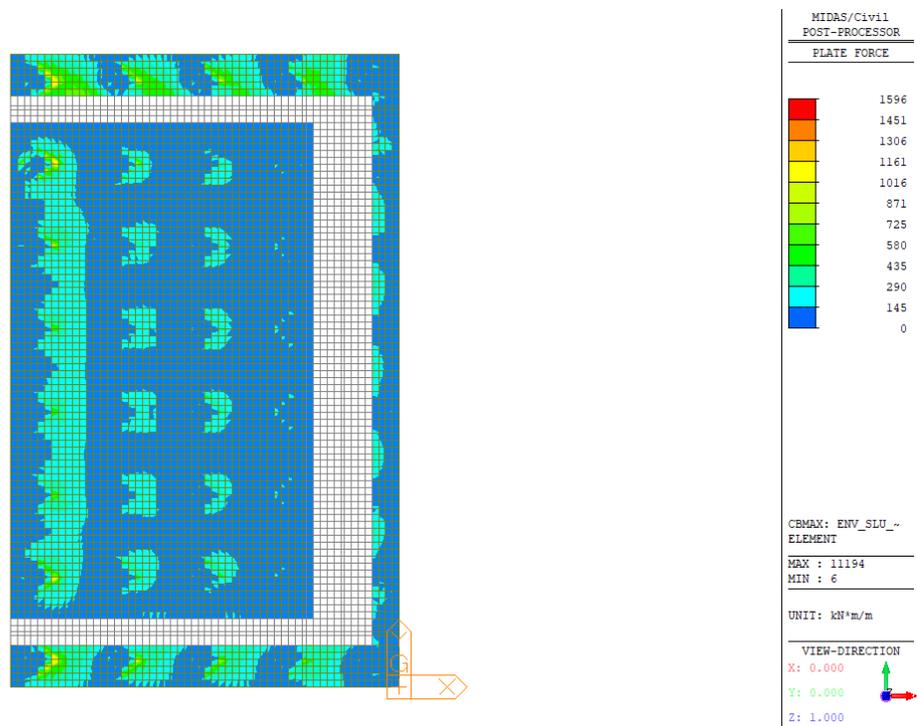


Figura 62 – Involuppo SLU – W-A Moment Bottom Direzione 1

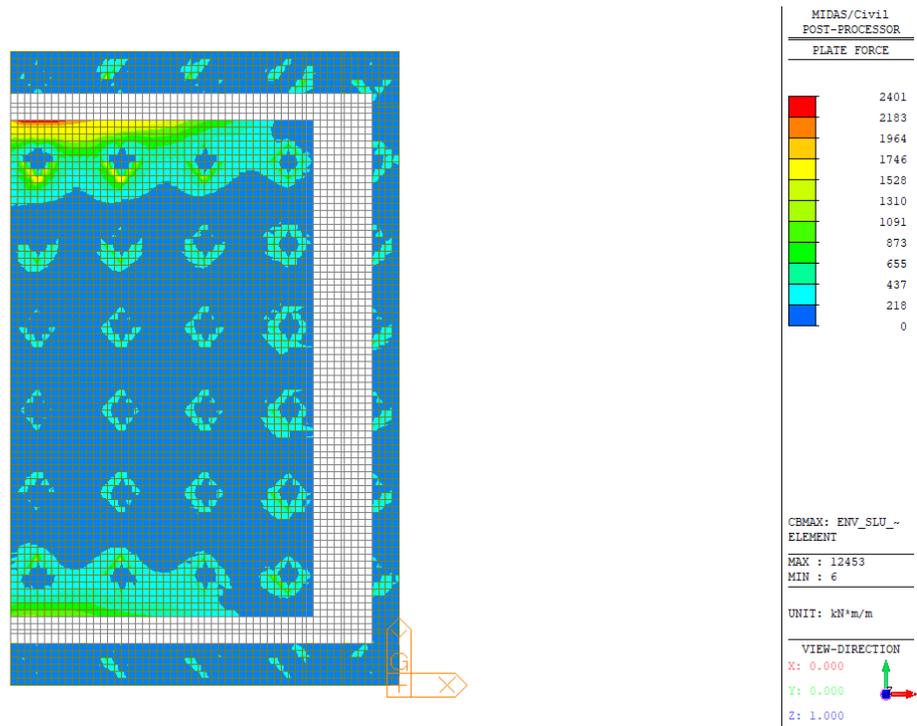


Figura 63 – Involuppo SLU – W-A Moment Top Direzione 2

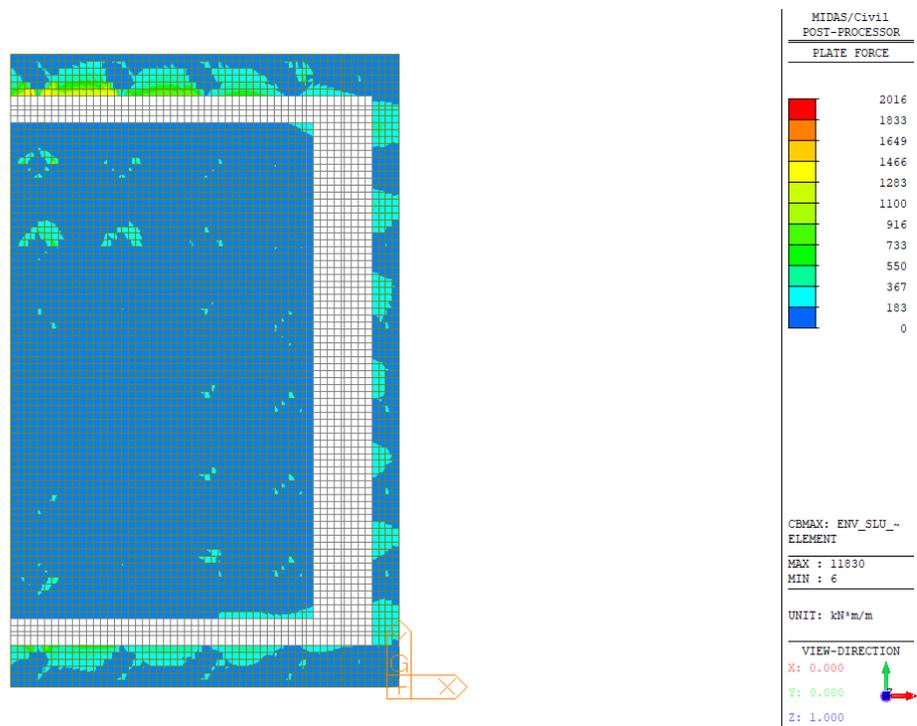


Figura 64 – Involuppo SLU – W-A Moment Bottom Direzione 2

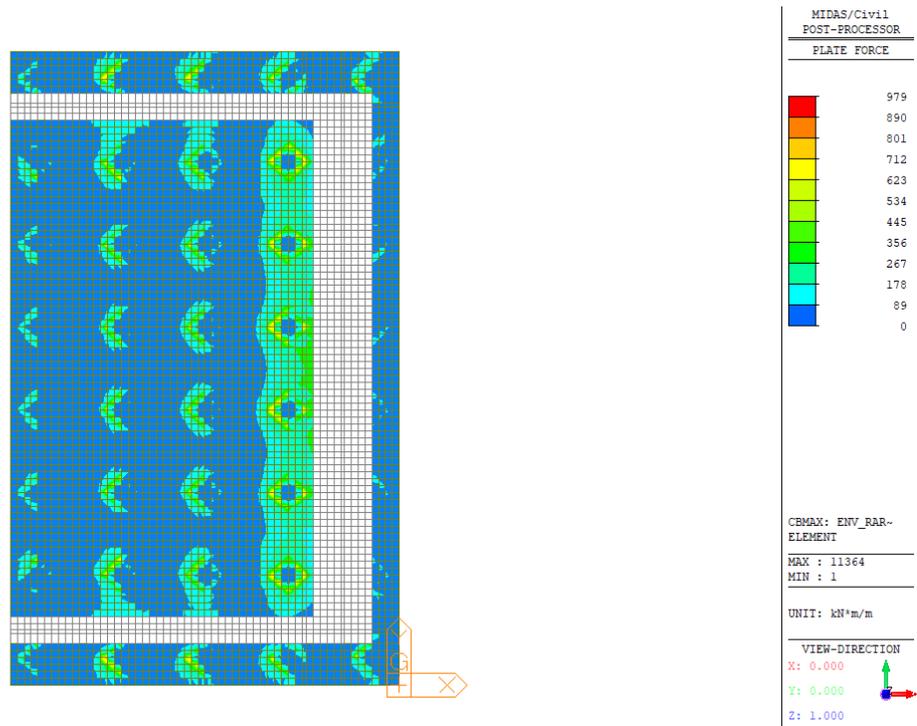


Figura 65 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Top Direzione 1

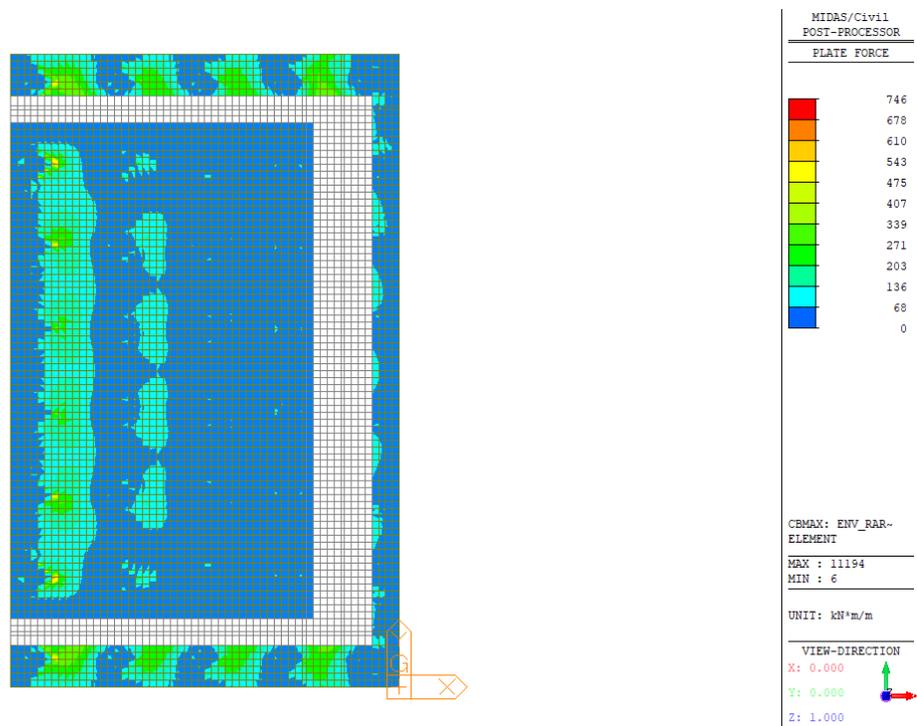


Figura 66 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Bottom Direzione 1

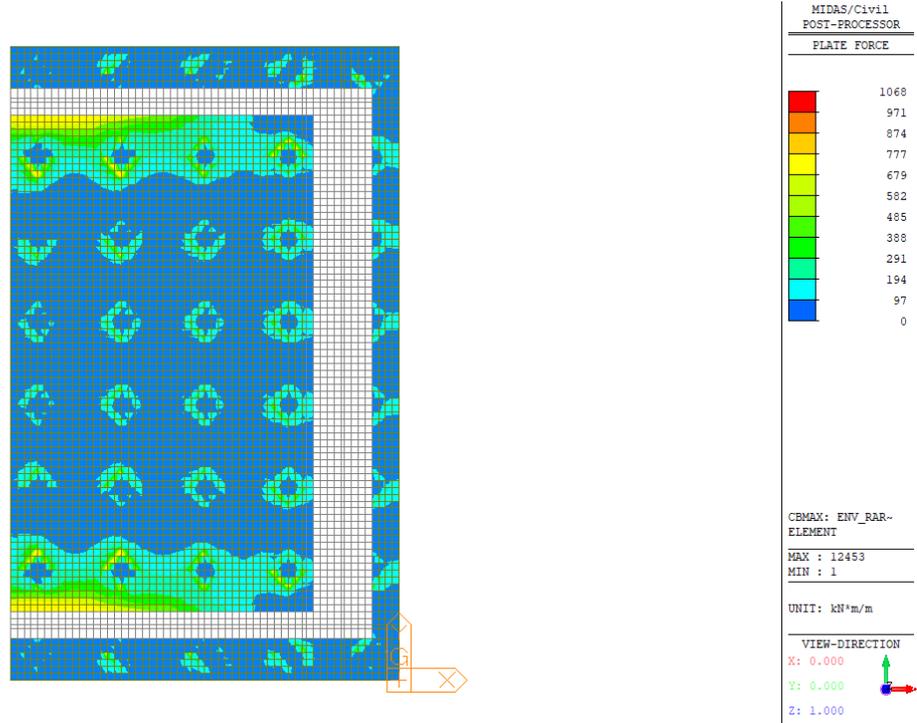


Figura 67 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Top Direzione 2

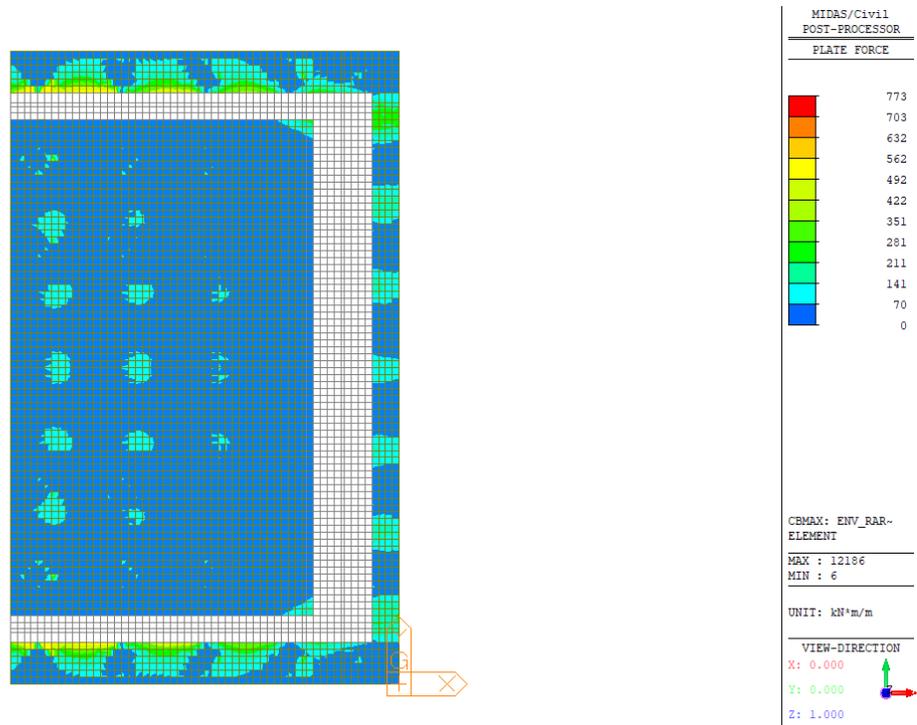


Figura 68 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Bottom Direzione 2

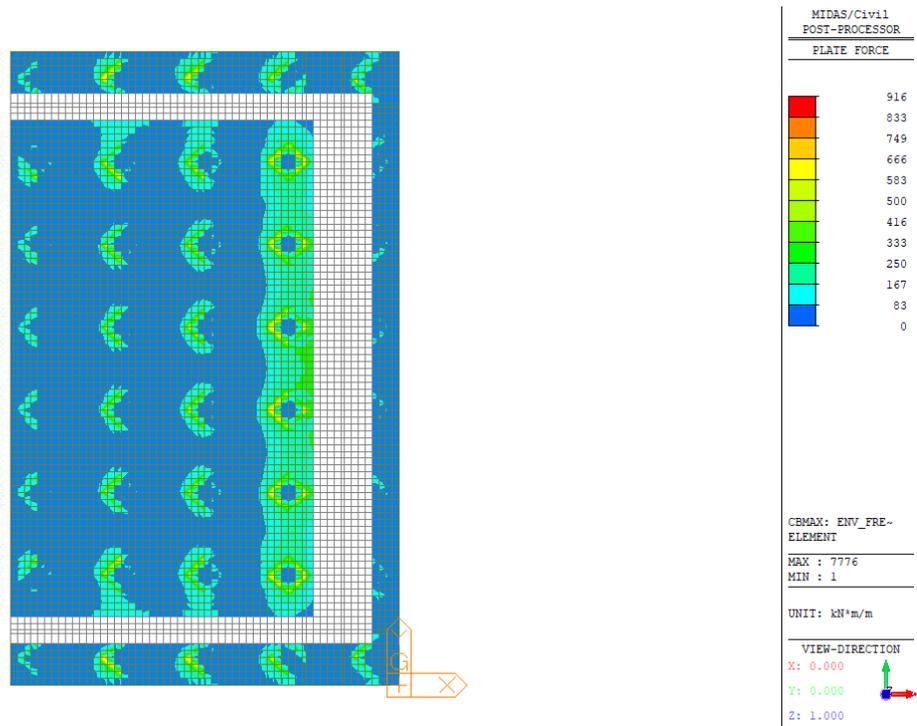


Figura 69 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Top Direzione 1

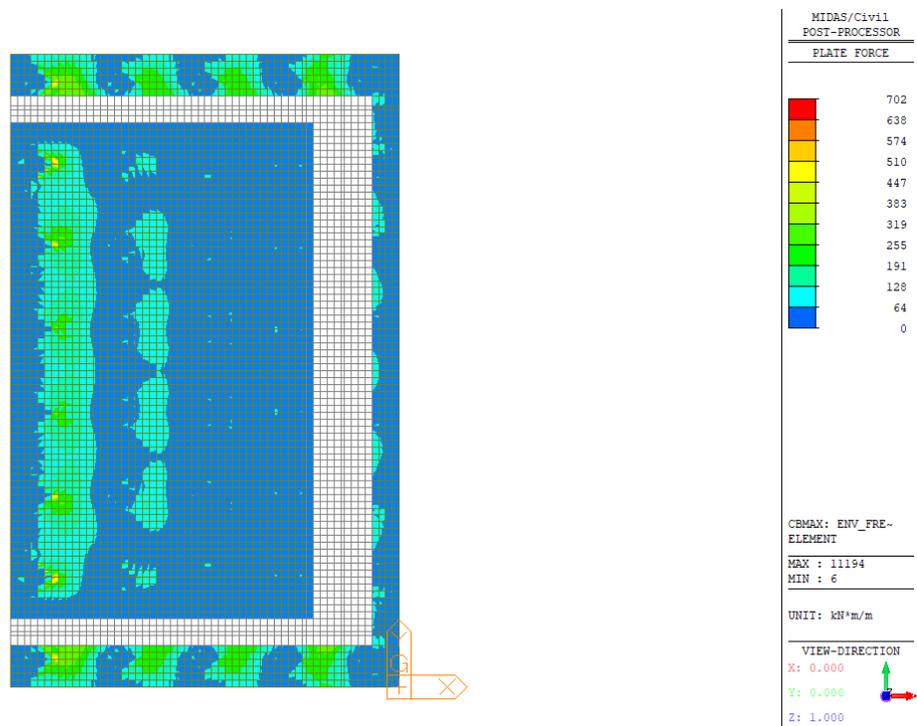


Figura 70 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Bottom Direzione 1

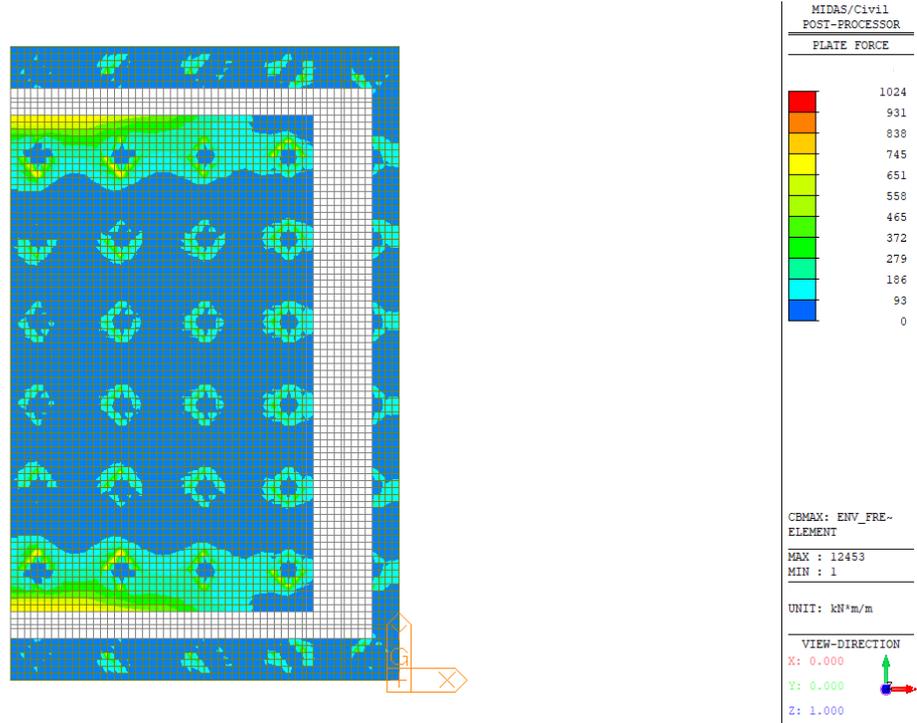


Figura 71 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Top Direzione 2

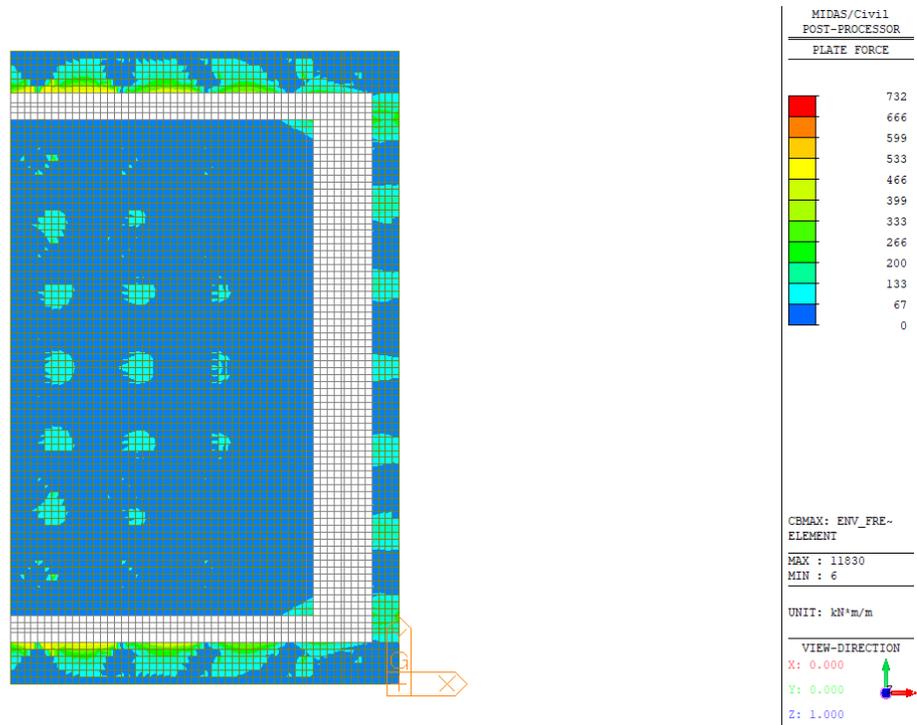


Figura 72 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Bottom Direzione 2

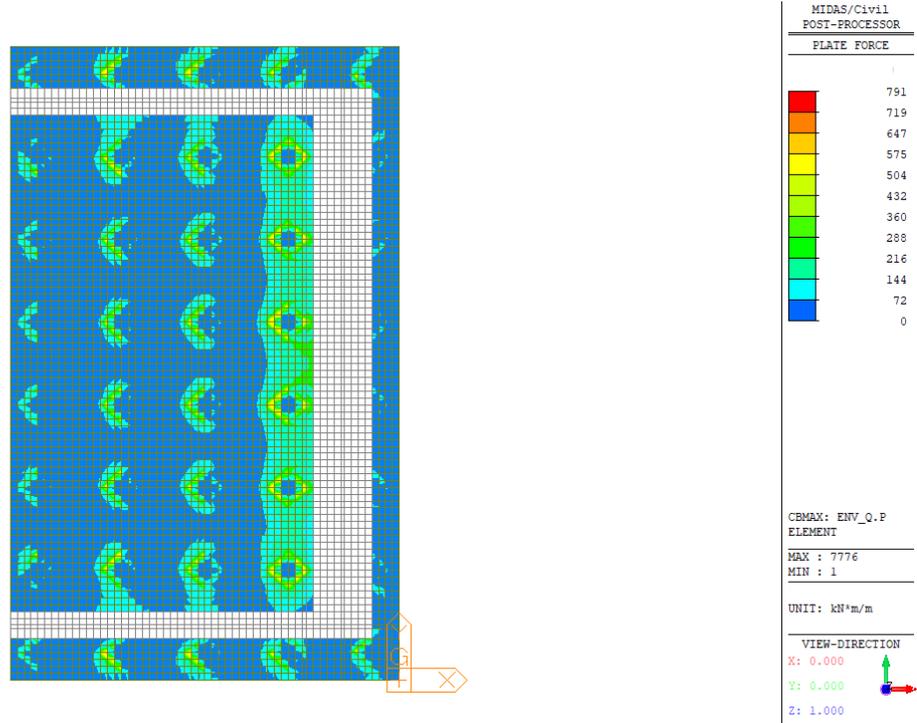


Figura 73 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Top Direzione 1

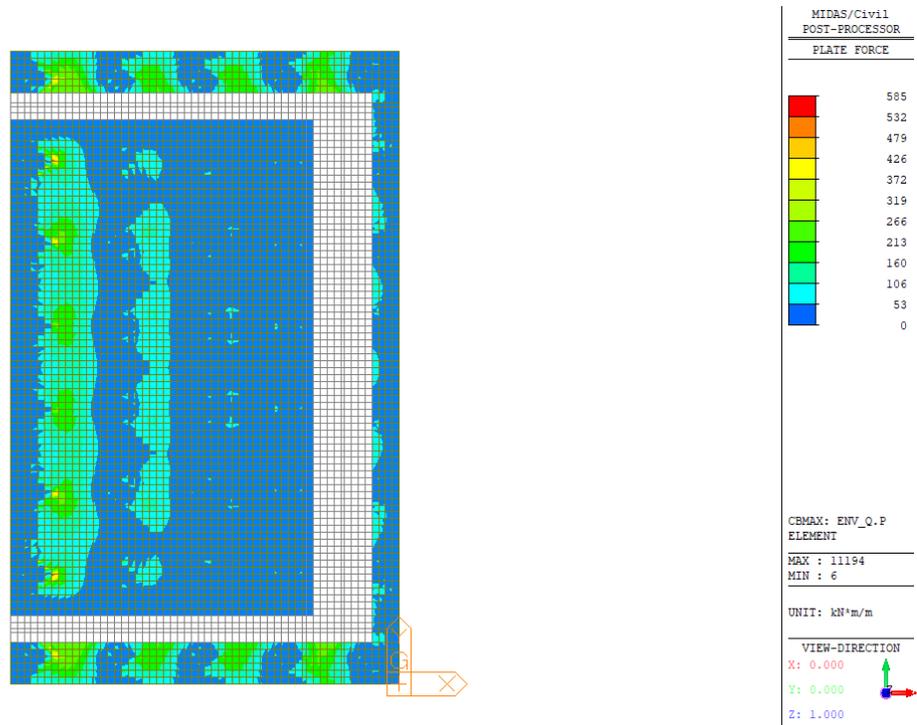


Figura 74 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Bottom Direzione 1

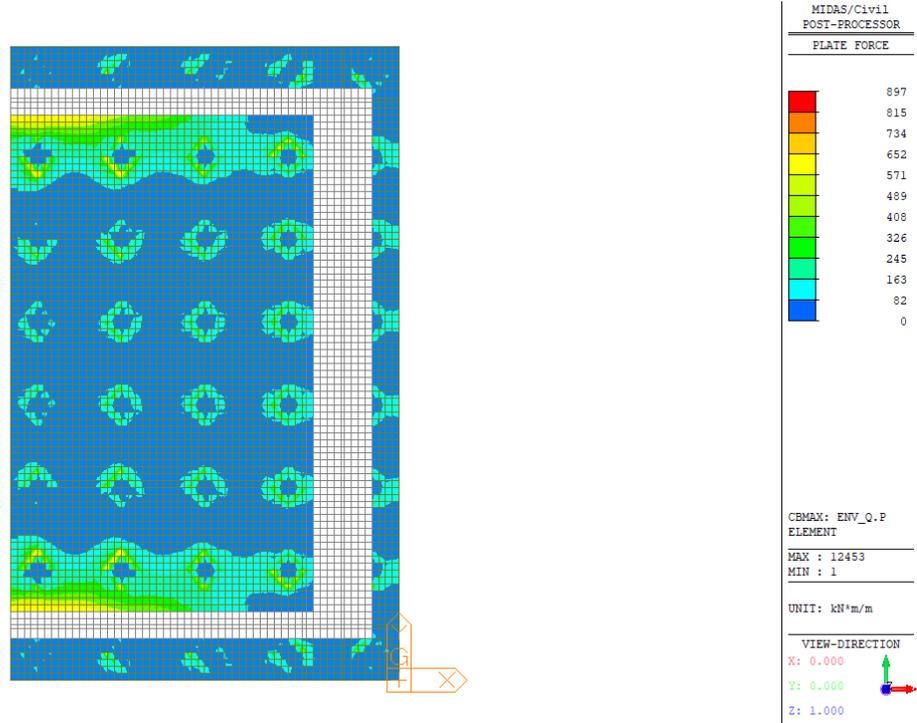


Figura 75 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Top Direzione 2

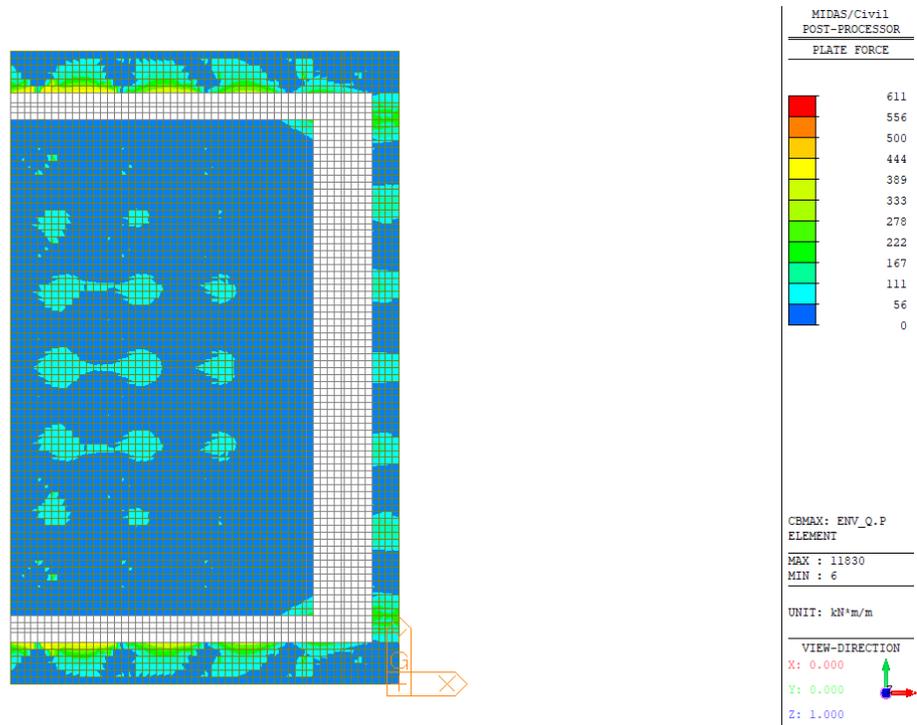


Figura 76 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Bottom Direzione 2

### 10.2.1.1 Armatura in direzione longitudinale

L'armatura in direzione longitudinale della platea di fondazione è costituita da:

- 1 strato di barre Ø26/20'' superiormente
- 1 strato di barre Ø26/20'' inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.50 m.

Si riassumono i risultati della verifica effettuata sulla sezione maggiormente sollecitata.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. Superiore	Arm. Inferiore
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Fondazione	X	1.97	-85.20	1.04	0.135	0.79	0.115	26/200	26/200

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto (dimensioni 1.00 x 2.50 m) e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

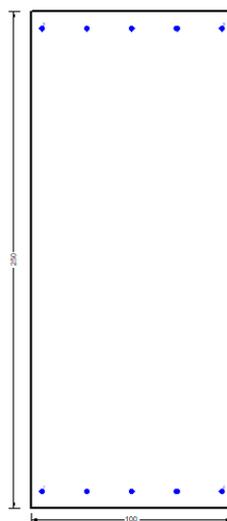


Figura 77 – Sezione implementata in RC-SEC

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Direzione X

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa

Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	250.0
3	50.0	250.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.4	26
2	-45.0	241.6	26
3	45.0	241.6	26
4	45.0	8.4	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.	
				Vy	Vx
1	0.00	-1255.40	0.00	0.00	0.00
2	0.00	879.40	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-519.50	0.00
2	0.00	455.70	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-465.40 (-2888.41)	0.00 (0.00)
2	0.00	433.90 (2888.41)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-395.30 (-2888.41)	0.00 (0.00)
2	0.00	374.30 (2888.41)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1255.40	0.00	0.00	-2468.24	0.00	1.97	26.5
2	S	0.00	879.40	0.00	0.00	2468.24	0.00	2.81	26.5

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00261	0.037	-50.0	0.0	0.00017	-45.0	8.4	-0.06750	-45.0	241.6
2	0.00261	0.037	-50.0	250.0	0.00017	-45.0	241.6	-0.06750	-45.0	8.4

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000290184	0.002608383	0.037	0.700
2	0.000000000	0.000290184	-0.069937543	0.037	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.04	50.0	0.0	-85.2	22.5	241.6	2100	26.5
2	S	0.91	-50.0	250.0	-74.7	22.5	8.4	2100	26.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.93	-50.0	0.0	-76.3	22.5	241.6	2100	26.5
2	S	0.87	-50.0	250.0	-71.2	22.5	8.4	2100	26.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	0.500	26.0	71	0.00023 (0.00023)	591	0.135 (0.40)	-2888.41	0.00
2	S	-0.00037	0	0.500	26.0	71	0.00021 (0.00021)	591	0.126 (0.40)	2888.41	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.79	-50.0	0.0	-64.8	22.5	241.6	2100	26.5
2	S	0.75	-50.0	250.0	-61.4	22.5	8.4	2100	26.5

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00034	0	0.500	26.0	71	0.00019 (0.00019)	591	0.115 (0.30)	-2888.41	0.00
2	S	-0.00032	0	0.500	26.0	71	0.00018 (0.00018)	591	0.109 (0.30)	2888.41	0.00

### 10.2.1.2 Armatura in direzione trasversale

L'armatura in direzione trasversale della platea di fondazione è costituita da:

- 1 strato di barre Ø26/20'' superiormente
- 1 strato di barre Ø26/20'' inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.50 m.

Si riassumono i risultati della verifica effettuata sulla sezione maggiormente sollecitata.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. Superiore	Arm. Inferiore
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Fondazione	Y	1.18	-121.80	1.47	0.134	1.12	0.110	26/200	26/200

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto (dimensioni 1.00 x 2.50 m) e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

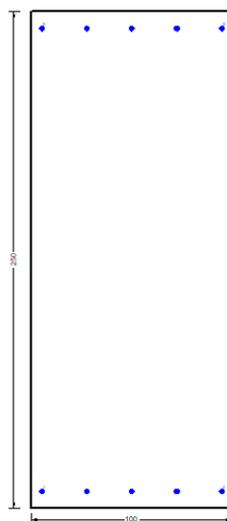


Figura 78 – Sezione implementata in RC-SEC

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

##### NOME FILE SEZIONE: Direzione Y

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa

Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.56	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	250.0
3	50.0	250.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.0	9.0	26
2	-41.0	241.0	26
3	41.0	241.0	26
4	41.0	9.0	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-2125.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1352.60	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-752.30	0.00
2	0.00	514.30	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-700.90 (-2898.41)	0.00 (0.00)
2	0.00	486.70 (2898.41)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-576.10 (-2898.41)	0.00 (0.00)
2	0.00	404.20 (2898.41)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-2125.00	0.00	0.00	-2462.49	0.00	1.16	26.5
2	S	0.00	1352.60	0.00	0.00	2462.49	0.00	1.82	26.5

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00271	0.039	-50.0	0.0	0.00009	-41.0	9.0	-0.06750	-41.0	241.0
2	0.00271	0.039	-50.0	250.0	0.00009	-41.0	241.0	-0.06750	-41.0	9.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000291324	0.002709137	0.039	0.700
2	0.000000000	0.000291324	-0.070121918	0.039	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.51	-50.0	0.0	-123.7	20.5	241.0	2250	26.5
2	S	1.03	50.0	250.0	-84.6	-41.0	9.0	2250	26.5

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
Esito della verifica  
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2\*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0.00000	0.500	26.0	77	0.00037 (0.00037)	636	0.236 (990.00)	-2886.14	0.00
2	S	-0.00044	0.00000	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	636	0.162 (990.00)	2886.14	0.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.41	-50.0	0.0	-115.3	20.5	241.0	2250	26.5
2	S	0.98	-50.0	250.0	-80.1	41.0	9.0	2250	26.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00060	0.00000	0.500	26.0	77	0.00035 (0.00035)	636	0.220 (0.30)	-2886.14	0.00
2	S	-0.00042	0.00000	0.500	26.0	77	0.00024 (0.00024)	636	0.153 (0.30)	2886.14	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.16	-50.0	0.0	-94.8	20.5	241.0	2250	26.5
2	S	0.81	-50.0	250.0	-66.5	41.0	9.0	2250	26.5

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00049	0.00000	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	636	0.181 (0.20)	-2886.14	0.00
2	S	-0.00035	0.00000	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	636	0.127 (0.20)	2886.14	0.00

### 10.2.2 Verifica a taglio

La verifica a taglio della platea di fondazione è stata effettuata in accordo con quanto esposto nel §10.2 della presente relazione. Si riportano, nelle figure seguenti, i diagrammi del taglio relativi all'involuppo delle combinazioni SLU e SLV.

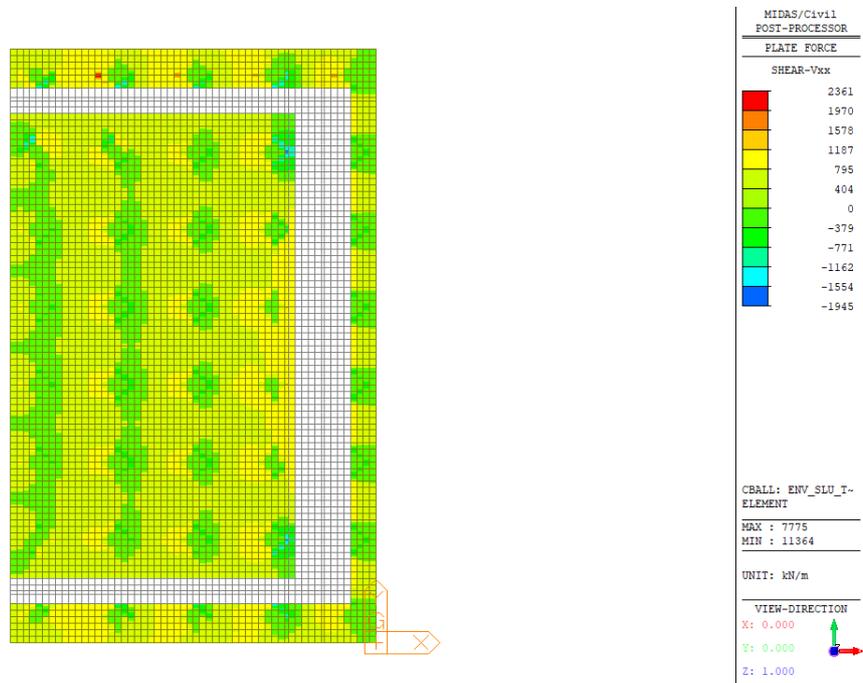


Figura 79 – Involuppo SLU - Vxx

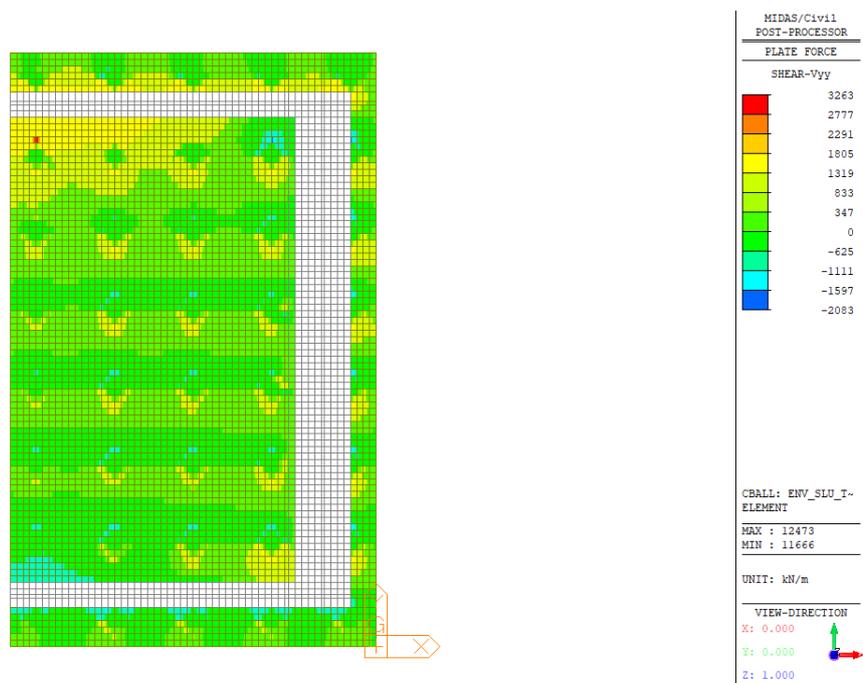


Figura 80 – Involuppo SLU - Vyy

La verifica è stata effettuata nei confronti del valore massimo di taglio  $V_{Ed,max}$ , ottenuto dall'involuppo delle combinazioni SLU e SLV.

In particolar modo, per ogni elemento plate è stato calcolato il taglio di progetto come:

$$V_{Ed,max} = \sqrt{V_{xx}^2 + V_{yy}^2}$$

dove  $V_{xx}$  è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse  $x$  locale dell'elemento plate, mentre  $V_{yy}$  è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse  $y$ . Mediando le zone puntuali su una larghezza opportuna, si ottiene:

$$V_{Ed,max} = 2040.5 \text{ kN/m}$$

L'armatura resistente a taglio è costituita da spille  $\varnothing 20$  disposte secondo una maglia di dimensioni 40 x 80 cm. Di seguito si riporta la verifica svolta considerando una sezione di larghezza unitaria ed altezza pari a quella della platea di fondazione.

#### Caratteristiche materiali

Cls

$R_{ck}$	30	$\text{N/mm}^2$	resistenza cubica caratteristica a compressione
$f_{ck}$	24.90	$\text{N/mm}^2$	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
$f_{cm}$	32.90	$\text{N/mm}^2$	resistenza cilindrica media a compressione
$f_{cd}$	16.60	$\text{N/mm}^2$	resistenza cilindrica di progetto a compressione
$f_{ctm}$	2.56	$\text{N/mm}^2$	resistenza a trazione media
$f_{ctm}$	3.07	$\text{N/mm}^2$	resistenza a trazione media per fessurazione
$E_{cm}$	31447	$\text{N/mm}^2$	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 fcm)

Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$

Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$

Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.03	$\text{N/mm}^2$	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	2.69	$\text{N/mm}^2$	tensione di aderenza di progetto

### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	$mm^2$	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0011		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0011		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	785.4	$mm^2$	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

### Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	8.300	$N/mm^2$	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	41500	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	2067.5	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	5328.2	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	2067.5	kN	taglio resistente di calcolo > 2040.5 kN

### 10.2.3 Verifica a taglio-punzonamento

Le verifiche a punzonamento sono state condotte secondo le formulazioni dell'Eurocodice 2, par. 6.4. Il punzonamento può essere determinato dalla reazione concentrata del palo agente su un'area relativamente piccola di plinto.

Il procedimento di calcolo per il taglio-punzonamento si fonda sulle verifiche alla faccia del palo e al perimetro di verifica di base  $u_1$ . Si definiscono le seguenti tensioni di taglio di progetto lungo le sezioni di verifica:

- $v_{Rd,c}$ : è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra, priva di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata;
- $v_{Rd,cs}$ : è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra dotata di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata.

L'armatura per il taglio-punzonamento non è necessaria se:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

Se  $v_{Ed}$  supera il valore  $v_{Rd,c}$  si deve disporre armatura specifica per il taglio-punzonamento e deve risultare:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

La tensione massima di taglio, nel caso generale di reazione d'appoggio eccentrica rispetto al perimetro di verifica, è pari a:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 d}$$

dove:

- $d$  è l'altezza utile media della piastra;
- $u_1$  è la lunghezza del perimetro di verifica;
- $V_{Ed}$  è il taglio agente;
- $\beta$  è un coefficiente assunto pari ad 1.

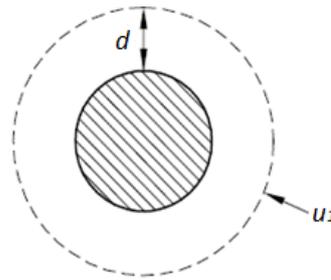


Figura 81 – Perimetro di verifica

Secondo quanto riportato al §6.4.2 dell'Eurocodice 2 il perimetro di verifica di base  $u_1$  può generalmente essere collocato a una distanza  $2.0 d$  dall'area caricata. Tuttavia, considerando lo spessore elevato della platea di fondazione e, a favore di sicurezza, tale perimetro è stato collocato ad una distanza  $d$  dal bordo del palo.

La resistenza di progetto a punzonamento  $v_{Rd,c}$  per una piastra priva di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

dove:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$
- $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$ , dove  $\rho_{ly}$  e  $\rho_{lz}$  sono riferiti all'acciaio teso aderente rispettivamente nelle direzioni  $y$  e  $z$
- $\sigma_{cp} = 0$
- $C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$
- $k_1 = 1$
- $v_{min} = 0.035 k^2 \sqrt{f_{ck}}$

La resistenza di progetto a punzonamento  $v_{Rd,cs}$  per una piastra munita di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_t) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

dove:

- $A_{sw}$  è l'area di armatura a taglio-punzonamento situata su di un perimetro intorno al pilastro;
- $s_r$  è il passo dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento;
- $f_{ywd,ef}$  è la resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento, secondo la relazione  $f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$ ;
- $\alpha$  è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra (pari a  $90^\circ$  nel caso di armatura verticale).

Inoltre, in adiacenza ai pilastri la resistenza a taglio-punzonamento è limitata a un valore massimo di:

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max}$$

dove:

- $u_0$  è il perimetro del pilastro;
- $v_{Rd,max} = 0.5 v f_{cd}$
- $v = 0.6 (1 - f_{ck}/250)$

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo più sollecitato, per lo sforzo assiale massimo ottenuto dall'involuppo delle combinazioni di carico SLU e SLV. A tale sforzo, ricavato direttamente dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti, è stato sottratto il contributo della platea di fondazione e del terreno di riempimento della spalla.

$$V_{Ed} = 933.6 \text{ kN}$$

Dalla verifica sono stati esclusi i pali posti in corrispondenza del muro frontale e dei muri andatori, per i quali non si ha il rischio di rottura per punzonamento.

Caratteristiche materiali

Rck	30	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cubica cls
fck	25	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cilindrica cls
γc	1.5		Coefficiente sicurezza cls
τrd	0.30	N/mm <sup>2</sup>	Resist. unit. a taglio
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di snervamento acciaio
γs	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

Armatatura tesa

Alx	26.55	cm <sup>2</sup> /m	Armatatura tesa in direzione x
Aly	26.55	cm <sup>2</sup> /m	Armatatura tesa in direzione y

Impronta di carico

a	50	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	250	cm	Altezza plinto
d	241.45	cm	Altezza utile
β	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

u1	1828.00	cm	Perimetro di verifica di base
u0	314.16	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
pl	0.0011		Percentuale di armatura tesa

Tensione massima di taglio

Ved	933.60	kN	Reazione agli SLU
Ved	51.07	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
ved	0.02	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di taglio agente

Resistenza a punzonamento offerta dal solo calcestruzzo immediatamente a ridosso del palo

ved	0.12	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di taglio a rifosso del palo
vrđmax	3.83	N/mm <sup>2</sup>	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
Fs	31.08		

Resistenza a punz. per unità di lungh. senza armatura a taglio

V <sub>Rd,c</sub>	0.26	N/mm <sup>2</sup>	Tensione resistente senza armatura a taglio
V <sub>min</sub>	0.26	N/mm <sup>2</sup>	
V <sub>Rd</sub>	617.51	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	ok		
Fs	12.09		

### 10.3 Pali

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta:

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 1.5$$

Di seguito si riepilogano le sollecitazioni per le verifiche strutturali del singolo palo:

SPALLA 1	N (kN)	M (kNm)	T (kN)
SLU	3790	782	521
	3604	707	471
	1873	782	521
	1788	707	471
SLV	4051	1645	1097
	4318	1713	1142
	3625	1311	874
	3862	1341	894
	3273	800	534
	2799	778	519
	-379	1645	1097
	-251	1713	1142
	50	1311	874
	208	1341	894
SLER	1177	800	534
	496	778	519
	2792	578	385
	2655	523	348
SLEF	1393	578	385
	1330	523	348
	2647	563	375
	2259	520	347
SLEQP	1436	563	375
	1475	520	347
	2452	522	348
	1442	522	348

Sono considerate le seguenti armature:

ferri longitudinali: 28 +14  $\phi$  30

staffe:  $\phi$  12 /150

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo spalla1

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate

N°Barre  
Ø Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	39.8	28	30
2	0.0	0.0	33.8	14	30

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 15.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	3790.00	782.00	521.00
2	3604.00	707.00	471.00
3	1873.00	782.00	521.00
4	1788.00	707.00	471.00
5	4051.00	1645.00	1097.00
6	4318.00	1713.00	1142.00
7	3625.00	1311.00	874.00
8	3862.00	1341.00	894.00
9	3273.00	800.00	534.00
10	2799.00	778.00	519.00
11	-379.00	1645.00	1097.00
12	-251.00	1713.00	1142.00
13	50.00	1311.00	874.00
14	208.00	1341.00	894.00
15	1177.00	800.00	534.00
16	496.00	778.00	519.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	2792.00	578.00	0.00
2	2655.00	523.00	0.00
3	1393.00	578.00	0.00
4	1330.00	523.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	2647.00	563.00 (1090.97)	0.00 (0.00)
2	2259.00	520.00 (970.83)	0.00 (0.00)
3	1436.00	563.22 (625.14)	0.00 (0.00)

4 1475.00 520.45 (662.53) 0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	2452.00	522.00 (1089.36)	0.00 (0.00)
2	1442.00	521.53 (653.04)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 7.5 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	3790.00	782.00	3790.26	3596.04	4.60	296.9(23.6)
2	S	3604.00	707.00	3603.85	3597.11	5.09	296.9(23.6)
3	S	1873.00	782.00	1872.79	3526.82	4.51	296.9(23.6)
4	S	1788.00	707.00	1788.14	3518.59	4.98	296.9(23.6)
5	S	4051.00	1645.00	4050.72	3594.32	2.18	296.9(23.6)
6	S	4318.00	1713.00	4318.29	3592.26	2.10	296.9(23.6)
7	S	3625.00	1311.00	3624.90	3596.99	2.74	296.9(23.6)
8	S	3862.00	1341.00	3862.01	3595.59	2.68	296.9(23.6)
9	S	3273.00	800.00	3272.79	3591.67	4.49	296.9(23.6)
10	S	2799.00	778.00	2799.07	3581.30	4.60	296.9(23.6)
11	S	-379.00	1645.00	-378.82	3273.38	1.99	296.9(23.6)
12	S	-251.00	1713.00	-250.96	3294.42	1.92	296.9(23.6)
13	S	50.00	1311.00	49.87	3338.58	2.55	296.9(23.6)
14	S	208.00	1341.00	208.14	3358.56	2.50	296.9(23.6)
15	S	1177.00	800.00	1176.77	3458.04	4.32	296.9(23.6)
16	S	496.00	778.00	495.86	3388.47	4.36	296.9(23.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00277	0.0	39.8	-0.00296	0.0	-39.8

2	0.00350	0.0	50.0	0.00276	0.0	39.8	-0.00303	0.0	-39.8
3	0.00350	0.0	50.0	0.00266	0.0	39.8	-0.00385	0.0	-39.8
4	0.00350	0.0	50.0	0.00266	0.0	39.8	-0.00390	0.0	-39.8
5	0.00350	0.0	50.0	0.00278	0.0	39.8	-0.00286	0.0	-39.8
6	0.00350	0.0	50.0	0.00279	0.0	39.8	-0.00275	0.0	-39.8
7	0.00350	0.0	50.0	0.00276	0.0	39.8	-0.00302	0.0	-39.8
8	0.00350	0.0	50.0	0.00277	0.0	39.8	-0.00293	0.0	-39.8
9	0.00350	0.0	50.0	0.00274	0.0	39.8	-0.00317	0.0	-39.8
10	0.00350	0.0	50.0	0.00272	0.0	39.8	-0.00338	0.0	-39.8
11	0.00350	0.0	50.0	0.00251	0.0	39.8	-0.00524	0.0	-39.8
12	0.00350	0.0	50.0	0.00252	0.0	39.8	-0.00514	0.0	-39.8
13	0.00350	0.0	50.0	0.00254	0.0	39.8	-0.00492	0.0	-39.8
14	0.00350	0.0	50.0	0.00256	0.0	39.8	-0.00481	0.0	-39.8
15	0.00350	0.0	50.0	0.00262	0.0	39.8	-0.00425	0.0	-39.8
16	0.00350	0.0	50.0	0.00258	0.0	39.8	-0.00464	0.0	-39.8

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c           Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d               Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.            Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000071911	-0.000095559	----	----
2	0.000000000	0.000072721	-0.000136059	----	----
3	0.000000000	0.000081893	-0.000594675	----	----
4	0.000000000	0.000082418	-0.000620906	----	----
5	0.000000000	0.000070790	-0.000039493	----	----
6	0.000000000	0.000069651	0.000017437	----	----
7	0.000000000	0.000072629	-0.000131447	----	----
8	0.000000000	0.000071601	-0.000080065	----	----
9	0.000000000	0.000074304	-0.000215185	----	----
10	0.000000000	0.000076644	-0.000332217	----	----
11	0.000000000	0.000097356	-0.001367777	----	----
12	0.000000000	0.000096231	-0.001311567	----	----
13	0.000000000	0.000093770	-0.001188482	----	----
14	0.000000000	0.000092588	-0.001129389	----	----
15	0.000000000	0.000086252	-0.000812596	----	----
16	0.000000000	0.000090674	-0.001033688	----	----

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:           12 mm  
Passo staffe:           15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver            S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved            Taglio di progetto [kN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
Vcd            Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd            Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
d | z           Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
                  La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna))  
                  I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).  
bw            Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
                  E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg            Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw            Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast            Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff          Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
                  Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
                  L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
                  ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	521.00	1622.01	1614.15	74.9  59.2	89.8	2.500	1.250	9.0	27.9(0.0)
2	S	471.00	1628.49	1619.53	74.9  59.4	89.9	2.500	1.250	8.1	27.9(0.0)
3	S	521.00	1582.48	1673.24	74.9  61.3	90.4	2.500	1.168	8.7	27.9(0.0)

4	S	471.00	1575.15	1675.96	74.9 61.4	90.5	2.500	1.161	7.8	27.9(0.0)
5	S	1097.00	1612.78	1606.50	74.9 58.9	89.7	2.500	1.250	19.0	27.9(0.0)
6	S	1142.00	1603.12	1598.50	74.9 58.6	89.6	2.500	1.250	19.9	27.9(0.0)
7	S	874.00	1627.76	1618.92	74.9 59.3	89.9	2.500	1.250	15.1	27.9(0.0)
8	S	894.00	1619.49	1612.06	74.9 59.1	89.8	2.500	1.250	15.5	27.9(0.0)
9	S	534.00	1640.75	1629.71	74.9 59.7	90.0	2.500	1.250	9.1	27.9(0.0)
10	S	519.00	1657.96	1644.02	74.9 60.3	90.1	2.500	1.250	8.8	27.9(0.0)
11	S	1097.00	1412.08	1748.27	75.3 64.1	90.3	2.500	1.000	17.5	27.9(0.0)
12	S	1142.00	1408.15	1743.98	75.3 63.9	90.2	2.500	1.000	18.3	27.9(0.0)
13	S	874.00	1405.49	1734.23	75.3 63.6	90.2	2.500	1.004	14.1	27.9(0.0)
14	S	894.00	1420.81	1729.37	75.3 63.4	90.1	2.500	1.019	14.4	27.9(0.0)
15	S	534.00	1520.58	1694.86	74.9 62.1	90.7	2.500	1.106	8.8	27.9(0.0)
16	S	519.00	1456.16	1714.73	74.9 62.9	90.8	2.500	1.045	8.4	27.9(0.0)

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.96	0.0	0.0	-11.6	0.0	-39.8	373	7.1
2	S	5.47	0.0	0.0	-8.3	0.0	-39.8	482	21.2
3	S	5.31	0.0	0.0	-44.1	0.0	-39.8	673	21.2
4	S	4.83	0.0	0.0	-37.9	0.0	-39.8	625	21.2

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00012	0.00000	0.757	30.0	87	0.00003 (0.00003)	703	0.025 (990.00)	1141.92	0.00
2	S	-0.00009	0.00000	0.708	30.0	87	0.00002 (0.00002)	460	0.011 (990.00)	1253.72	0.00
3	S	-0.00029	0.00000	0.834	30.0	87	0.00013 (0.00013)	566	0.075 (990.00)	608.29	0.00
4	S	-0.00025	0.00000	0.839	30.0	87	0.00011 (0.00011)	548	0.062 (990.00)	624.32	0.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.76	0.0	0.0	-12.6	0.0	-39.8	408	7.1
2	S	5.22	0.0	0.0	-15.2	0.0	-39.8	373	7.1
3	S	5.20	0.0	0.0	-40.7	0.0	-39.8	625	21.2
4	S	4.86	0.0	0.0	-33.5	0.0	-39.8	577	21.2

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00012	0.00000	0.751	30.0	87	0.00004 (0.00004)	737	0.028 (0.30)	1090.97	0.00
2	S	-0.00013	0.00000	0.798	30.0	87	0.00005 (0.00005)	726	0.033 (0.30)	970.83	0.00
3	S	-0.00027	0.00000	0.839	30.0	87	0.00012 (0.00012)	548	0.067 (0.30)	625.14	0.00
4	S	-0.00023	0.00000	0.839	30.0	87	0.00010 (0.00010)	529	0.053 (0.30)	662.53	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.34	0.0	0.0	-11.8	0.0	-39.8	408	7.1
2	S	4.86	0.0	0.0	-34.5	0.0	-39.8	577	21.2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00011	0.00000	0.751	30.0	87	0.00004 (0.00004)	737	0.026 (0.20)	1089.36	0.00
2	S	-0.00023	0.00000	0.841	30.0	87	0.00010 (0.00010)	529	0.055 (0.20)	653.04	0.00

## 11 SPALLA B

### 11.1 Muri

Le verifiche dei muri sono state condotte con riferimento ad elementi omogenei (per spessore ed armatura) soggetti a sforzo normale, momento flettente e taglio. A tal proposito sono state definite delle section-cut, ossia delle linee di integrazione delle caratteristiche della sollecitazione interna che rappresentano le tracce del piano medio degli elementi nel piano in cui si effettuano le verifiche.

Il singolo elemento è stato verificato a pressoflessione retta, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.2.4 del DM 2018 e a taglio, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.5 della medesima normativa. Tale procedimento consente di valutare la capacità resistente locale dell'elemento, trascurando, a vantaggio di sicurezza, la capacità di ridistribuire le sollecitazioni.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in assenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \left[ 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}$$

$d$  è l'altezza utile della sezione

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ( $\leq 0.02$ )

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \cdot f_{cd}$ )

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm)

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in presenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rsd}; V_{Rcd} \}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{t} \cdot f_{yd} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \frac{A_{sw}}{t} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) / (1 + \cot g^2\theta)$$

dove:

$\theta$  è l'angolo di inclinazione del puntone compresso  $1 \leq \cot g\theta \leq 2.5$

$A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale

$s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta  $f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$

$\alpha_c = 1$  per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$  per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25f_{cd}$

$1.25$  per  $0.25f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5f_{cd}$

$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$  per  $0.5f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

A favore di sicurezza non si è considerato il contributo benefico della compressione, ed il coefficiente  $\alpha_c$  è stato assunto sempre pari a 1.

Per gli elementi in questione è stato considerato un comportamento non dissipativo.

Nel modello sono state considerate delle section-cut, sia in direzione verticale che in direzione orizzontale, al fine di determinare le sollecitazioni indotte dalle combinazioni di carico descritte nel paragrafo 6 della presente relazione. La posizione di tutte le section-cut è stata definita tenendo conto degli spessori reali dei muri e della platea di fondazione.

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale delle sezioni in oggetto vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

Si riportano, nelle figure seguenti, i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione interna relativi agli involuipi delle combinazioni di carico considerate.

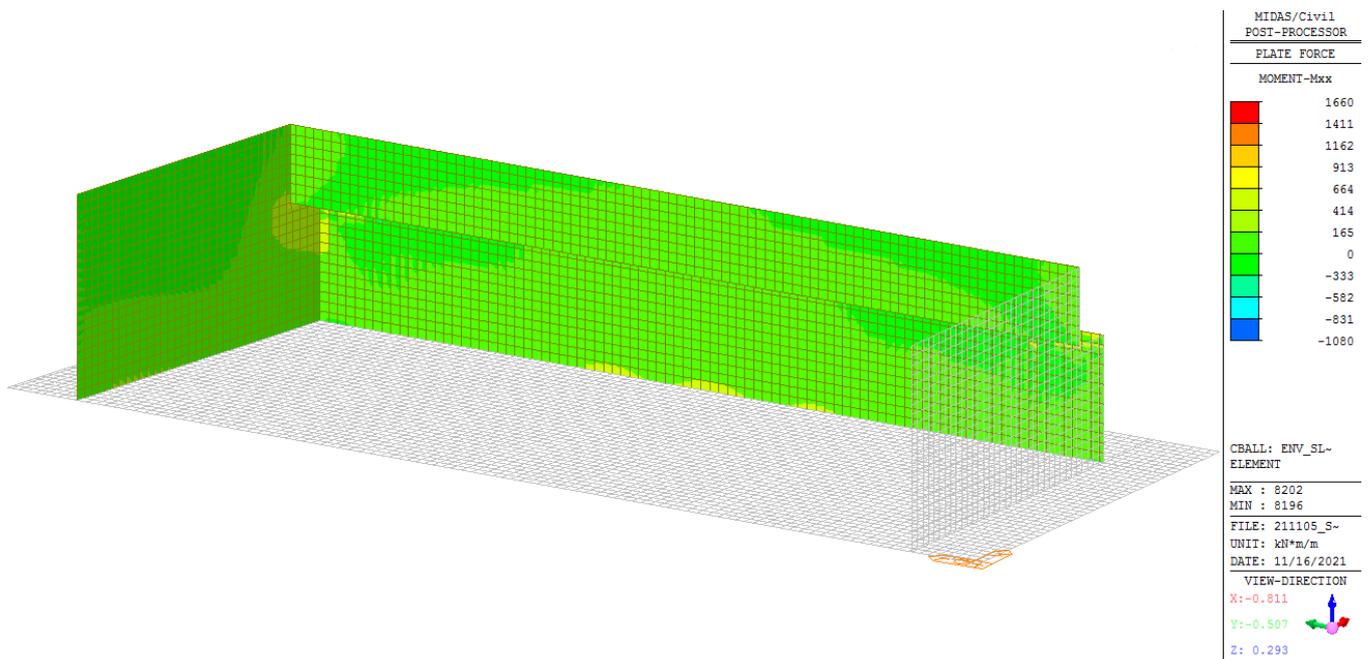


Figura 82 – Involuppo SLU - Mxx

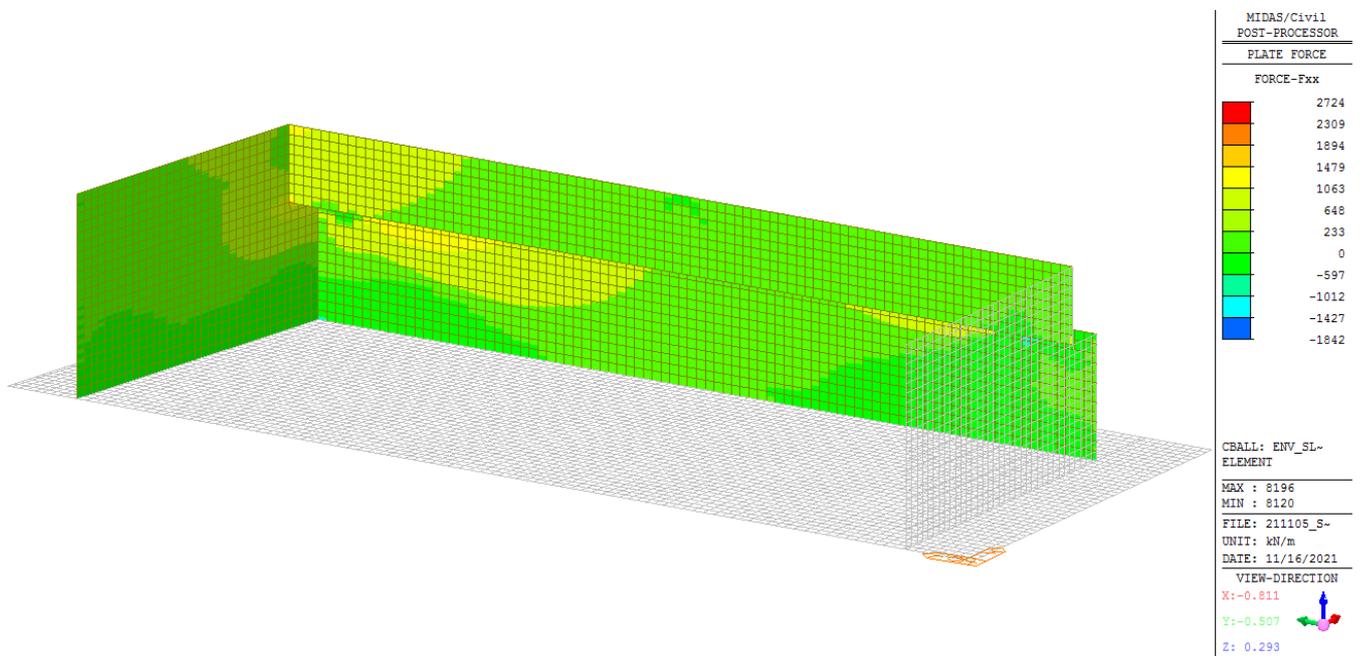


Figura 83 – Involuppo SLU – Fxx

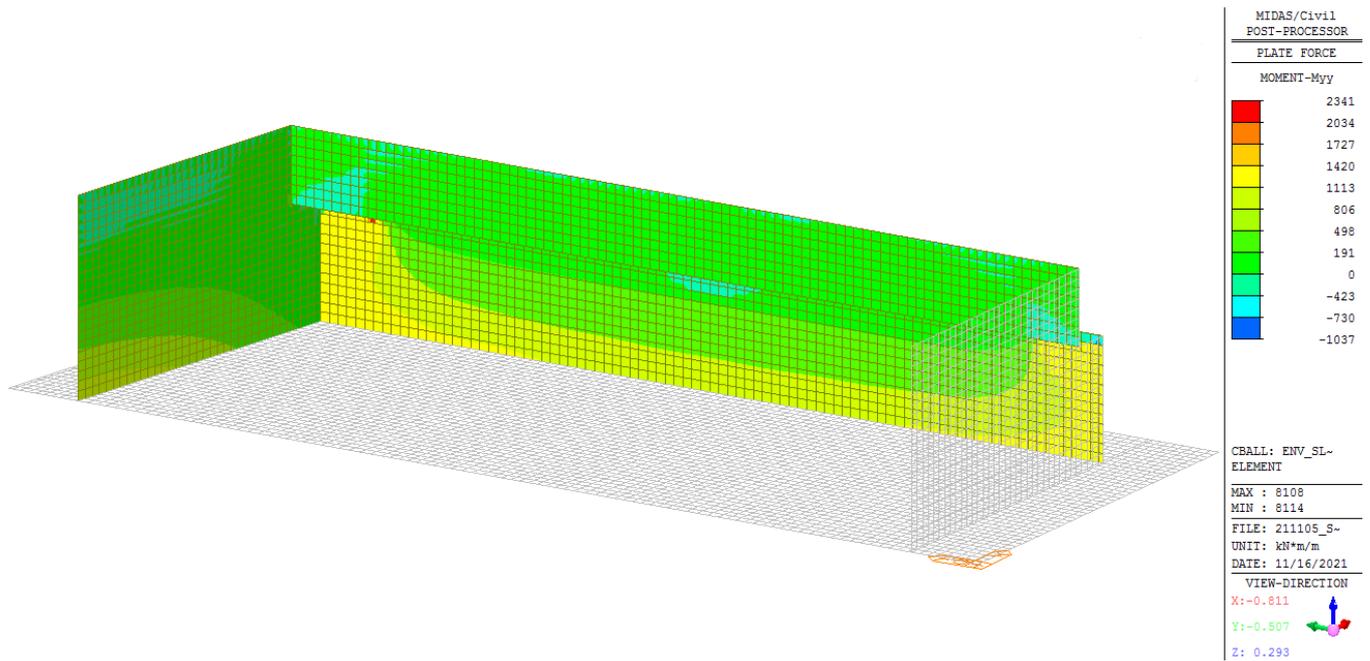


Figura 84 – Involuppo SLU - Myy

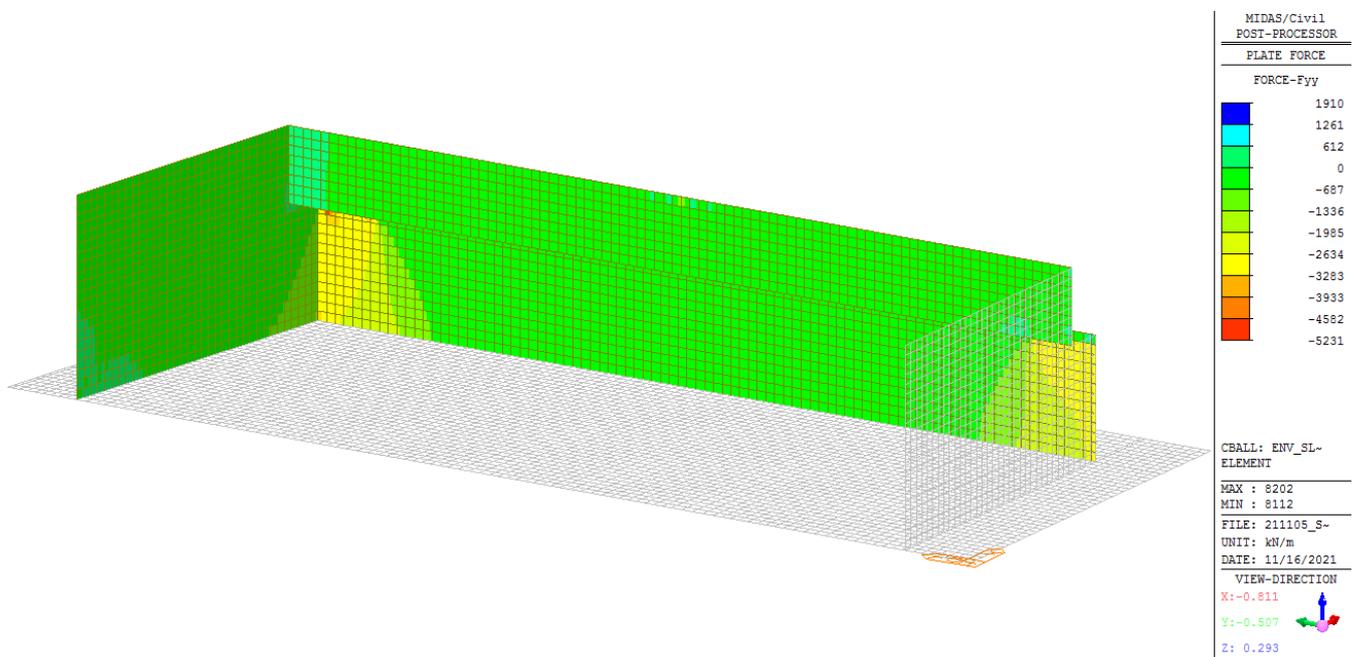


Figura 85 – Involuppo SLU - Fyy

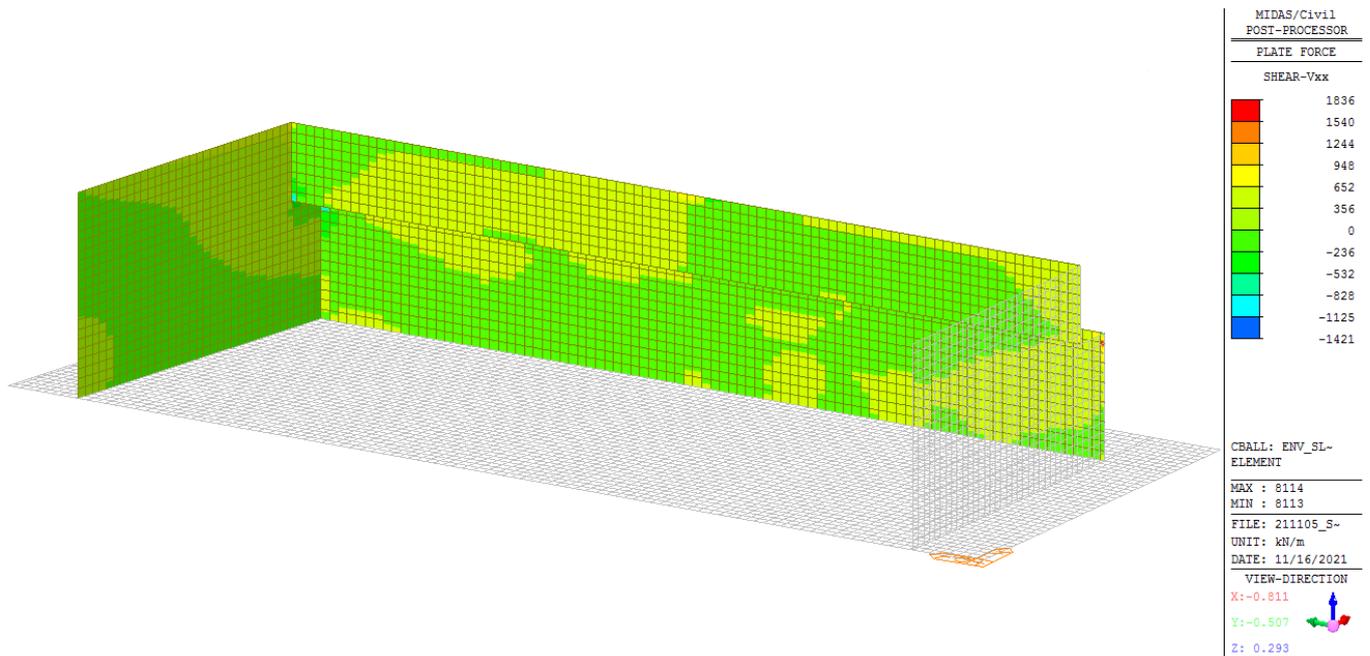


Figura 86 – Involuppo SLU - Vxx

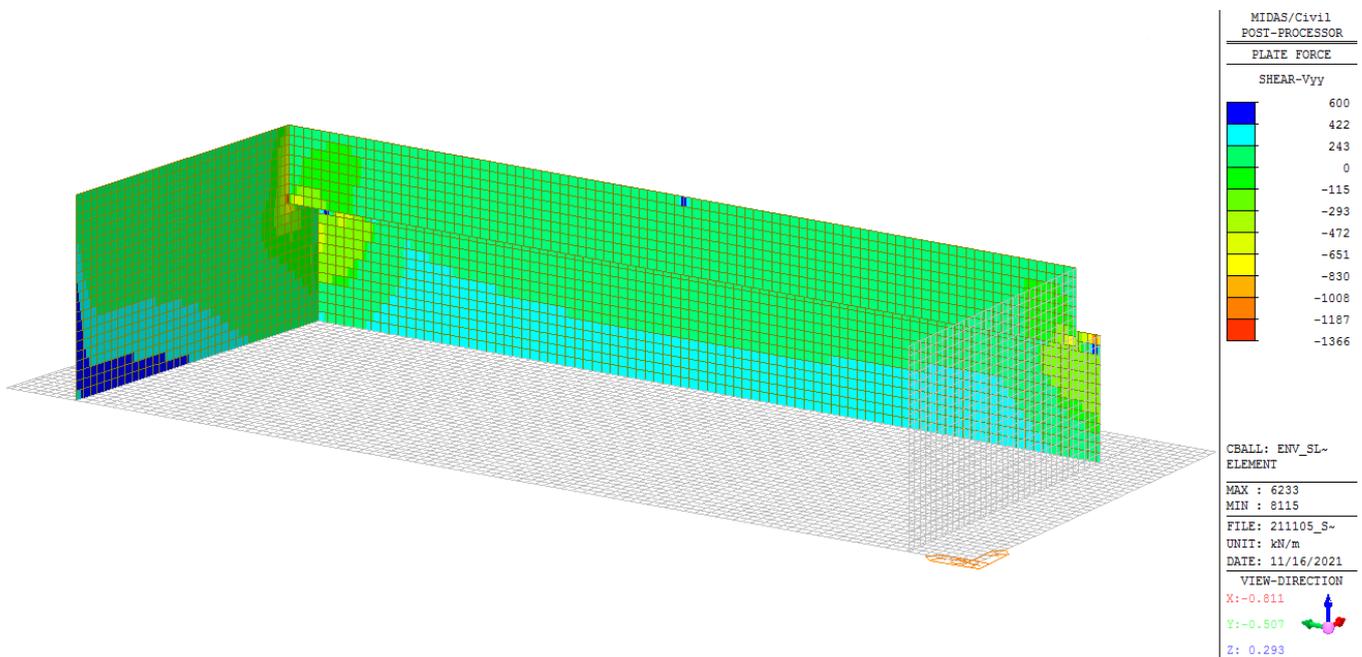


Figura 87 – Involuppo SLU - Vyy

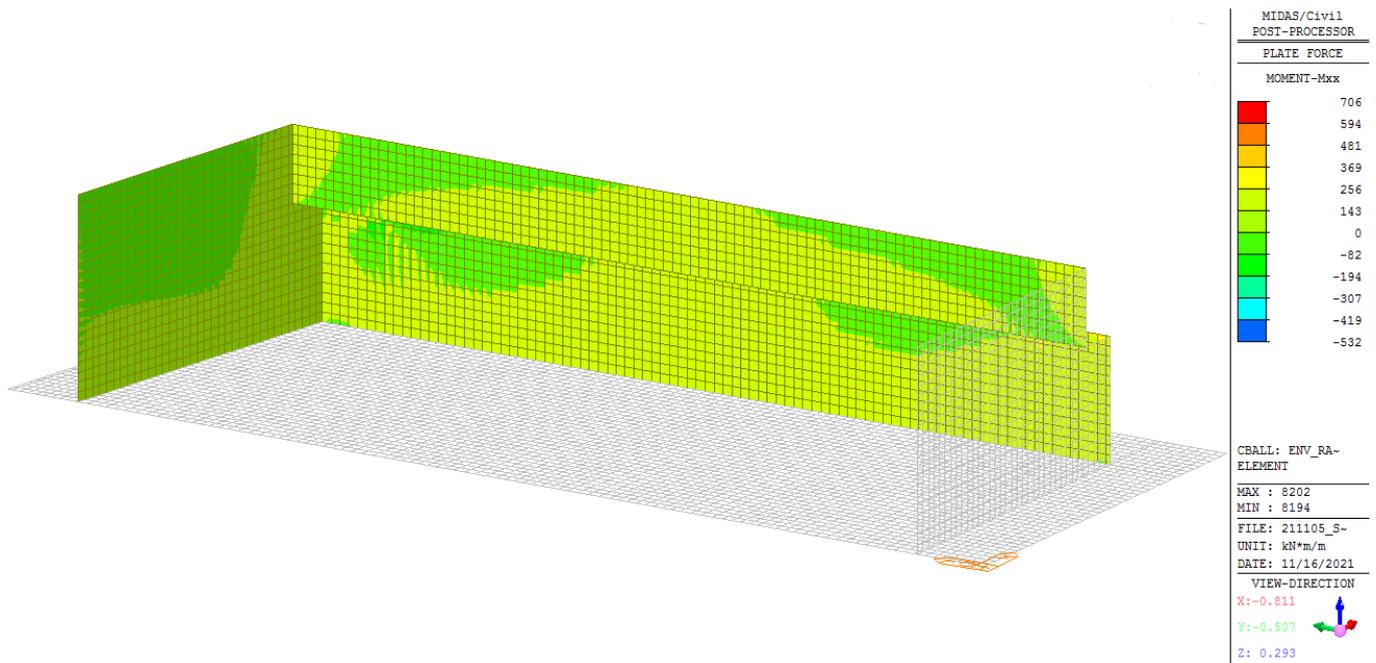


Figura 88 – Involuppo SLE Rara - Mxx

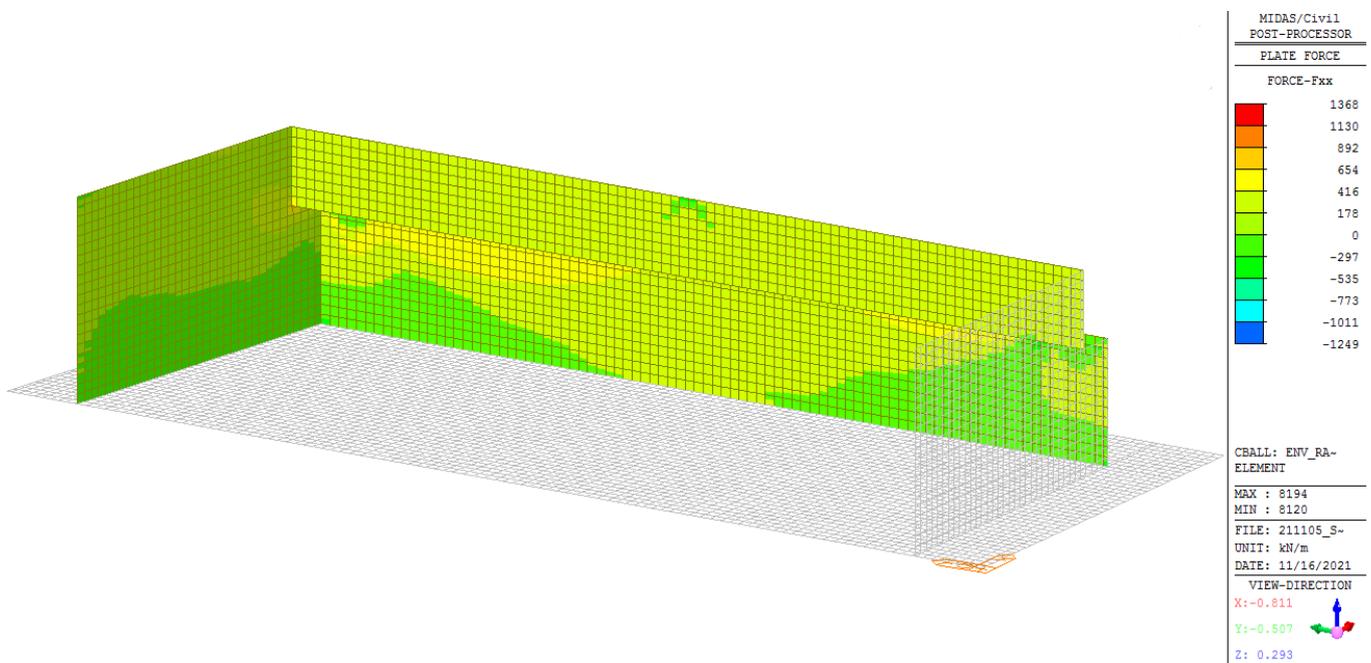


Figura 89 – Involuppo SLE Rara - Fxx

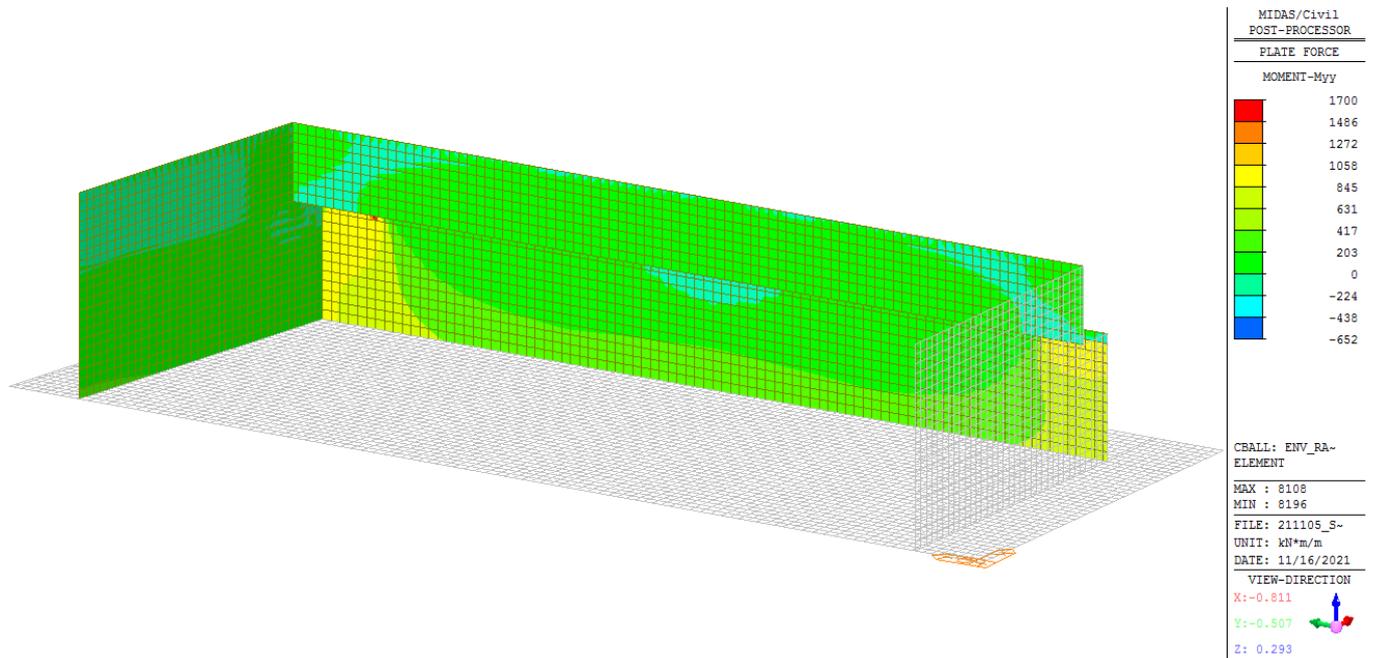


Figura 90 – Involuppo SLE Rara - Myy

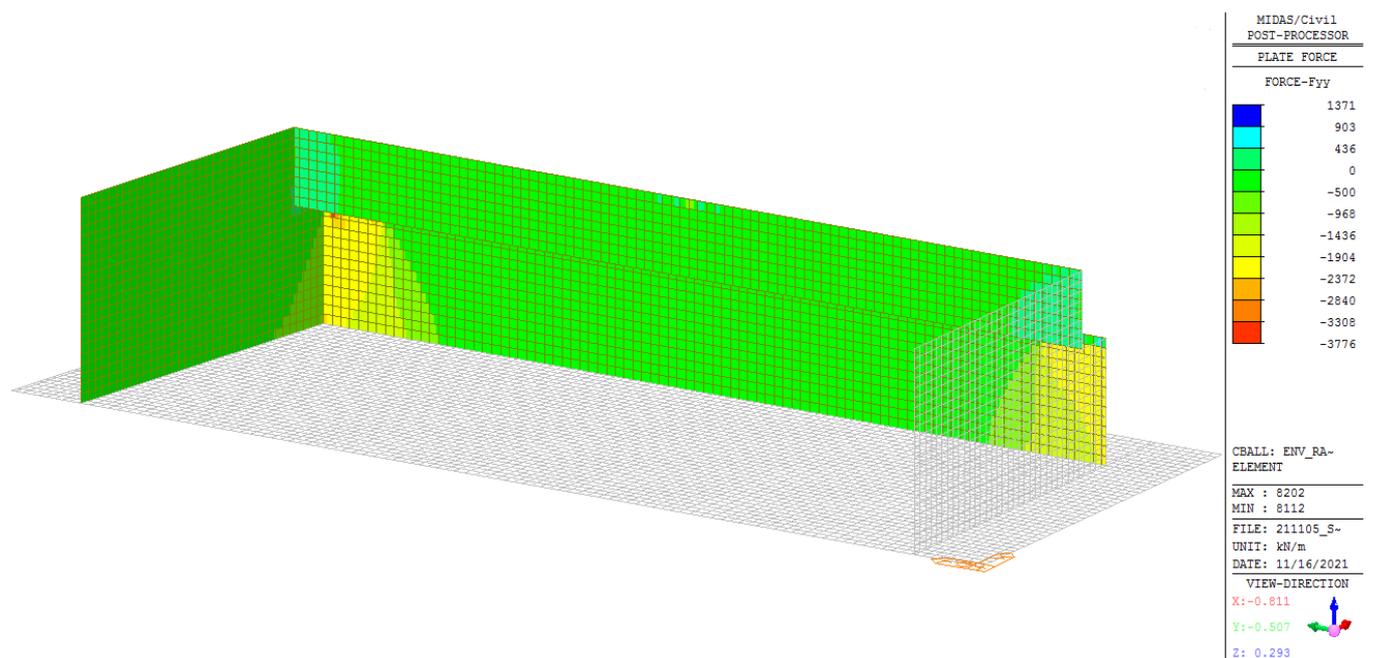


Figura 91 – Involuppo SLE Rara - Fyy

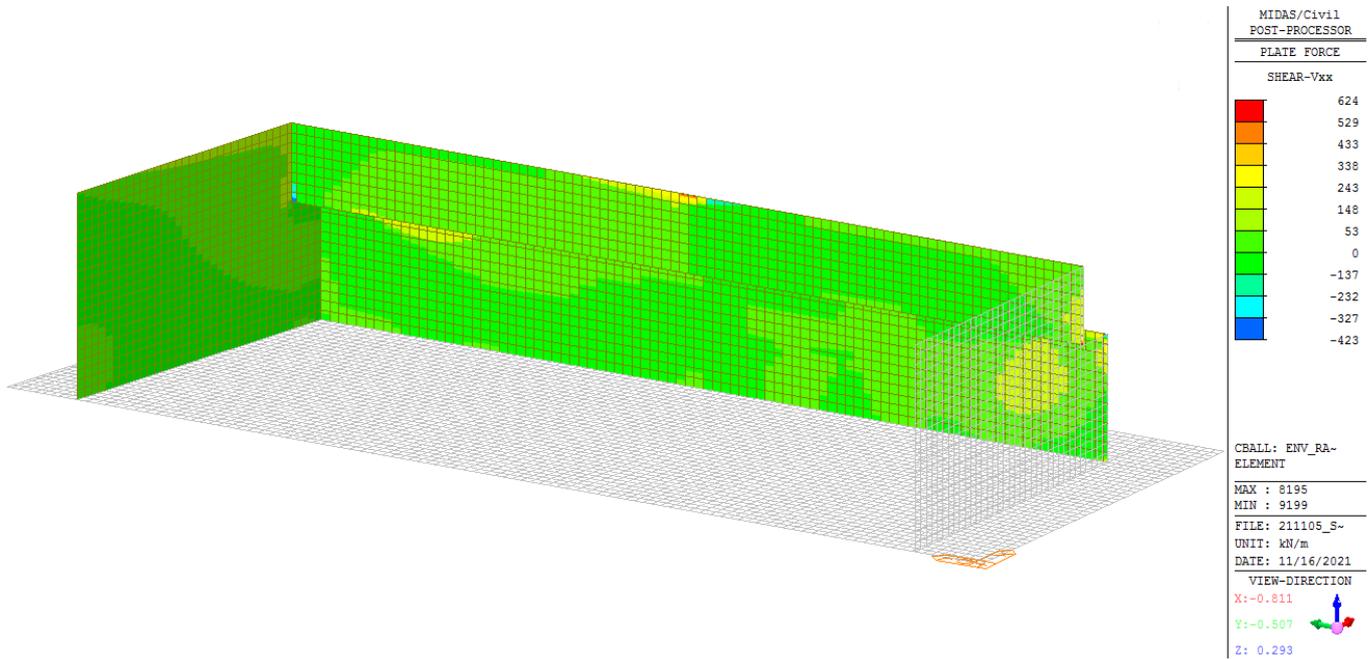


Figura 92 – Involuppo SLE Rara - Vxx

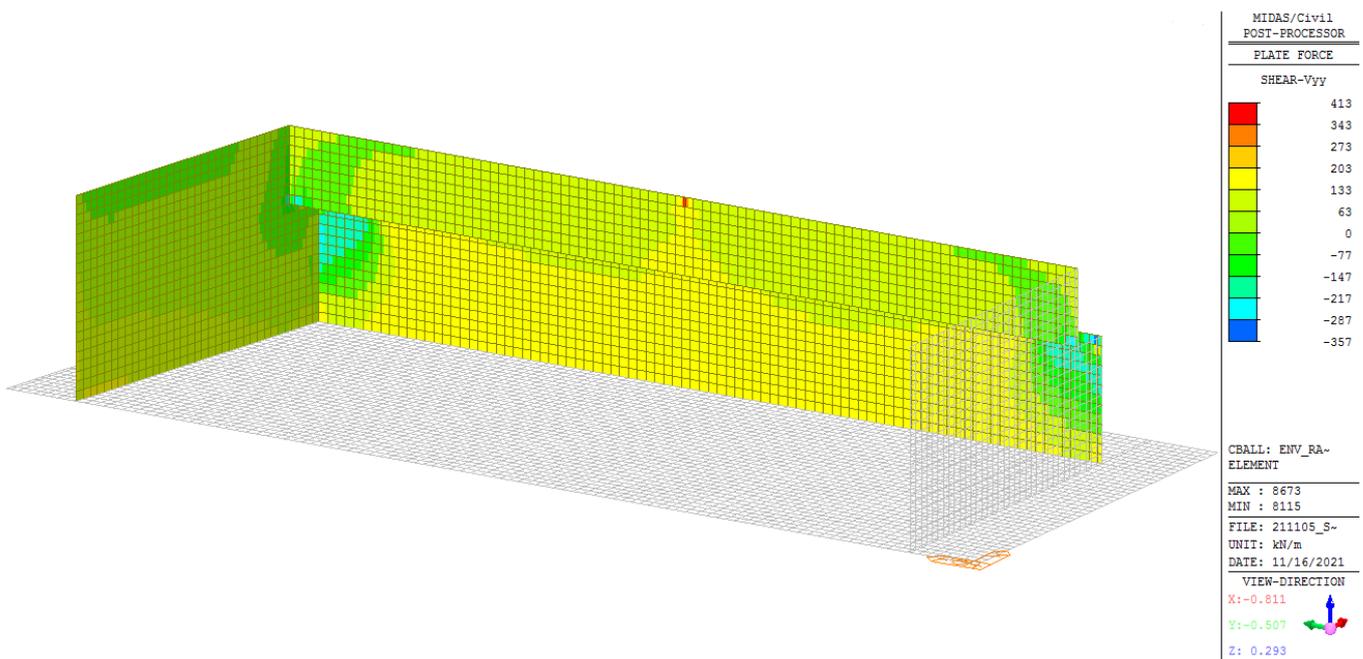


Figura 93 – Involuppo SLE Rara - Vyy

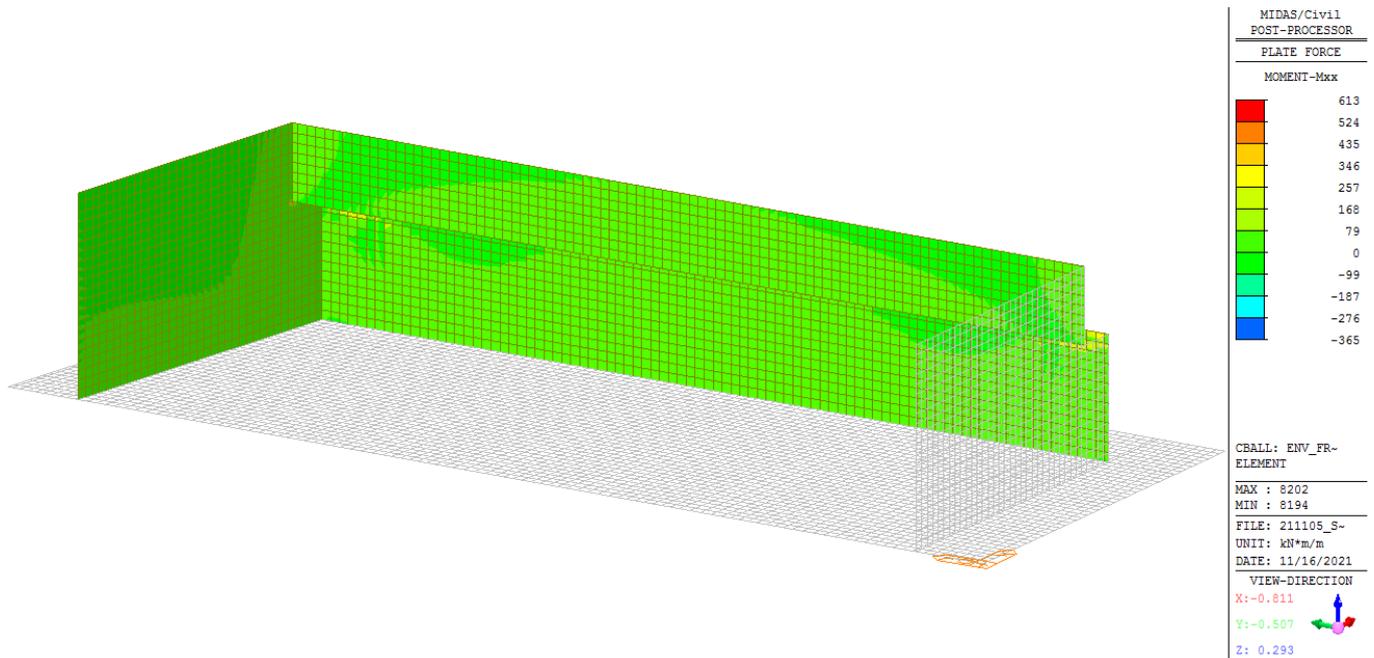


Figura 94 – Involuppo SLE Frequente - Mxx

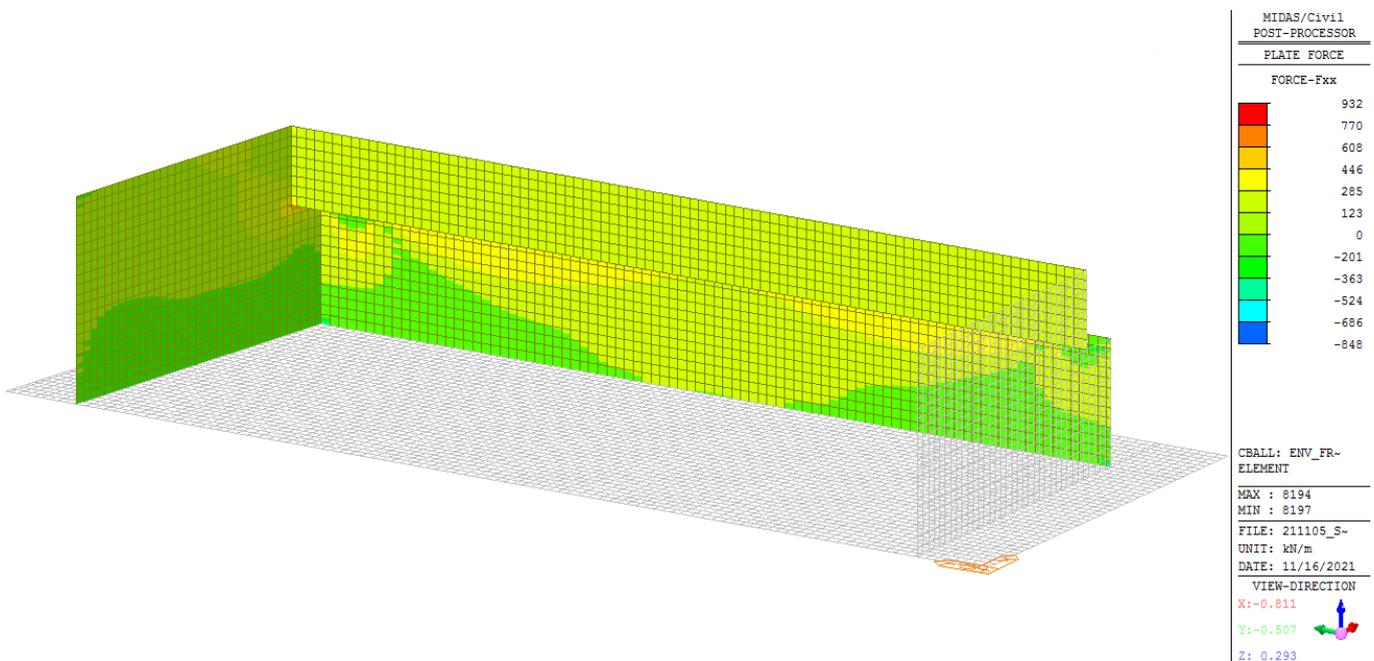


Figura 95 – Involuppo SLE Frequente - Fxx

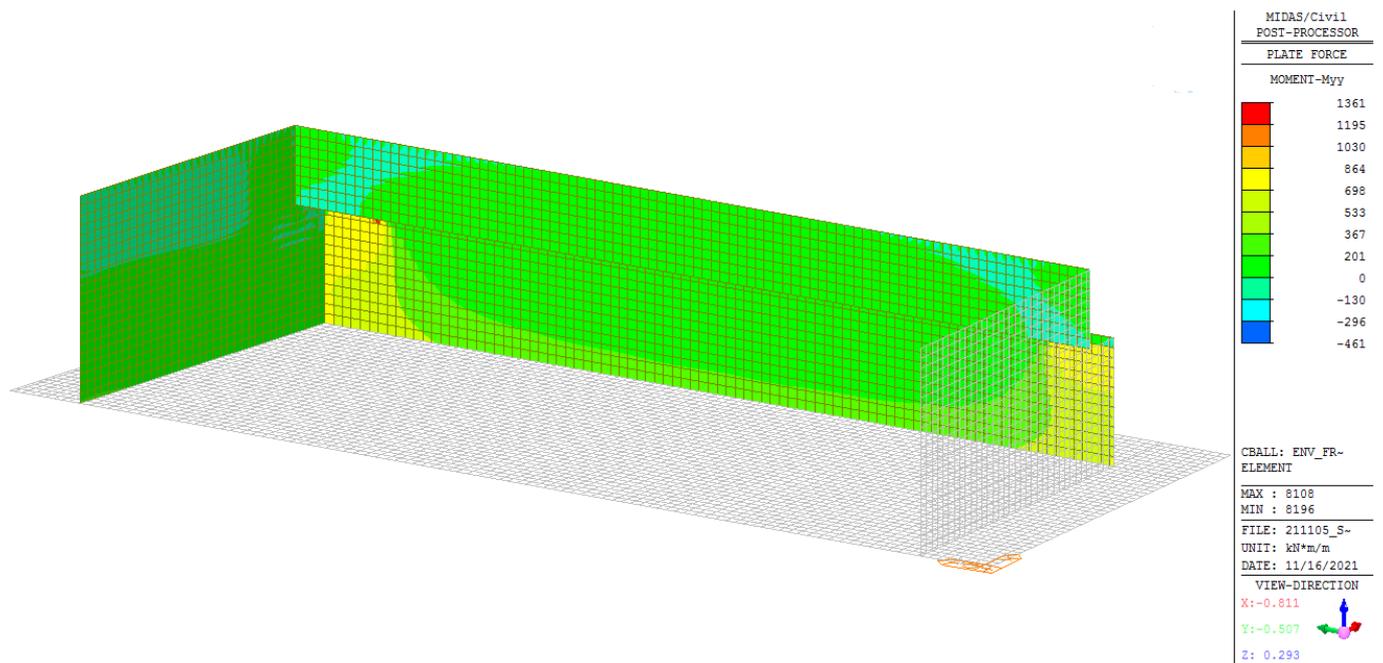


Figura 96 – Involuppo SLE Frequente - Myy

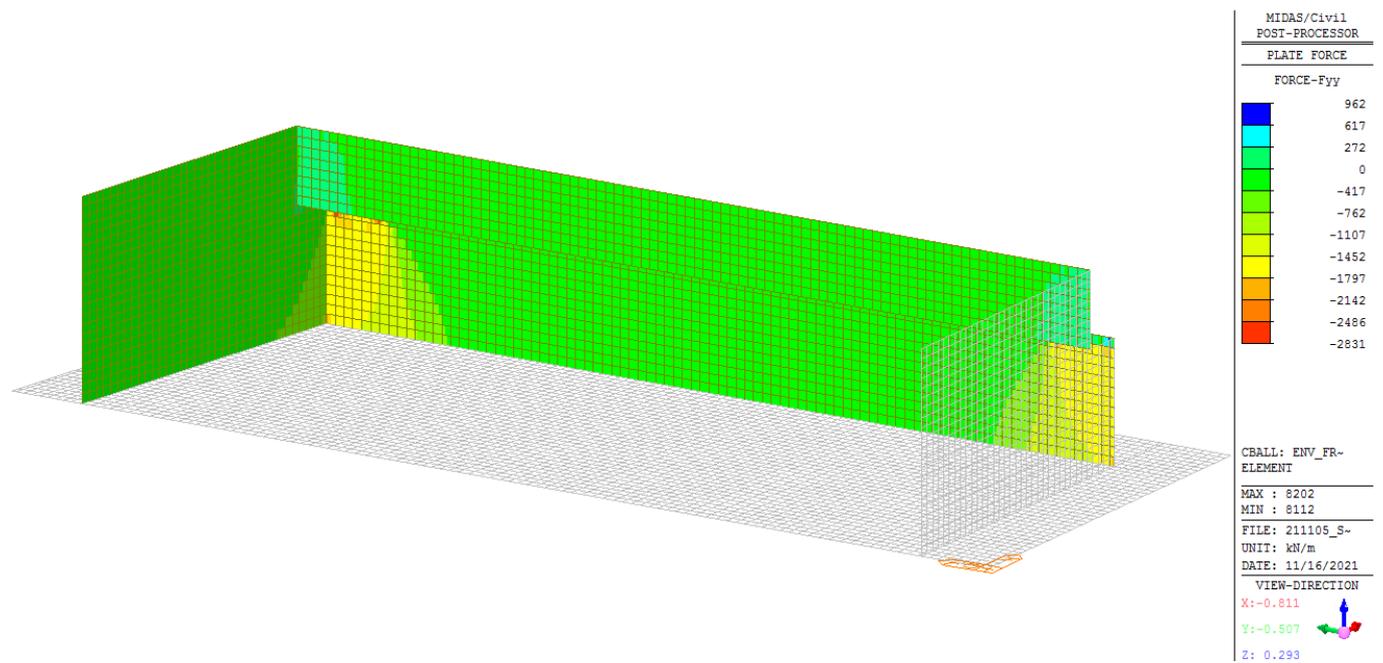


Figura 97 – Involuppo SLE Frequente - Fyy

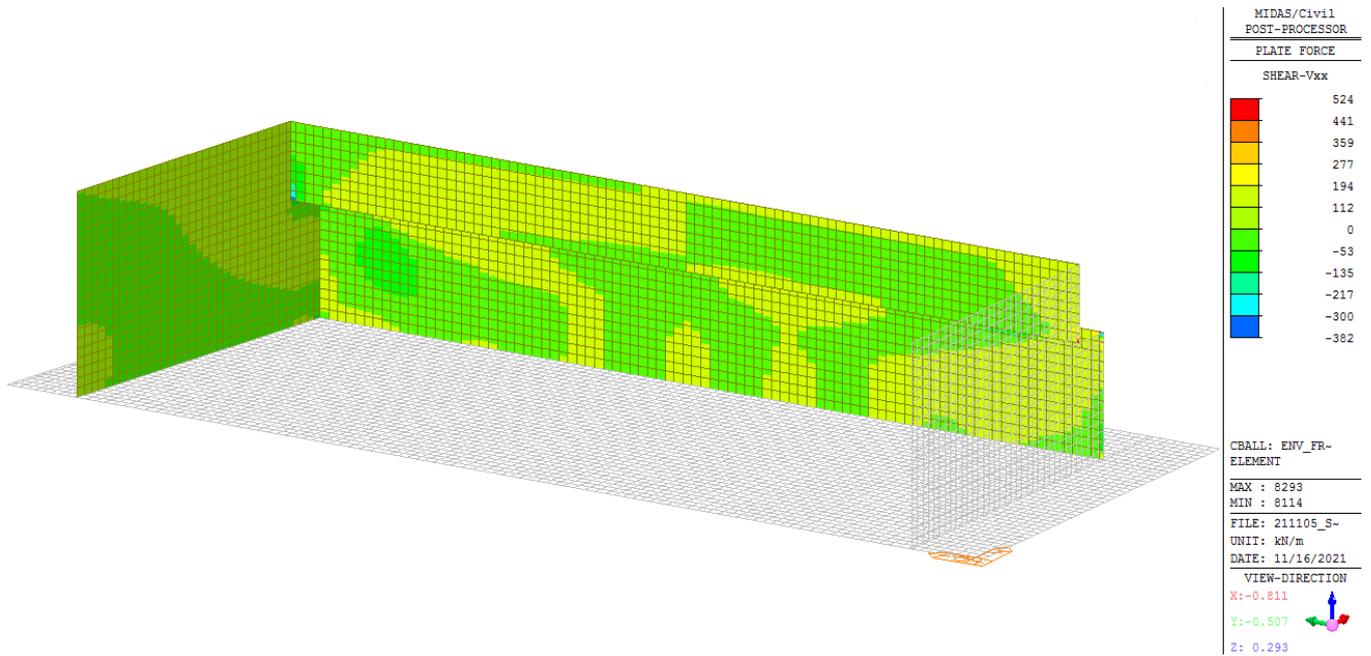


Figura 98 – Involuppo SLE Frequente - Vxx

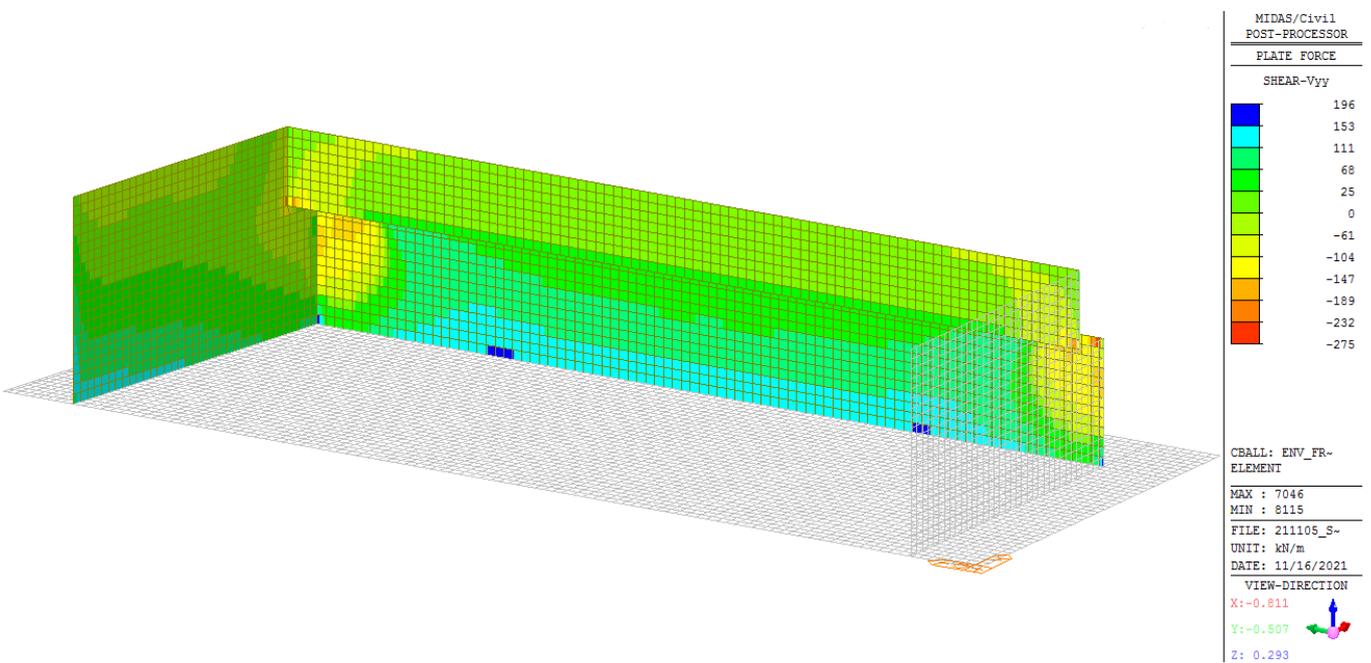


Figura 99 – Involuppo SLE Frequente – Vyy

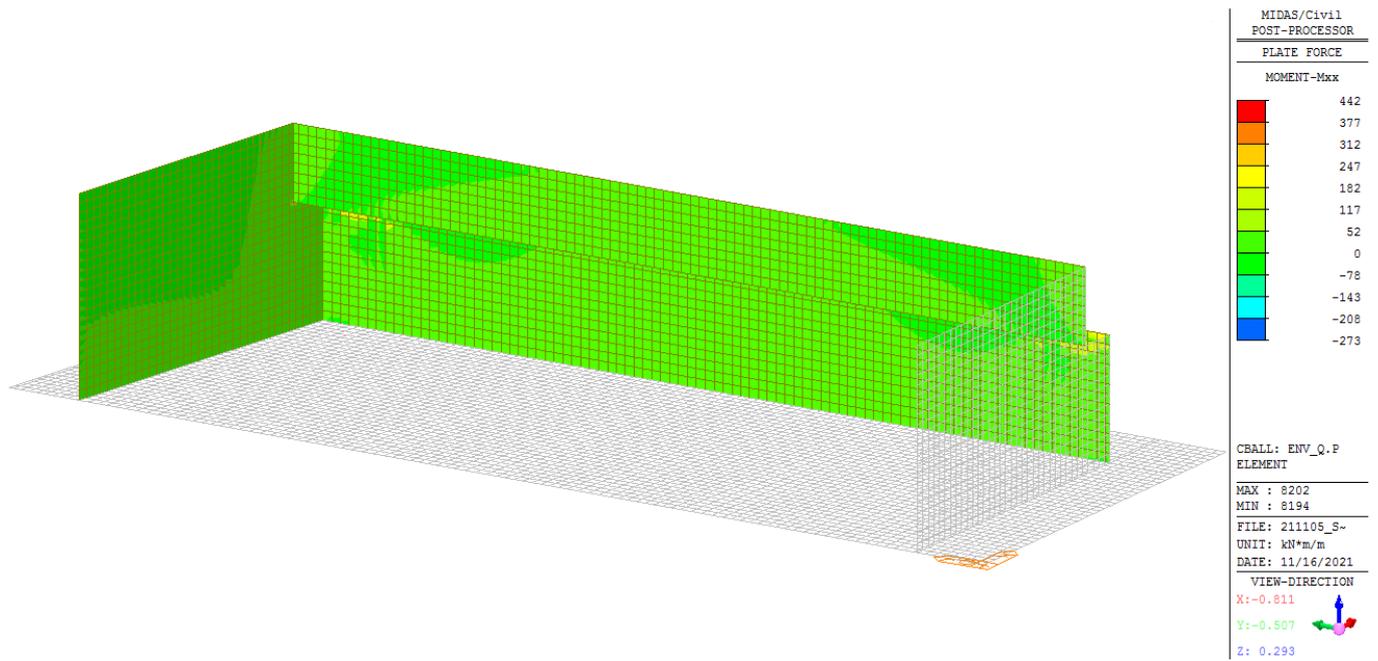


Figura 100 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Mxx

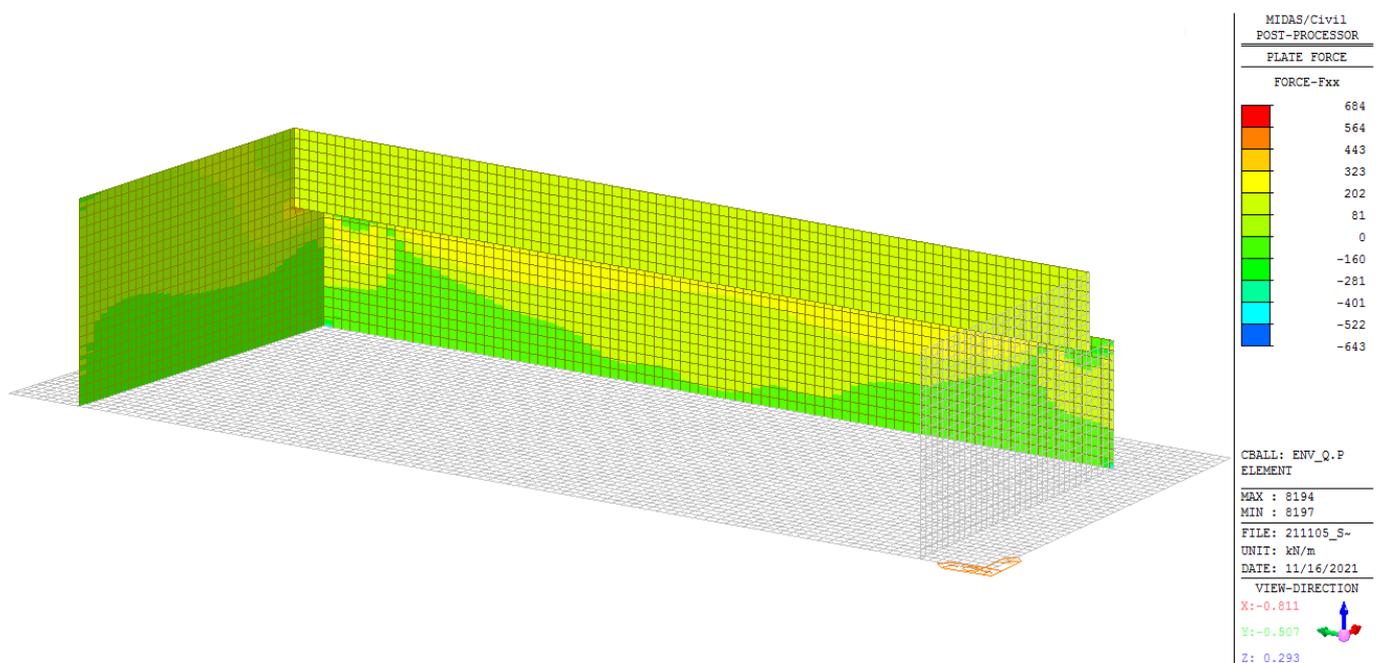


Figura 101 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Fxx

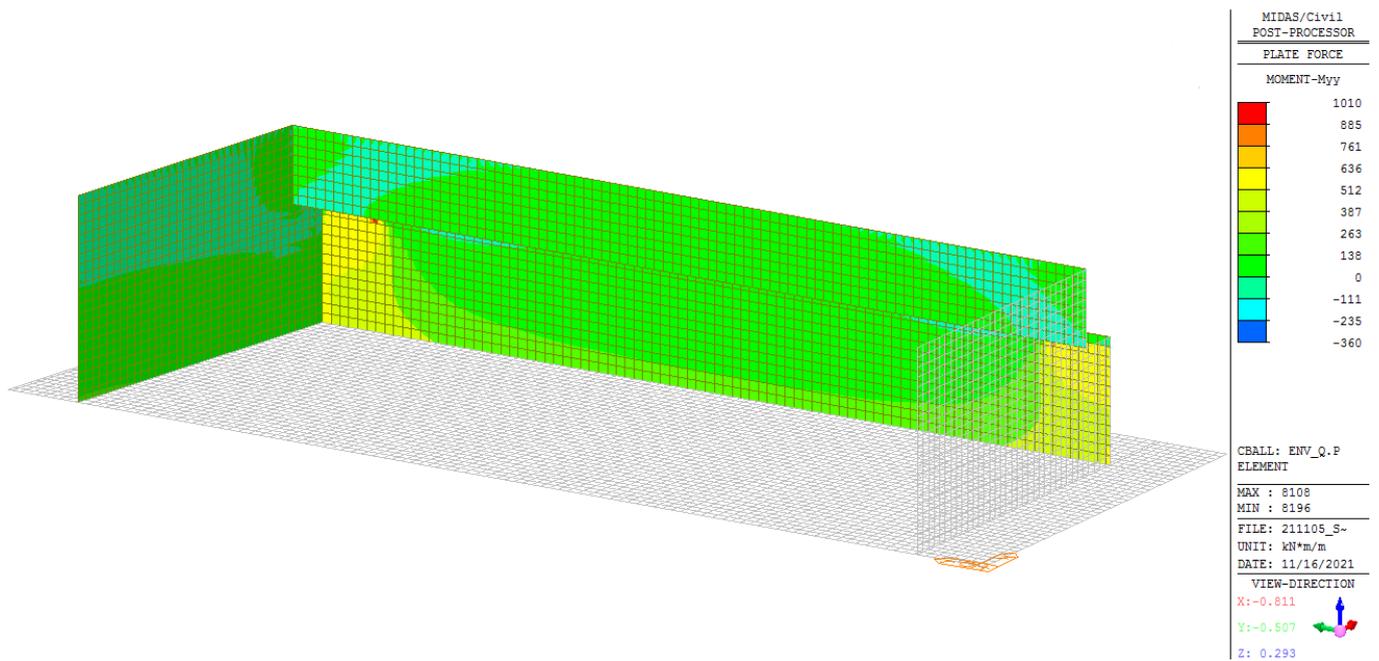


Figura 102 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Myy

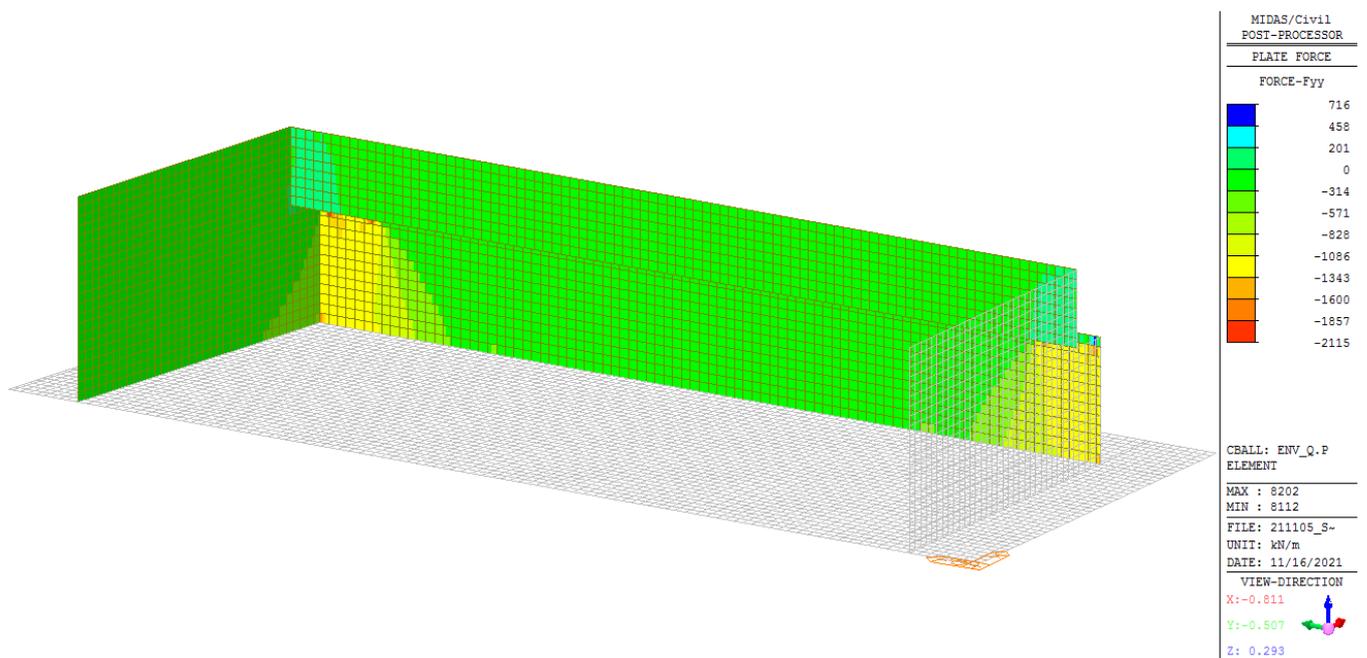


Figura 103 – Involuppo SLE Quasi Permanente - Fyy

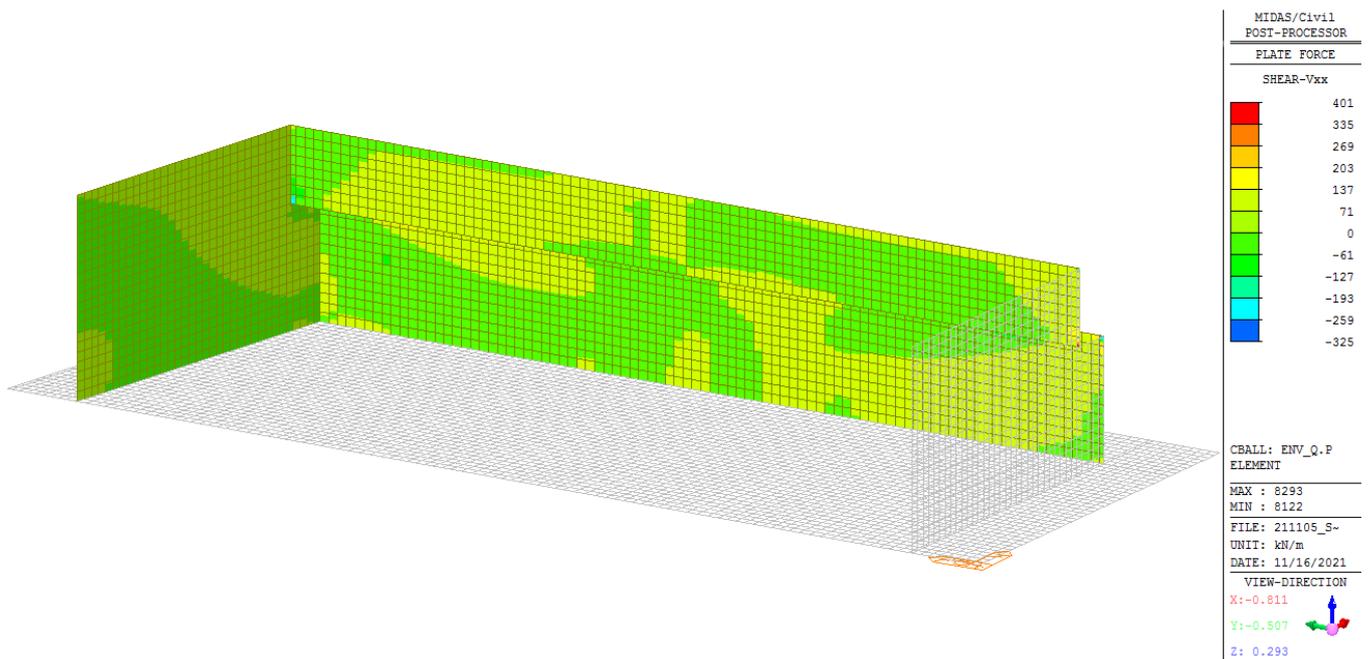


Figura 104 – Inviluppo SLE Quasi Permanente - Vxx

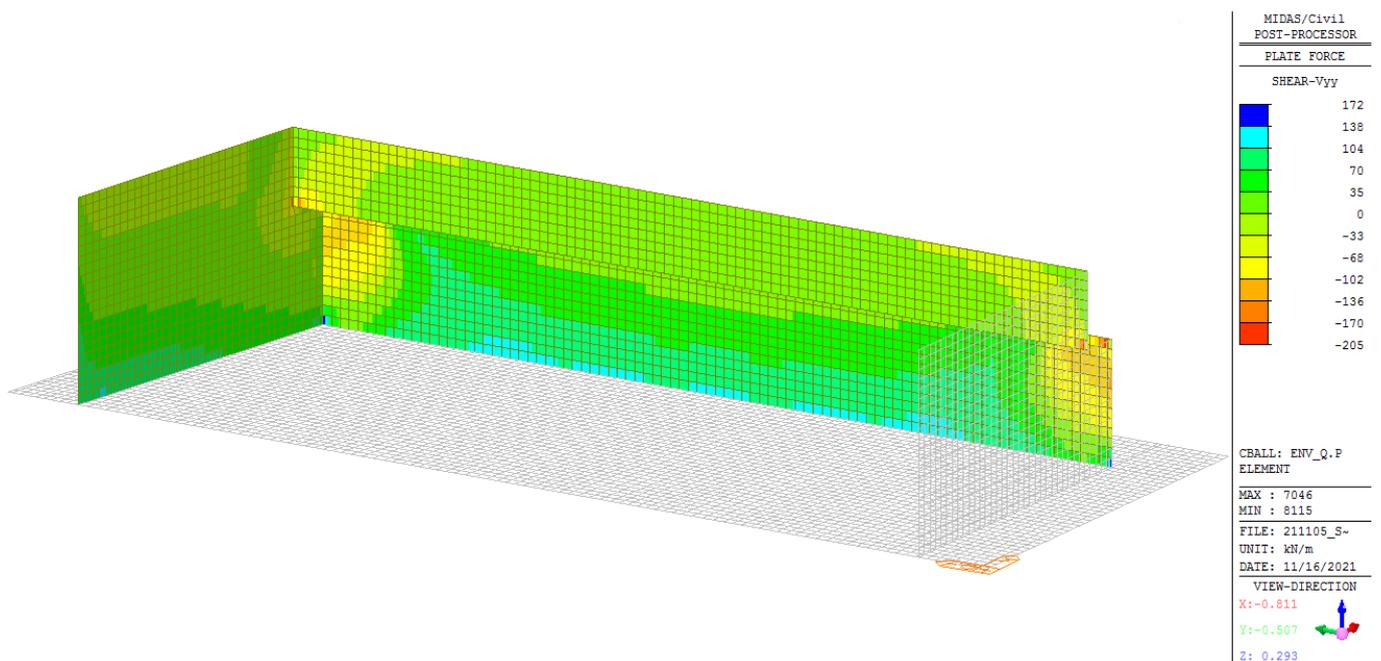


Figura 105 – Inviluppo SLE Quasi Permanente – Vyy

### 11.1.1 Muro frontale

#### 11.1.1.1 Verifica a pressoflessione – armatura verticale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, costituita da barre  $\varnothing 26/20''$  sia internamente che esternamente.

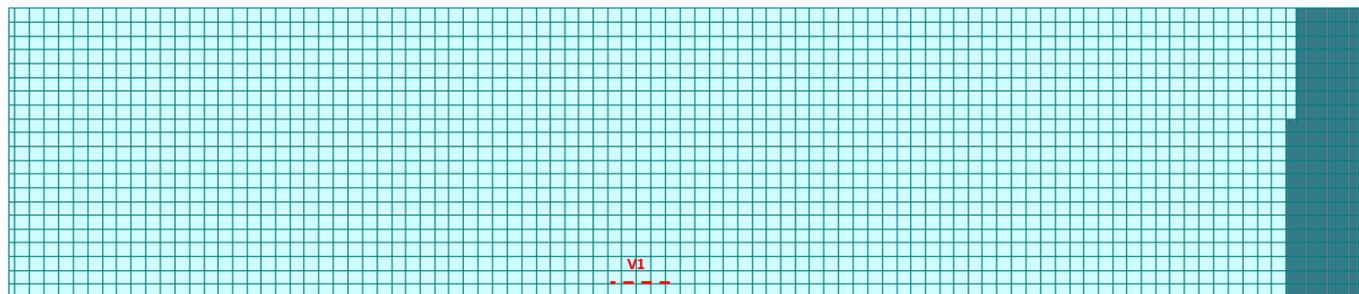


Figura 106 – Section-cut orizzontali muro frontale

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro frontale	V1	2.77	-21.10	0.82	0.042	0.37	0.008	26/200	26/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 2.55 m).

Sezione VI

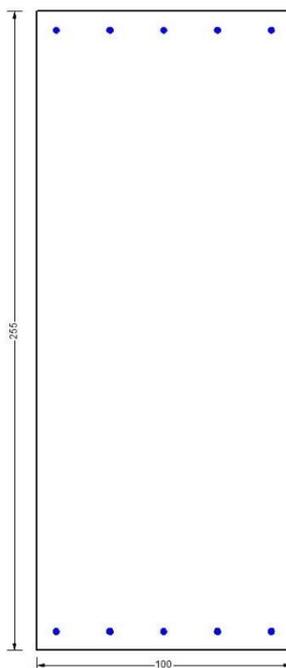


Figura 107 – Sezione implementata in RC-SEC

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME FILE SEZIONE: V1**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.030 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa

Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	255.0
3	50.0	255.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.0	9.0	26
2	-41.0	246.0	26
3	41.0	246.0	26
4	41.0	9.0	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	310.50	1045.20	0.00	0.00	0.00
2	274.40	1010.80	0.00	0.00	0.00
3	290.60	391.90	0.00	0.00	0.00
4	256.90	383.40	0.00	0.00	0.00
5	351.40	401.90	0.00	0.00	0.00
6	239.00	397.50	0.00	0.00	0.00
7	406.30	537.50	0.00	0.00	0.00
8	378.50	552.40	0.00	0.00	0.00
9	386.50	548.20	0.00	0.00	0.00
10	386.90	548.00	0.00	0.00	0.00
11	485.10	635.80	0.00	0.00	0.00

12	476.00	212.60	0.00	0.00	0.00
13	394.80	493.10	0.00	0.00	0.00
14	394.60	493.30	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	301.90	395.20	0.00
2	281.30	406.20	0.00
3	287.20	403.10	0.00
4	287.50	402.90	0.00
5	360.30	468.00	0.00
6	353.50	154.50	0.00
7	293.40	362.30	0.00
8	293.30	362.40	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	301.30	357.90 (5679.54)	0.00 (0.00)
2	290.30	363.90 (5506.41)	0.00 (0.00)
3	293.60	362.10 (5556.64)	0.00 (0.00)
4	293.30	362.30 (5551.70)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	302.50	244.90 (7892.40)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	310.50	1045.20	0.00	310.46	2897.37	0.00	2.77	26.5
2	S	274.40	1010.80	0.00	274.28	2854.12	0.00	2.82	26.5
3	S	290.60	391.90	0.00	290.57	2873.60	0.00	7.33	26.5
4	S	256.90	383.40	0.00	256.92	2833.36	0.00	7.39	26.5
5	S	351.40	401.90	0.00	351.51	2946.43	0.00	7.33	26.5
6	S	239.00	397.50	0.00	239.10	2812.04	0.00	7.07	26.5
7	S	406.30	537.50	0.00	406.58	3012.23	0.00	5.60	26.5
8	S	378.50	552.40	0.00	378.63	2978.84	0.00	5.39	26.5
9	S	386.50	548.20	0.00	386.40	2988.13	0.00	5.45	26.5
10	S	386.90	548.00	0.00	387.00	2988.84	0.00	5.45	26.5
11	S	485.10	635.80	0.00	485.17	3105.99	0.00	4.89	26.5
12	S	476.00	212.60	0.00	475.92	3094.96	0.00	14.56	26.5
13	S	394.80	493.10	0.00	394.74	2998.08	0.00	6.08	26.5
14	S	394.60	493.30	0.00	394.74	2998.08	0.00	6.08	26.5

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00269	0.038	-50.0	255.0	0.00012	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
2	0.00266	0.038	-50.0	255.0	0.00009	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
3	0.00267	0.038	-50.0	255.0	0.00010	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
4	0.00264	0.038	-50.0	255.0	0.00008	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
5	0.00272	0.039	-50.0	255.0	0.00016	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
6	0.00263	0.037	-50.0	255.0	0.00006	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
7	0.00277	0.039	-50.0	255.0	0.00020	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
8	0.00275	0.039	-50.0	255.0	0.00018	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
9	0.00276	0.039	-50.0	255.0	0.00019	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
10	0.00276	0.039	-50.0	255.0	0.00019	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
11	0.00284	0.040	-50.0	255.0	0.00027	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
12	0.00284	0.040	-50.0	255.0	0.00026	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
13	0.00276	0.039	-50.0	255.0	0.00019	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0
14	0.00276	0.039	-50.0	255.0	0.00019	-41.0	246.0	-0.06750	-41.0	9.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000285319	-0.070067874	0.038	0.700
2	0.000000000	0.000285192	-0.070066724	0.038	0.700
3	0.000000000	0.000285249	-0.070067240	0.038	0.700
4	0.000000000	0.000285131	-0.070066179	0.038	0.700
5	0.000000000	0.000285467	-0.070069202	0.039	0.700
6	0.000000000	0.000285066	-0.070065595	0.037	0.700
7	0.000000000	0.000285669	-0.070071025	0.039	0.700
8	0.000000000	0.000285566	-0.070070093	0.039	0.700
9	0.000000000	0.000285595	-0.070070351	0.039	0.700
10	0.000000000	0.000285597	-0.070070371	0.039	0.700

11	0.000000000	0.000285949	-0.070073542	0.040	0.700
12	0.000000000	0.000285916	-0.070073245	0.040	0.700
13	0.000000000	0.000285625	-0.070070629	0.039	0.700
14	0.000000000	0.000285625	-0.070070629	0.039	0.700

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.70	-50.0	255.0	-17.2	20.5	9.0	2250	26.5
2	S	0.74	-50.0	255.0	-21.1	20.5	9.0	2250	26.5
3	S	0.72	-50.0	255.0	-19.9	20.5	9.0	2250	26.5
4	S	0.72	50.0	255.0	-19.9	-20.5	9.0	2250	26.5
5	S	0.82	50.0	255.0	-20.1	20.5	9.0	2250	26.5
6	S	0.27	-50.0	255.0	0.2	-41.0	9.0	----	----
7	S	0.62	-50.0	255.0	-14.0	0.0	9.0	2250	26.5
8	S	0.62	-50.0	255.0	-14.0	0.0	9.0	2250	26.5

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.61	50.0	255.0	-12.7	-20.5	9.0	2250	26.5
2	S	0.63	-50.0	255.0	-14.5	20.5	9.0	2250	26.5
3	S	0.62	50.0	255.0	-14.0	20.5	9.0	2250	26.5
4	S	0.62	-50.0	255.0	-14.0	20.5	9.0	2250	26.5

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00007	0	0.927	26.0	77	0.00004 (0.00004)	956	0.036 (0.30)	5679.54	0.00
2	S	-0.00008	0	0.930	26.0	77	0.00004 (0.00004)	958	0.042 (0.30)	5506.41	0.00
3	S	-0.00007	0	0.929	26.0	77	0.00004 (0.00004)	958	0.040 (0.30)	5556.64	0.00
4	S	-0.00007	0	0.929	26.0	77	0.00004 (0.00004)	958	0.040 (0.30)	5551.70	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.37	-50.0	255.0	-2.9	-20.5	9.0	2250	26.5

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00002	0	0.882	26.0	77	0.00001 (0.00001)	923	0.008 (0.20)	7892.40	0.00

### 11.1.1.2 Verifica a pressoflessione – armatura orizzontale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale, costituita da barre Ø26/20" sia internamente che esternamente.

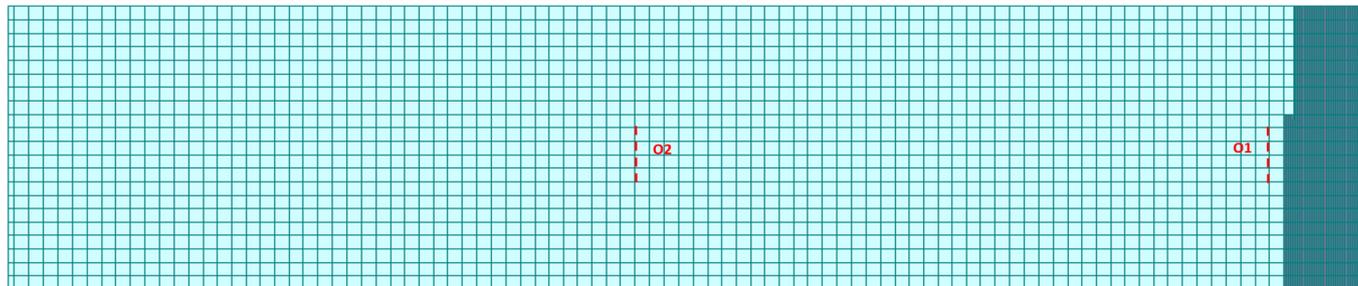


Figura 108 – Section-cut verticali muro frontale

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Section cut	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro frontale	O1	19.88	-20.60	0.00	0.044	0.00	0.028	26/200	26/200
	O2	29.43	-27.50	0.00	0.064	0.00	0.046	26/200	26/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 2.55 m).

Sezione O1

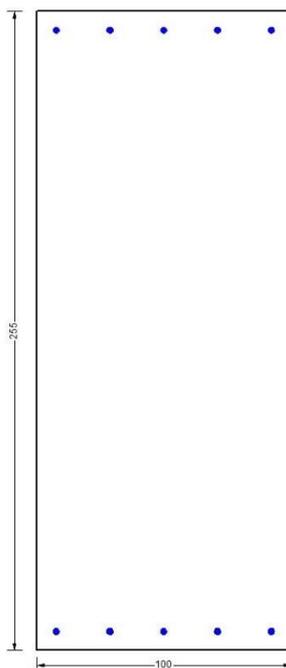


Figura 109 – Sezione implementata in RC-SEC

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**

**NOME FILE SEZIONE: O1**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.030 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068

Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 * \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	255.0
3	50.0	255.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.5	7.5	26
2	-42.5	247.5	26
3	42.5	247.5	26
4	42.5	7.5	26

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-170.30	76.80	0.00	0.00	0.00
2	-188.10	80.40	0.00	0.00	0.00
3	-395.40	103.50	0.00	0.00	0.00
4	-395.20	103.10	0.00	0.00	0.00
5	-144.80	48.20	0.00	0.00	0.00
6	-148.60	48.30	0.00	0.00	0.00
7	-109.40	43.20	0.00	0.00	0.00
8	-110.50	46.40	0.00	0.00	0.00
9	-110.30	45.80	0.00	0.00	0.00
10	-110.30	45.90	0.00	0.00	0.00
11	-100.00	40.50	0.00	0.00	0.00
12	-96.30	37.50	0.00	0.00	0.00

13	-98.50	40.40	0.00	0.00	0.00
14	-99.40	40.40	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-80.40	31.70	0.00
2	-81.20	34.10	0.00
3	-81.00	33.70	0.00
4	-81.00	33.70	0.00
5	-73.40	29.70	0.00
6	-70.70	27.50	0.00
7	-72.30	29.60	0.00
8	-72.90	29.60	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-71.00	28.60 (1687.02)	0.00 (0.00)
2	-71.40	29.90 (1721.49)	0.00 (0.00)
3	-71.30	29.60 (1713.78)	0.00 (0.00)
4	-71.20	29.50 (1712.02)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-45.50	19.00 (1718.97)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-170.30	76.80	0.00	-170.44	2330.99	0.00	30.35	26.5
2	S	-188.10	80.40	0.00	-188.09	2309.58	0.00	28.73	26.5
3	S	-395.40	103.50	0.00	-395.24	2057.63	0.00	19.88	26.5
4	S	-395.20	103.10	0.00	-395.24	2057.63	0.00	19.96	26.5
5	S	-144.80	48.20	0.00	-145.04	2361.82	0.00	49.00	26.5
6	S	-148.60	48.30	0.00	-148.83	2357.22	0.00	48.80	26.5
7	S	-109.40	43.20	0.00	-109.35	2405.13	0.00	55.67	26.5
8	S	-110.50	46.40	0.00	-110.59	2403.62	0.00	51.80	26.5
9	S	-110.30	45.80	0.00	-110.59	2403.62	0.00	52.48	26.5
10	S	-110.30	45.90	0.00	-110.59	2403.62	0.00	52.37	26.5
11	S	-100.00	40.50	0.00	-100.05	2416.41	0.00	59.66	26.5
12	S	-96.30	37.50	0.00	-96.34	2420.90	0.00	64.56	26.5
13	S	-98.50	40.40	0.00	-98.51	2418.28	0.00	59.86	26.5
14	S	-99.40	40.40	0.00	-99.43	2417.16	0.00	59.83	26.5

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrip. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrip. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrip. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrip. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrip. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrip. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00206	0.030	-50.0	255.0	-0.00005	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
2	0.00204	0.029	-50.0	255.0	-0.00007	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
3	0.00186	0.027	-50.0	255.0	-0.00024	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
4	0.00186	0.027	-50.0	255.0	-0.00024	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
5	0.00208	0.030	-50.0	255.0	-0.00003	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
6	0.00207	0.030	-50.0	255.0	-0.00003	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
7	0.00211	0.030	-50.0	255.0	0.00000	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
8	0.00211	0.030	-50.0	255.0	0.00000	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
9	0.00211	0.030	-50.0	255.0	0.00000	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
10	0.00211	0.030	-50.0	255.0	0.00000	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
11	0.00212	0.030	-50.0	255.0	0.00001	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
12	0.00212	0.030	-50.0	255.0	0.00001	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
13	0.00212	0.030	-50.0	255.0	0.00001	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5
14	0.00212	0.030	-50.0	255.0	0.00001	-42.5	247.5	-0.06750	-42.5	7.5

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000281034	-0.069607753	0.030	0.700
2	0.000000000	0.000280974	-0.069607302	0.029	0.700
3	0.000000000	0.000280242	-0.069601811	0.027	0.700
4	0.000000000	0.000280242	-0.069601811	0.027	0.700
5	0.000000000	0.000281121	-0.069608410	0.030	0.700
6	0.000000000	0.000281108	-0.069608312	0.030	0.700
7	0.000000000	0.000281246	-0.069609346	0.030	0.700
8	0.000000000	0.000281242	-0.069609313	0.030	0.700
9	0.000000000	0.000281242	-0.069609313	0.030	0.700
10	0.000000000	0.000281242	-0.069609313	0.030	0.700
11	0.000000000	0.000281279	-0.069609592	0.030	0.700

12	0.000000000	0.000281292	-0.069609690	0.030	0.700
13	0.000000000	0.000281284	-0.069609633	0.030	0.700
14	0.000000000	0.000281281	-0.069609608	0.030	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.00	50.0	255.0	-20.1	-42.5	7.5	4933	53.1
2	S	0.00	50.0	255.0	-20.6	-42.5	7.5	4933	53.1
3	S	0.00	50.0	255.0	-20.5	-42.5	7.5	4933	53.1
4	S	0.00	50.0	255.0	-20.5	-42.5	7.5	4933	53.1
5	S	0.00	50.0	255.0	-18.5	-42.5	7.5	4933	53.1
6	S	0.00	50.0	255.0	-17.6	-42.5	7.5	4933	53.1
7	S	0.00	50.0	255.0	-18.3	-42.5	7.5	4933	53.1
8	S	0.00	50.0	255.0	-18.4	-42.5	7.5	4933	53.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.00	50.0	255.0	-17.9	-42.5	7.5	4933	53.1
2	S	0.00	50.0	255.0	-18.1	-42.5	7.5	4933	53.1
3	S	0.00	50.0	255.0	-18.1	-42.5	7.5	4933	53.1
4	S	0.00	50.0	255.0	-18.0	-42.5	7.5	4933	53.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00009	-0.00004	0.737	26.0	62	0.00005 (0.00005)	816	0.044 (0.30)	1687.02	0.00
2	S	-0.00009	-0.00004	0.730	26.0	62	0.00005 (0.00005)	810	0.044 (0.30)	1721.49	0.00
3	S	-0.00009	-0.00004	0.731	26.0	62	0.00005 (0.00005)	811	0.044 (0.30)	1713.78	0.00
4	S	-0.00009	-0.00004	0.732	26.0	62	0.00005 (0.00005)	812	0.044 (0.30)	1712.02	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.00	50.0	255.0	-11.6	-42.5	7.5	4933	53.1

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00006	-0.00003	0.730	26.0	62	0.00003 (0.00003)	810	0.028 (0.20)	1718.97	0.00

### 11.1.1.3 Verifica a taglio

Il taglio sollecitante massimo è ottenuto dalla section-cut *O1* e risulta essere:

$$V_{ed} = 492.4 \text{ kN}$$

L'armatura trasversale è costituita da spille  $\emptyset 12$  disposte con passo regolare su tutta l'estensione del muro a formare una maglia 40 x 20 cm. Di seguito si riporta la verifica:

#### Caratteristiche materiali

Cls

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

#### Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$

#### Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$

#### Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.88	$\text{N/mm}^2$	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	3.25	$\text{N/mm}^2$	tensione di aderenza di progetto

#### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	$\text{mm}^2$	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0011		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0011		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	$\text{N/mm}^2$	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	$\text{N/mm}^2$	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	565.5	$\text{mm}^2$	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	11.067	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	53120	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	2858.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	6821.9	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	2858.9	kN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	492.4	kN	sollecitazione di taglio da calcolo
$V_{Rd}$	>	$V_{Ed}$	

## 11.1.2 Trave paraghiaia

### 11.1.2.1 Verifica a presso flessione - Armatura verticale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, costituita da barre  $\varnothing 20/20''$  sia internamente che esternamente.

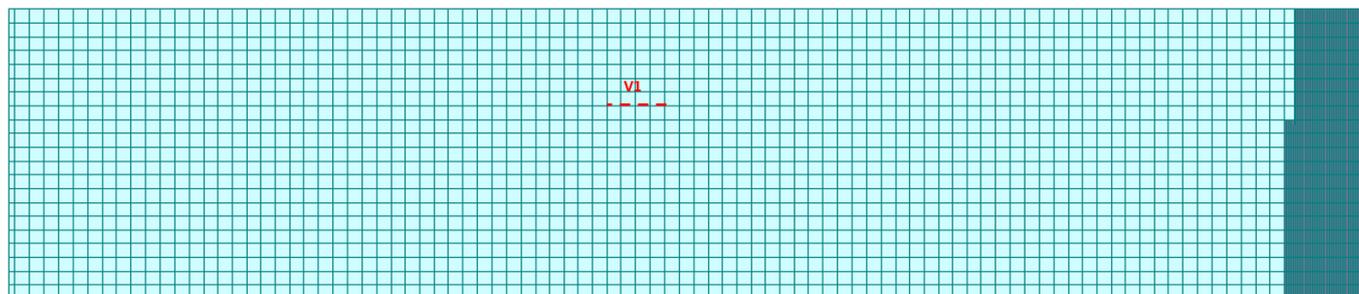


Figura 110 – Section-cut orizzontali trave paraghiaia

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Paraghiaia	V1	2.13	-253.40	9.30	0.108	0.93	0.043	20/200	20/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 0.40 m).

## Sezione VI

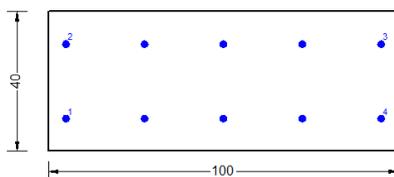


Figura 111 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

#### NOME FILE SEZIONE: V1

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.030 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.0	9.0	20
2	-41.0	31.0	20
3	41.0	31.0	20
4	41.0	9.0	20

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	21.60	93.30	0.00	0.00	0.00
2	19.00	91.70	0.00	0.00	0.00
3	19.80	32.60	0.00	0.00	0.00
4	17.40	32.10	0.00	0.00	0.00
5	24.70	32.70	0.00	0.00	0.00
6	16.70	32.10	0.00	0.00	0.00
7	28.20	43.70	0.00	0.00	0.00
8	25.80	43.80	0.00	0.00	0.00
9	26.50	43.80	0.00	0.00	0.00
10	26.50	43.80	0.00	0.00	0.00
11	207.60	178.30	0.00	0.00	0.00
12	189.50	-102.00	0.00	0.00	0.00
13	27.30	37.40	0.00	0.00	0.00
14	27.30	37.40	0.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	21.00	32.10	0.00
2	19.20	32.10	0.00
3	19.70	32.10	0.00
4	19.70	32.10	0.00
5	153.90	131.80	0.00

6	140.50	-75.90	0.00
7	20.30	27.40	0.00
8	20.30	27.40	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	21.00	27.40 (94.20)	0.00 (0.00)
2	20.00	27.40 (93.97)	0.00 (0.00)
3	20.30	27.40 (94.04)	0.00 (0.00)
4	20.30	27.40 (94.04)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	21.30	13.20 (100.10)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	21.60	93.30	0.00	21.62	199.08	0.00	2.13	31.4
2	S	19.00	91.70	0.00	18.92	198.75	0.00	2.17	31.4
3	S	19.80	32.60	0.00	19.59	198.83	0.00	6.10	31.4
4	S	17.40	32.10	0.00	17.56	198.58	0.00	6.19	31.4
5	S	24.70	32.70	0.00	25.00	199.50	0.00	6.10	31.4
6	S	16.70	32.10	0.00	16.88	198.49	0.00	6.18	31.4
7	S	28.20	43.70	0.00	28.37	199.92	0.00	4.57	31.4
8	S	25.80	43.80	0.00	25.67	199.58	0.00	4.56	31.4
9	S	26.50	43.80	0.00	26.35	199.67	0.00	4.56	31.4
10	S	26.50	43.80	0.00	26.35	199.67	0.00	4.56	31.4
11	S	207.60	178.30	0.00	207.57	222.02	0.00	1.25	31.4
12	S	189.50	-102.00	0.00	189.28	-219.76	0.00	2.15	31.4
13	S	27.30	37.40	0.00	27.02	199.75	0.00	5.34	31.4
14	S	27.30	37.40	0.00	27.02	199.75	0.00	5.34	31.4

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00114	41.0	31.0	-0.01249	-41.0	9.0
2	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00115	41.0	31.0	-0.01250	-41.0	9.0
3	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00115	41.0	31.0	-0.01250	-41.0	9.0
4	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00115	41.0	31.0	-0.01251	-41.0	9.0
5	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00114	41.0	31.0	-0.01247	-41.0	9.0
6	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00115	41.0	31.0	-0.01252	-41.0	9.0
7	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00113	41.0	31.0	-0.01245	-41.0	9.0
8	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00113	41.0	31.0	-0.01246	-41.0	9.0
9	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00113	41.0	31.0	-0.01246	-41.0	9.0
10	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00113	41.0	31.0	-0.01246	-41.0	9.0
11	0.00350	0.236	-50.0	40.0	-0.00080	41.0	31.0	-0.01132	-41.0	9.0
12	0.00350	0.235	-50.0	0.0	-0.00083	-41.0	9.0	-0.01142	41.0	31.0
13	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00113	41.0	31.0	-0.01245	-41.0	9.0
14	0.00350	0.219	-50.0	40.0	-0.00113	41.0	31.0	-0.01245	-41.0	9.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000515722	-0.017128882	0.219	0.714
2	0.000000000	0.000516260	-0.017150394	0.219	0.713
3	0.000000000	0.000516125	-0.017145016	0.219	0.713
4	0.000000000	0.000516529	-0.017161150	0.219	0.713
5	0.000000000	0.000515050	-0.017101992	0.219	0.714
6	0.000000000	0.000516663	-0.017166528	0.219	0.713
7	0.000000000	0.000514378	-0.017075102	0.219	0.714
8	0.000000000	0.000514915	-0.017096614	0.219	0.714
9	0.000000000	0.000514781	-0.017091236	0.219	0.714
10	0.000000000	0.000514781	-0.017091236	0.219	0.714
11	0.000000000	0.000478009	-0.015620357	0.236	0.735
12	0.000000000	-0.000481437	0.003500000	0.235	0.733
13	0.000000000	0.000514646	-0.017085858	0.219	0.714
14	0.000000000	0.000514646	-0.017085858	0.219	0.714

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.28	-50.0	40.0	-67.2	-41.0	9.0	1000	15.7

2	S	2.28	-50.0	40.0	-67.8	-41.0	9.0	1000	15.7
3	S	2.28	-50.0	40.0	-67.6	-20.5	9.0	1000	15.7
4	S	2.28	-50.0	40.0	-67.6	-20.5	9.0	1000	15.7
5	S	9.30	-50.0	40.0	-253.4	-41.0	9.0	950	15.7
6	S	5.30	50.0	0.0	-129.0	20.5	31.0	950	15.7
7	S	1.94	-50.0	40.0	-56.6	-41.0	9.0	1000	15.7
8	S	1.94	-50.0	40.0	-56.6	-41.0	9.0	1000	15.7

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.94	-50.0	40.0	-56.3	-41.0	9.0	1000	15.7
2	S	1.94	-50.0	40.0	-56.7	-41.0	9.0	1000	15.7
3	S	1.94	-50.0	40.0	-56.6	-41.0	9.0	1000	15.7
4	S	1.94	-50.0	40.0	-56.6	-41.0	9.0	1000	15.7

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver. Esito della verifica

e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata

e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area  $A_c$  eff  
= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2 =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace  $A_c$  eff [eq.(7.11)EC2]

Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00041	0	0.834	20.0	80	0.00017 (0.00017)	633	0.107 (0.30)	94.20	0.00
2	S	-0.00041	0	0.835	20.0	80	0.00017 (0.00017)	633	0.108 (0.30)	93.97	0.00
3	S	-0.00041	0	0.835	20.0	80	0.00017 (0.00017)	633	0.107 (0.30)	94.04	0.00
4	S	-0.00041	0	0.835	20.0	80	0.00017 (0.00017)	633	0.107 (0.30)	94.04	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.93	-50.0	40.0	-23.5	-41.0	9.0	950	15.7

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00017	0	0.838	20.0	80	0.00007 (0.00007)	616	0.043 (0.20)	100.10	0.00

### 11.1.2.2 Verifica a presso flessione - Armatura orizzontale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale, costituita da barre  $\varnothing 20/20''$  internamente ed esternamente.

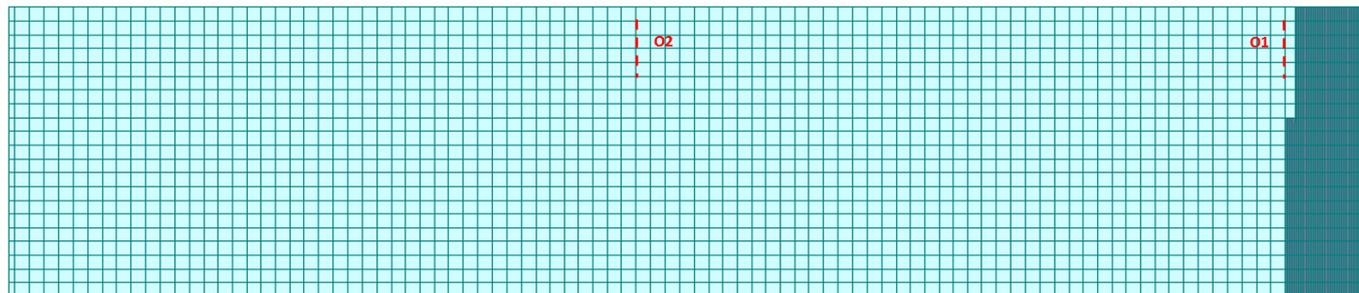


Figura 112 – Section-cut verticali trave paraghiaia

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Paraghiaia	O1	1.39	-102.60	2.09	0.167	1.16	0.106	20/200	20/200
	O2	5.01	-73.40	1.78	0.033	0.00	0.025	20/200	20/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 0.40 m).

## Sezione O1

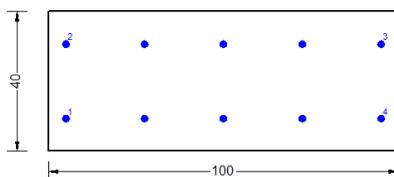


Figura 113 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

#### NOME FILE SEZIONE: O1

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.030 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.5	7.5	20
2	-42.5	32.5	20
3	42.5	32.5	20
4	42.5	7.5	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-170.30	76.80	0.00	0.00	0.00
2	-188.10	80.40	0.00	0.00	0.00
3	-395.40	103.50	0.00	0.00	0.00
4	-395.20	103.10	0.00	0.00	0.00
5	-144.80	48.20	0.00	0.00	0.00
6	-148.60	48.30	0.00	0.00	0.00
7	-109.40	43.20	0.00	0.00	0.00
8	-110.50	46.40	0.00	0.00	0.00
9	-110.30	45.80	0.00	0.00	0.00
10	-110.30	45.90	0.00	0.00	0.00
11	-100.00	40.50	0.00	0.00	0.00
12	-96.30	37.50	0.00	0.00	0.00
13	-98.50	40.40	0.00	0.00	0.00
14	-99.40	40.40	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	-80.40	31.70	0.00
2	-81.20	34.10	0.00
3	-81.00	33.70	0.00
4	-81.00	33.70	0.00
5	-73.40	29.70	0.00

6	-70.70	27.50	0.00
7	-72.30	29.60	0.00
8	-72.90	29.60	0.00

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-71.00	28.60 (78.70)	0.00 (0.00)
2	-71.40	29.90 (79.13)	0.00 (0.00)
3	-71.30	29.60 (79.03)	0.00 (0.00)
4	-71.20	29.50 (79.01)	0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-45.50	19.00 (79.10)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N<sub>r</sub>,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-170.30	76.80	0.00	-170.17	174.83	0.00	2.28	31.4
2	S	-188.10	80.40	0.00	-188.06	172.42	0.00	2.14	31.4
3	S	-395.40	103.50	0.00	-395.37	144.38	0.00	1.39	31.4
4	S	-395.20	103.10	0.00	-394.94	144.44	0.00	1.40	31.4
5	S	-144.80	48.20	0.00	-144.66	178.27	0.00	3.70	31.4
6	S	-148.60	48.30	0.00	-148.75	177.72	0.00	3.68	31.4
7	S	-109.40	43.20	0.00	-109.53	183.00	0.00	4.24	31.4
8	S	-110.50	46.40	0.00	-110.43	182.88	0.00	3.94	31.4
9	S	-110.30	45.80	0.00	-110.43	182.88	0.00	3.99	31.4
10	S	-110.30	45.90	0.00	-110.43	182.88	0.00	3.98	31.4
11	S	-100.00	40.50	0.00	-100.05	184.29	0.00	4.55	31.4
12	S	-96.30	37.50	0.00	-96.47	184.77	0.00	4.93	31.4
13	S	-98.50	40.40	0.00	-98.51	184.49	0.00	4.57	31.4
14	S	-99.40	40.40	0.00	-99.54	184.36	0.00	4.56	31.4

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.172	50.0	40.0	-0.00120	42.5	32.5	-0.01686	-42.5	7.5
2	0.00350	0.171	50.0	40.0	-0.00124	42.5	32.5	-0.01702	-42.5	7.5
3	0.00350	0.156	50.0	40.0	-0.00167	42.5	32.5	-0.01892	-42.5	7.5
4	0.00350	0.156	50.0	40.0	-0.00167	42.5	32.5	-0.01892	-42.5	7.5
5	0.00350	0.174	50.0	40.0	-0.00114	42.5	32.5	-0.01662	-42.5	7.5
6	0.00350	0.174	50.0	40.0	-0.00115	42.5	32.5	-0.01666	-42.5	7.5
7	0.00350	0.177	50.0	40.0	-0.00107	42.5	32.5	-0.01630	-42.5	7.5
8	0.00350	0.177	50.0	40.0	-0.00107	42.5	32.5	-0.01631	-42.5	7.5
9	0.00350	0.177	50.0	40.0	-0.00107	42.5	32.5	-0.01631	-42.5	7.5
10	0.00350	0.177	50.0	40.0	-0.00107	42.5	32.5	-0.01631	-42.5	7.5
11	0.00350	0.177	50.0	40.0	-0.00105	42.5	32.5	-0.01622	-42.5	7.5
12	0.00350	0.178	50.0	40.0	-0.00104	42.5	32.5	-0.01619	-42.5	7.5
13	0.00350	0.178	50.0	40.0	-0.00105	42.5	32.5	-0.01621	-42.5	7.5
14	0.00350	0.178	50.0	40.0	-0.00105	42.5	32.5	-0.01622	-42.5	7.5

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000626371	-0.021554824	0.172	0.700
2	0.000000000	0.000631363	-0.021754500	0.171	0.700
3	0.000000000	0.000689985	-0.024099419	0.156	0.700
4	0.000000000	0.000689857	-0.024094299	0.156	0.700
5	0.000000000	0.000619203	-0.021268109	0.174	0.700
6	0.000000000	0.000620355	-0.021314188	0.174	0.700
7	0.000000000	0.000609219	-0.020868756	0.177	0.700
8	0.000000000	0.000609475	-0.020878995	0.177	0.700
9	0.000000000	0.000609475	-0.020878995	0.177	0.700
10	0.000000000	0.000609475	-0.020878995	0.177	0.700
11	0.000000000	0.000606787	-0.020771477	0.177	0.700
12	0.000000000	0.000605891	-0.020735638	0.178	0.700
13	0.000000000	0.000606403	-0.020756118	0.178	0.700
14	0.000000000	0.000606659	-0.020766357	0.178	0.700

## COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.93	-50.0	40.0	-97.1	-42.5	7.5	1100	15.7

2	S	2.09	-50.0	40.0	-102.6	-42.5	7.5	1100	15.7
3	S	2.06	-50.0	40.0	-101.7	-42.5	7.5	1100	15.7
4	S	2.06	-50.0	40.0	-101.7	-42.5	7.5	1100	15.7
5	S	1.81	-50.0	40.0	-90.3	-42.5	7.5	1100	15.7
6	S	1.68	-50.0	40.0	-84.6	-42.5	7.5	1100	15.7
7	S	1.81	-50.0	40.0	-89.7	-42.5	7.5	1100	15.7
8	S	1.81	-50.0	40.0	-89.9	-42.5	7.5	1100	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.75	-50.0	40.0	-87.1	-42.5	7.5	1100	15.7
2	S	1.83	-50.0	40.0	-90.1	-42.5	7.5	1100	15.7
3	S	1.81	-50.0	40.0	-89.4	-42.5	7.5	1100	15.7
4	S	1.81	-50.0	40.0	-89.1	-42.5	7.5	1100	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver. Esito della verifica

e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata

e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area  $A_{c\text{ eff}}$

k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2 =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace  $A_{c\text{ eff}}$  [eq.(7.11)EC2]

Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]

sr max Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

wk Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00057	0	0.835	20.0	65	0.00026 (0.00026)	618	0.162 (0.30)	78.70	0.00
2	S	-0.00059	0	0.834	20.0	65	0.00027 (0.00027)	618	0.167 (0.30)	79.13	0.00
3	S	-0.00058	0	0.834	20.0	65	0.00027 (0.00027)	618	0.166 (0.30)	79.03	0.00
4	S	-0.00058	0	0.834	20.0	65	0.00027 (0.00027)	618	0.165 (0.30)	79.01	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.16	-50.0	40.0	-57.3	-42.5	7.5	1100	15.7

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00037	0	0.834	20.0	65	0.00017 (0.00017)	618	0.106 (0.20)	79.10	0.00

### 11.1.2.3 Verifica a taglio

Il taglio sollecitante massimo è ottenuto dalla section-cut *O1* e risulta essere:

$$V_{ed} = 139.2 \text{ kN}$$

L'armatura trasversale è costituita da spille  $\emptyset 12$  disposte con passo regolare su tutta l'estensione del muro a formare una maglia 40 x 20 cm. Di seguito si riporta la verifica:

#### Caratteristiche materiali

ClS

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

#### Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

#### Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
$f_{yd}$	391.3	$N/mm^2$

#### Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.88	$N/mm^2$	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	3.25	$N/mm^2$	tensione di aderenza di progetto

#### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	1570.8	$mm^2$	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0046		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0046		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	$N/mm^2$	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	565.5	$mm^2$	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	11.067	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	8853	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	425.1	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	1014.5	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	425.1	kN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	139.2	kN	sollecitazione di taglio da calcolo
$V_{Rd}$	>	$V_{Ed}$	

### 11.1.3 Muro andatore

#### 11.1.3.1 Verifica a presso flessione - Armatura verticale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale, costituita da barre  $\varnothing 26/20''$  sia internamente che esternamente. L'armatura interna è infittita nella parte posteriore del muro con  $\varnothing 26/20''$  per un'altezza pari a quella del muro frontale.

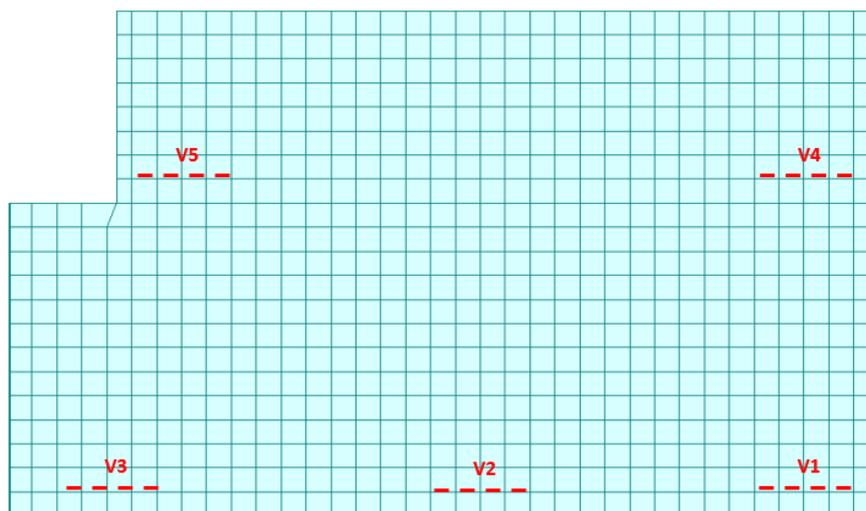


Figura 114 – Section-cut orizzontali muro andatore

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro andatore	V1	1.56	-55.70	1.73	0.091	1.12	0.054	20/200	20/200 + 26/200
	V2	1.88	-41.00	1.49	0.067	0.98	0.040	20/200	20/200 + 26/200
	V3	4.74	1.70	0.99	0.000	0.63	0.000	20/200	20/200
	V4	17.40	0.20	0.04	0.000	0.06	0.000	20/200	20/200
	V5	6.87	-0.10	0.16	0.000	0.08	0.000	20/200	20/200

Si esplicitano inoltre le verifiche delle due sezioni risultate più critiche (dimensioni 1.00 x 1.00 m).

## Sezione VI

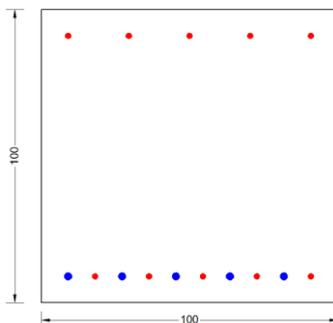


Figura 115 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

#### NOME FILE SEZIONE: V1

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.030 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40
N° vertice:	X [cm]      Y [cm]

1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.0	9.0	26
2	-41.0	91.0	26
3	41.0	91.0	26
4	31.9	9.0	26
5	-31.9	9.0	20
6	41.0	9.0	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	3	26
2	5	6	3	20
3	1	4	3	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-96.30	331.00	0.00	0.00	0.00
2	-100.30	389.30	0.00	0.00	0.00
3	29.60	921.70	0.00	0.00	0.00
4	23.30	922.50	0.00	0.00	0.00
5	37.30	329.90	0.00	0.00	0.00
6	15.90	343.50	0.00	0.00	0.00
7	94.70	272.80	0.00	0.00	0.00
8	31.90	272.40	0.00	0.00	0.00
9	43.30	272.50	0.00	0.00	0.00
10	41.20	272.50	0.00	0.00	0.00
11	82.30	248.00	0.00	0.00	0.00
12	103.90	249.00	0.00	0.00	0.00
13	65.60	248.30	0.00	0.00	0.00
14	62.50	248.50	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N°Comb.	N	Mx	My
1	72.50	201.00	0.00
2	26.00	200.70	0.00
3	34.40	200.70	0.00
4	32.90	200.70	0.00
5	63.30	182.60	0.00
6	79.30	183.30	0.00
7	50.90	182.80	0.00
8	48.90	183.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	74.70	182.80 (666.64)	0.00 (0.00)
2	49.60	182.60 (649.66)	0.00 (0.00)
3	54.60	182.60 (652.98)	0.00 (0.00)
4	58.50	182.60 (655.60)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	77.70	128.70 (692.41)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-96.30	331.00	0.00	-96.26	1387.25	-2.01	4.28	42.3
2	S	-100.30	389.30	0.00	-100.12	1385.56	-1.80	3.62	42.3
3	S	29.60	921.70	0.00	29.79	1439.02	0.60	1.56	42.3
4	S	23.30	922.50	0.00	23.51	1436.43	0.58	1.56	42.3
5	S	37.30	329.90	0.00	37.13	1442.05	0.74	4.37	42.3
6	S	15.90	343.50	0.00	15.84	1433.27	0.59	4.17	42.3
7	S	94.70	272.80	0.00	94.66	1465.80	1.26	5.35	42.3
8	S	31.90	272.40	0.00	31.90	1439.90	0.74	5.28	42.3

9	S	43.30	272.50	0.00	43.08	1444.51	0.83	5.29	42.3
10	S	41.20	272.50	0.00	41.20	1443.74	0.81	5.29	42.3
11	S	82.30	248.00	0.00	82.31	1460.71	1.21	5.87	42.3
12	S	103.90	249.00	0.00	103.92	1469.64	1.41	5.88	42.3
13	S	65.60	248.30	0.00	65.64	1453.83	1.05	5.84	42.3
14	S	62.50	248.50	0.00	62.40	1452.49	1.02	5.83	42.3

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.110	-50.0	100.0	0.00035	-41.0	91.0	-0.02830	41.0	9.0
2	0.00350	0.110	-50.0	100.0	0.00035	-41.0	91.0	-0.02837	41.0	9.0
3	0.00350	0.114	-50.0	100.0	0.00045	-41.0	91.0	-0.02733	41.0	9.0
4	0.00350	0.113	-50.0	100.0	0.00045	-41.0	91.0	-0.02738	41.0	9.0
5	0.00350	0.114	-50.0	100.0	0.00046	-41.0	91.0	-0.02727	41.0	9.0
6	0.00350	0.113	-50.0	100.0	0.00044	-41.0	91.0	-0.02746	41.0	9.0
7	0.00350	0.116	-50.0	100.0	0.00051	-41.0	91.0	-0.02675	41.0	9.0
8	0.00350	0.114	-50.0	100.0	0.00045	-41.0	91.0	-0.02732	41.0	9.0
9	0.00350	0.114	-50.0	100.0	0.00046	-41.0	91.0	-0.02722	41.0	9.0
10	0.00350	0.114	-50.0	100.0	0.00046	-41.0	91.0	-0.02723	41.0	9.0
11	0.00350	0.115	-50.0	100.0	0.00050	-41.0	91.0	-0.02687	41.0	9.0
12	0.00350	0.116	-50.0	100.0	0.00052	-41.0	91.0	-0.02668	41.0	9.0
13	0.00350	0.115	-50.0	100.0	0.00048	-41.0	91.0	-0.02702	41.0	9.0
14	0.00350	0.115	-50.0	100.0	0.00048	-41.0	91.0	-0.02705	41.0	9.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000002448	0.000347032	-0.031325641	0.110	0.700
2	-0.000002366	0.000347842	-0.031402508	0.110	0.700
3	-0.000001645	0.000337101	-0.030292384	0.114	0.700
4	-0.000001650	0.000337733	-0.030355801	0.113	0.700
5	-0.000001617	0.000336493	-0.030230115	0.114	0.700
6	-0.000001647	0.000338554	-0.030437803	0.113	0.700
7	-0.000001518	0.000330951	-0.029671011	0.116	0.700
8	-0.000001618	0.000337037	-0.030284629	0.114	0.700
9	-0.000001600	0.000335964	-0.030176373	0.114	0.700
10	-0.000001603	0.000336143	-0.030194404	0.114	0.700
11	-0.000001529	0.000332214	-0.029797845	0.115	0.700
12	-0.000001493	0.000330112	-0.029585847	0.116	0.700
13	-0.000001557	0.000333823	-0.029960179	0.115	0.700
14	-0.000001562	0.000334136	-0.029991749	0.115	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.65	-50.0	100.0	-50.5	41.0	9.0	2287	42.3
2	S	1.62	-50.0	100.0	-55.5	41.0	9.0	2349	42.3
3	S	1.63	-50.0	100.0	-54.6	41.0	9.0	2339	42.3
4	S	1.63	-50.0	100.0	-54.7	41.0	9.0	2340	42.3
5	S	1.50	-50.0	100.0	-46.2	41.0	9.0	2290	42.3
6	S	1.51	-50.0	100.0	-44.7	41.0	9.0	2263	42.3
7	S	1.49	-50.0	100.0	-47.6	41.0	9.0	2308	42.3
8	S	1.49	-50.0	100.0	-47.8	41.0	9.0	2312	42.3

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.51	-50.0	100.0	-45.0	41.0	9.0	2271	42.3
2	S	1.49	-50.0	100.0	-47.7	41.0	9.0	2310	42.3
3	S	1.49	-50.0	100.0	-47.1	41.0	9.0	2301	42.3
4	S	1.50	-50.0	100.0	-46.7	41.0	9.0	2295	42.3

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
e1 Esito della verifica  
e2 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
k1 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
k2 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 \cdot S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00026	0	0.833	23.4	80	0.00014 (0.00014)	628	0.085 (0.30)	666.64	0.00
2	S	-0.00027	0	0.833	23.4	80	0.00014 (0.00014)	634	0.091 (0.30)	649.66	0.00
3	S	-0.00027	0	0.833	23.4	80	0.00014 (0.00014)	633	0.089 (0.30)	652.98	0.00
4	S	-0.00027	0	0.833	23.4	80	0.00014 (0.00014)	632	0.089 (0.30)	655.60	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.07	-50.0	100.0	-29.1	41.0	9.0	2209	42.3

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00017	0	0.833	23.4	80	0.00009 (0.00009)	618	0.054 (0.20)	692.41	0.00

### 11.1.3.2 Verifica a presso flessione - Armatura orizzontale

In figura sono indicate le section-cut considerate per il dimensionamento e la verifica dell'armatura orizzontale, costituita da barre  $\varnothing 20/20''$  sia internamente che esternamente.

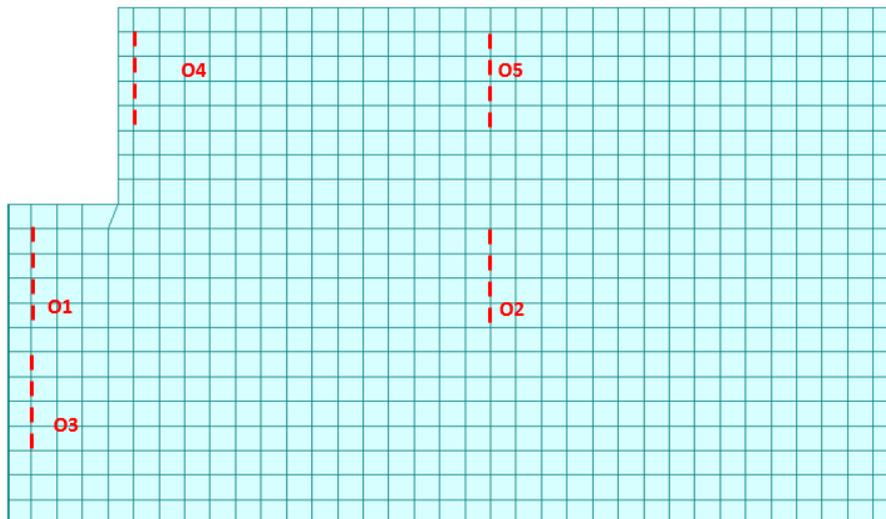


Figura 116 – Section-cut verticali muro andatore

Si riassumono di seguito i risultati delle verifiche per tutte le sezioni analizzate e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. esterna	Arm. interna
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Muro andatore	O1	2.20	-42.50	0.57	0.170	0.30	0.118	20/200	20/200
	O2	11.62	-17.00	0.07	0.041	0.00	0.022	20/200	20/200
	O3	5.10	-15.80	0.40	0.037	0.23	0.014	20/200	20/200
	O4	5.46	-56.40	0.15	0.136	0.06	0.088	20/200	20/200
	O5	3.89	-52.20	0.00	0.105	0.00	0.074	20/200	20/200

Si esplicita inoltre la verifica della sezione risultata più critica (dimensioni 1.00 x 1.00 m)

## Sezione O1

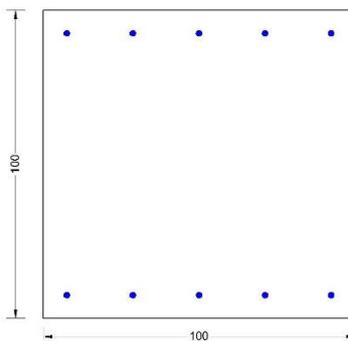


Figura 117 – Sezione implementata in RC-SEC

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: O1

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C/32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.030	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C/32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.5	7.5	20
2	-42.5	92.5	20
3	42.5	92.5	20
4	42.5	7.5	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-500.20	102.30	0.00	0.00	0.00
2	-495.70	119.30	0.00	0.00	0.00
3	-113.40	233.90	0.00	0.00	0.00
4	-112.10	234.90	0.00	0.00	0.00
5	-154.20	84.60	0.00	0.00	0.00
6	-155.60	91.70	0.00	0.00	0.00
7	-75.20	77.20	0.00	0.00	0.00
8	-81.40	71.80	0.00	0.00	0.00
9	-80.30	72.70	0.00	0.00	0.00
10	-80.50	72.50	0.00	0.00	0.00
11	-110.20	69.90	0.00	0.00	0.00
12	-24.00	67.90	0.00	0.00	0.00
13	-68.10	66.70	0.00	0.00	0.00
14	-50.30	65.80	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-57.30	57.10	0.00
2	-61.80	53.10	0.00
3	-61.00	53.80	0.00
4	-61.20	53.60	0.00
5	-83.20	51.70	0.00
6	-19.30	50.20	0.00
7	-52.00	49.30	0.00
8	-40.30	48.70	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-70.30	52.10 (450.05)	0.00 (0.00)
2	-72.80	49.90 (443.16)	0.00 (0.00)
3	-72.30	50.40 (444.68)	0.00 (0.00)
4	-71.90	50.70 (445.70)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-51.20	34.70 (442.14)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-500.20	102.30	0.00	-500.38	348.83	0.00	3.41	31.4
2	S	-495.70	119.30	0.00	-495.42	351.00	0.00	2.94	31.4
3	S	-113.40	233.90	0.00	-113.52	517.20	0.00	2.21	31.4
4	S	-112.10	234.90	0.00	-112.27	517.75	0.00	2.20	31.4
5	S	-154.20	84.60	0.00	-154.21	499.51	0.00	5.90	31.4
6	S	-155.60	91.70	0.00	-155.80	498.82	0.00	5.44	31.4
7	S	-75.20	77.20	0.00	-75.09	533.93	0.00	6.92	31.4
8	S	-81.40	71.80	0.00	-81.48	531.15	0.00	7.40	31.4

9	S	-80.30	72.70	0.00	-80.06	531.77	0.00	7.31	31.4
10	S	-80.50	72.50	0.00	-80.77	531.46	0.00	7.33	31.4
11	S	-110.20	69.90	0.00	-110.39	518.56	0.00	7.42	31.4
12	S	-24.00	67.90	0.00	-23.83	556.23	0.00	8.19	31.4
13	S	-68.10	66.70	0.00	-68.01	537.01	0.00	8.05	31.4
14	S	-50.30	65.80	0.00	-50.38	544.68	0.00	8.28	31.4

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.053	-50.0	100.0	-0.00191	-42.5	92.5	-0.06317	-42.5	7.5
2	0.00350	0.053	-50.0	100.0	-0.00189	-42.5	92.5	-0.06303	-42.5	7.5
3	0.00350	0.062	-50.0	100.0	-0.00108	-42.5	92.5	-0.05296	-42.5	7.5
4	0.00350	0.062	-50.0	100.0	-0.00108	-42.5	92.5	-0.05293	-42.5	7.5
5	0.00350	0.061	-50.0	100.0	-0.00116	-42.5	92.5	-0.05403	-42.5	7.5
6	0.00350	0.061	-50.0	100.0	-0.00117	-42.5	92.5	-0.05407	-42.5	7.5
7	0.00350	0.063	-50.0	100.0	-0.00100	-42.5	92.5	-0.05205	-42.5	7.5
8	0.00350	0.063	-50.0	100.0	-0.00102	-42.5	92.5	-0.05220	-42.5	7.5
9	0.00350	0.063	-50.0	100.0	-0.00101	-42.5	92.5	-0.05216	-42.5	7.5
10	0.00350	0.063	-50.0	100.0	-0.00101	-42.5	92.5	-0.05218	-42.5	7.5
11	0.00350	0.062	-50.0	100.0	-0.00107	-42.5	92.5	-0.05288	-42.5	7.5
12	0.00350	0.064	-50.0	100.0	-0.00091	-42.5	92.5	-0.05084	-42.5	7.5
13	0.00350	0.063	-50.0	100.0	-0.00099	-42.5	92.5	-0.05188	-42.5	7.5
14	0.00350	0.064	-50.0	100.0	-0.00096	-42.5	92.5	-0.05147	-42.5	7.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000720709	-0.068570900	0.053	0.700
2	0.000000000	0.000719278	-0.068427820	0.053	0.700
3	0.000000000	0.000610359	-0.057535885	0.062	0.700
4	0.000000000	0.000610001	-0.057500115	0.062	0.700
5	0.000000000	0.000621895	-0.058689465	0.061	0.700
6	0.000000000	0.000622342	-0.058734177	0.061	0.700
7	0.000000000	0.000600522	-0.056552213	0.063	0.700
8	0.000000000	0.000602132	-0.056713178	0.063	0.700
9	0.000000000	0.000601774	-0.056677408	0.063	0.700
10	0.000000000	0.000601953	-0.056695293	0.063	0.700
11	0.000000000	0.000609465	-0.057446461	0.062	0.700
12	0.000000000	0.000587466	-0.055246612	0.064	0.700
13	0.000000000	0.000598734	-0.056373364	0.063	0.700
14	0.000000000	0.000594262	-0.055926240	0.064	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.57	-50.0	100.0	-60.1	-21.3	7.5	1837	15.7
2	S	0.51	50.0	100.0	-58.6	0.0	7.5	1837	15.7
3	S	0.52	-50.0	100.0	-58.9	21.3	7.5	1837	15.7
4	S	0.51	50.0	100.0	-58.8	-21.3	7.5	1837	15.7
5	S	0.42	-50.0	100.0	-64.6	0.0	7.5	1837	15.7
6	S	0.55	-50.0	100.0	-43.0	-42.5	7.5	1837	15.7
7	S	0.48	-50.0	100.0	-52.7	-42.5	7.5	1837	15.7
8	S	0.50	-50.0	100.0	-48.5	-21.3	7.5	1837	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.47	-50.0	100.0	-60.7	0.0	7.5	1837	15.7
2	S	0.43	-50.0	100.0	-59.9	0.0	7.5	1837	15.7
3	S	0.44	-50.0	100.0	-60.1	21.3	7.5	1837	15.7
4	S	0.45	-50.0	100.0	-60.2	21.3	7.5	1837	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
e1 Esito della verifica  
e2 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
k1 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
k2 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 \cdot S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00033	0	0.899	20.0	65	0.00018 (0.00018)	936	0.170 (0.30)	450.05	0.00
2	S	-0.00033	0	0.900	20.0	65	0.00018 (0.00018)	936	0.168 (0.30)	443.16	0.00
3	S	-0.00033	0	0.900	20.0	65	0.00018 (0.00018)	936	0.169 (0.30)	444.68	0.00
4	S	-0.00033	0	0.899	20.0	65	0.00018 (0.00018)	936	0.169 (0.30)	445.70	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.30	-50.0	100.0	-41.8	-21.3	7.5	1837	15.7

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00023	0	0.900	20.0	65	0.00013 (0.00013)	937	0.118 (0.20)	442.14	0.00

### 11.1.3.3 Verifica a taglio

Per il muro andatore, con spessore pari a 1.00 m, il taglio sollecitante massimo è ottenuto dalla section-cut VI e risulta essere:

$$V_{ed} = 503.2 \text{ kN}$$

L'armatura trasversale è quindi costituita da spille  $\emptyset 12$  disposte con passo regolare su tutta l'estensione del muro a formare una maglia 40 x 20 cm. Di seguito si riportano le verifiche:

#### Caratteristiche materiali

Cls

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

Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.88	N/mm <sup>2</sup>	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	3.25	N/mm <sup>2</sup>	tensione di aderenza di progetto

Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	mm <sup>2</sup>	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0037		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0037		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	282.7	mm <sup>2</sup>	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	11.067	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	17707	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	886.0	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	2114.2	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	886.0	kN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	503.2	kN	sollecitazione di taglio da calcolo
$V_{Rd}$	>	$V_{Ed}$	

## 11.2 Platea di fondazione

Per il dimensionamento e la verifica delle armature nelle due direzioni longitudinale e trasversale sono state analizzate due distinte sezioni di larghezza unitaria ed altezza pari a quella della platea di fondazione. Tali sezioni sono state verificate a flessione retta, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.2.4 del DM 2018 e a taglio, secondo quanto riportato al punto 4.1.2.3.5 della medesima normativa. Tale procedimento consente di valutare la capacità resistente locale dell'elemento, trascurando, a vantaggio di sicurezza, la capacità di ridistribuire le sollecitazioni.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in assenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \left[ 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}$$

$d$  è l'altezza utile della sezione

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ( $\leq 0.02$ )

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \cdot f_{cd}$ )

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm)

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio, in presenza di armatura trasversale, si valuta come:

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rsd}; V_{Rcd} \}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{t} \cdot f_{yd} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{A_{sw}}{t} \cdot (\cot g\alpha + \cot g\theta) / (1 + \cot g^2\theta)$$

dove:

$\theta$  è l'angolo di inclinazione del puntone compresso  $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$

$A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale

$s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta  $f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$

$\alpha_c = 1$  per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$  per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$

1.25 per  $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$

$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$  per  $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

A favore di sicurezza non si è considerato il contributo benefico della compressione, ed il coefficiente  $\alpha_c$  è stato assunto sempre pari a 1.

Per l'elemento in questione è stato considerato un comportamento non dissipativo.

### 11.2.1 Verifica a flessione

Le sollecitazioni utilizzate per le verifiche a flessione sono state ricavate con il metodo Wood-Armer, utilizzando gli involuipi di tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi. In particolare si è fatto riferimento alla massime sollecitazioni ottenute nei nodi centrali di tutti gli elementi "plate" che costituiscono la fondazione.

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale delle sezioni in oggetto vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

Si riportano di seguito i momenti flettenti Wood-Armer ottenuti in direzione longitudinale (Direzione 1) e trasversale (Direzione 2) per la superficie superiore (Top) e per quella inferiore (Bottom) della platea.

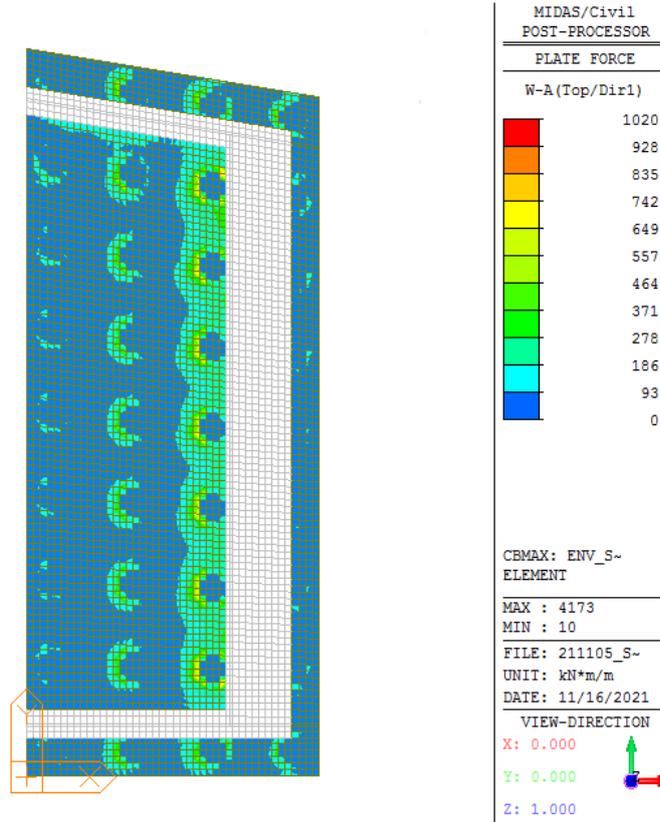


Figura 118 – Involuppo SLU – W-A Moment Top Direzione 1

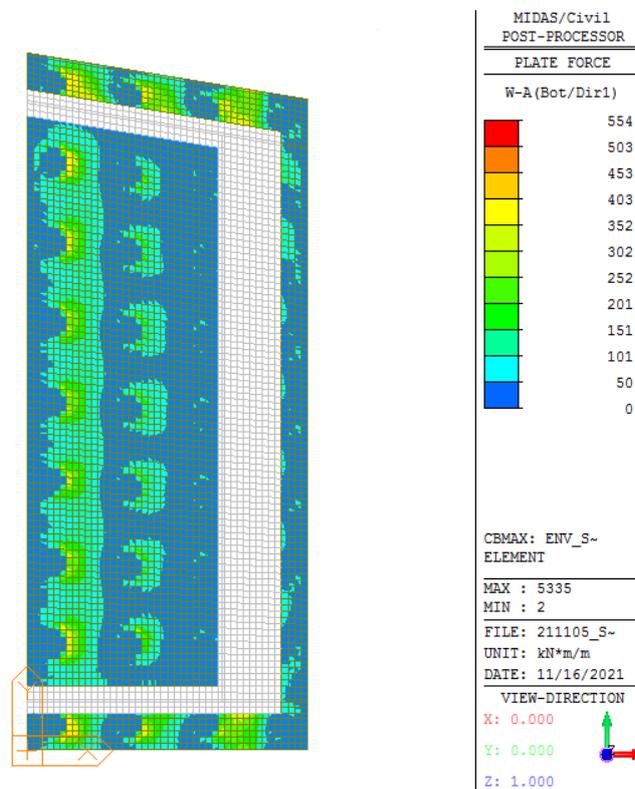


Figura 119 – Involuppo SLU – W-A Moment Bottom Direzione 1

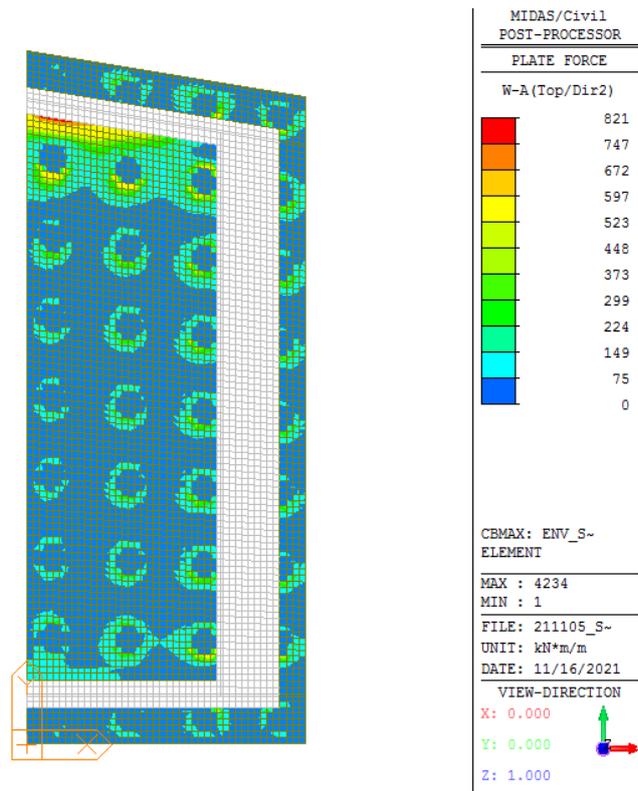


Figura 120 – Involuppo SLU – W-A Moment Top Direzione 2

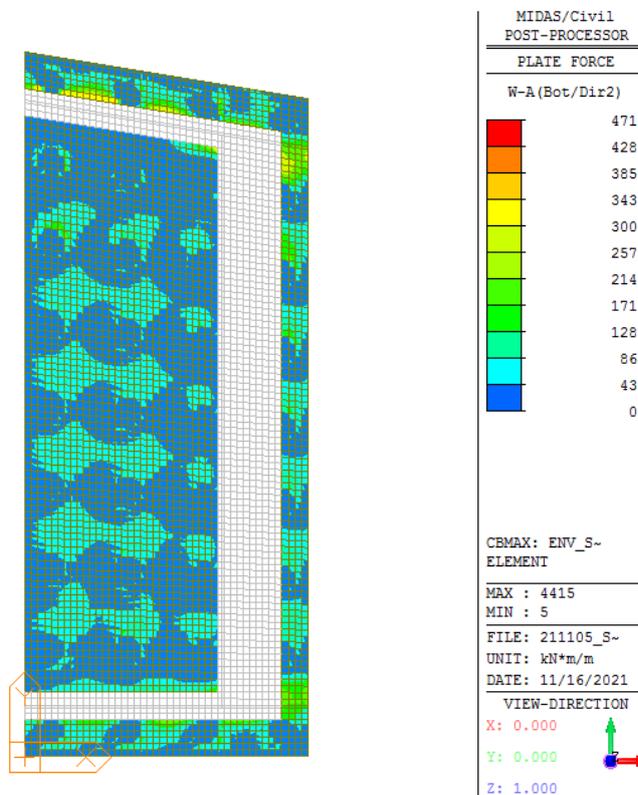


Figura 121 – Involuppo SLU – W-A Moment Bottom Direzione 2

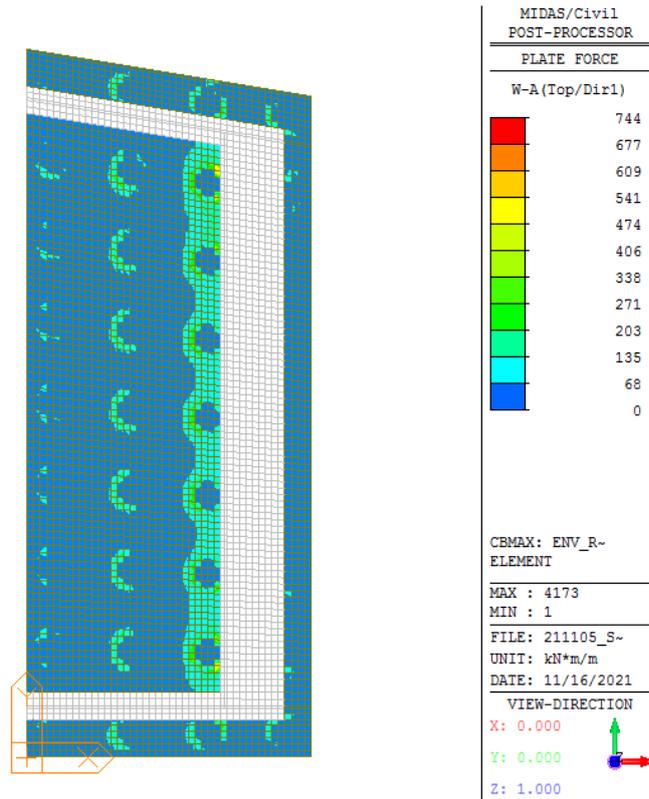


Figura 122 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Top Direzione 1

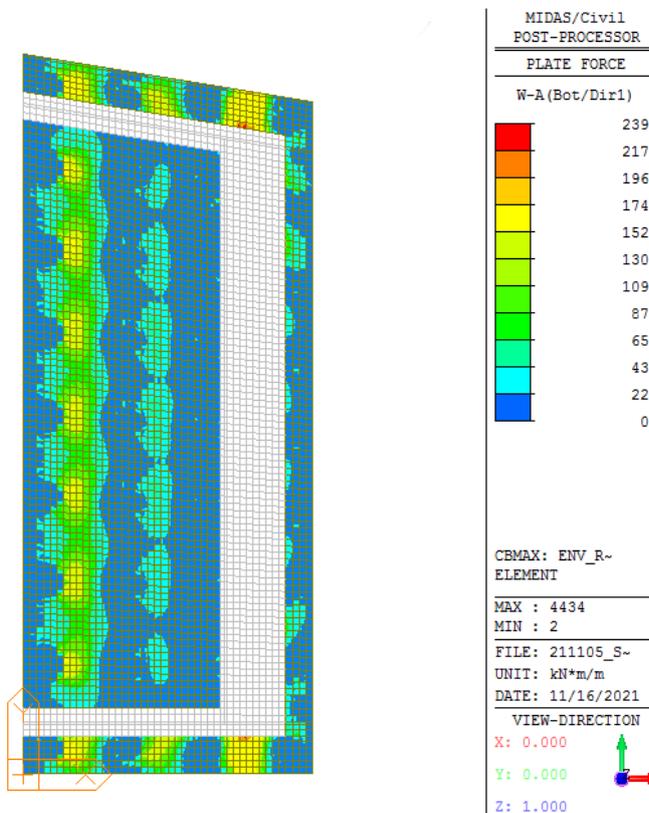


Figura 123 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Bottom Direzione 1

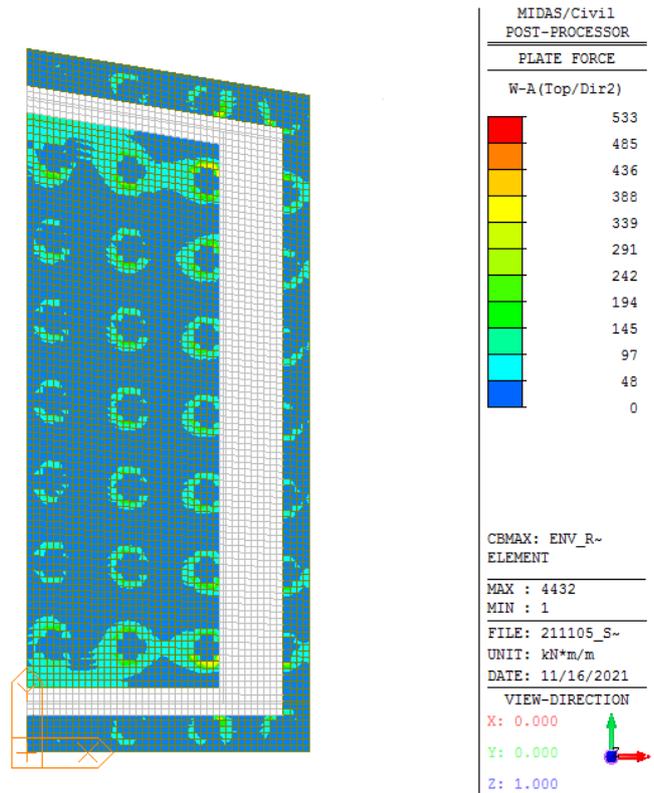


Figura 124 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Top Direzione 2

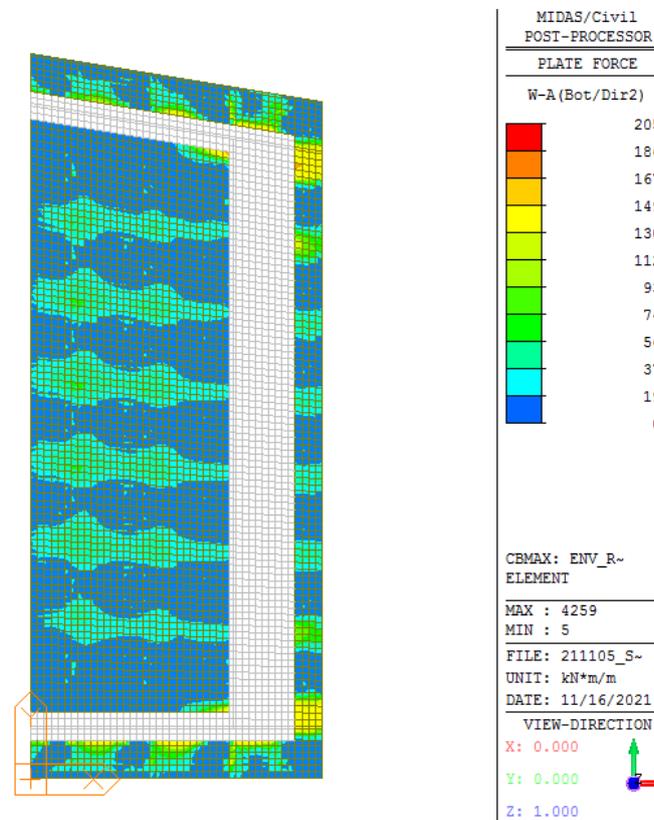


Figura 125 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Bottom Direzione 2

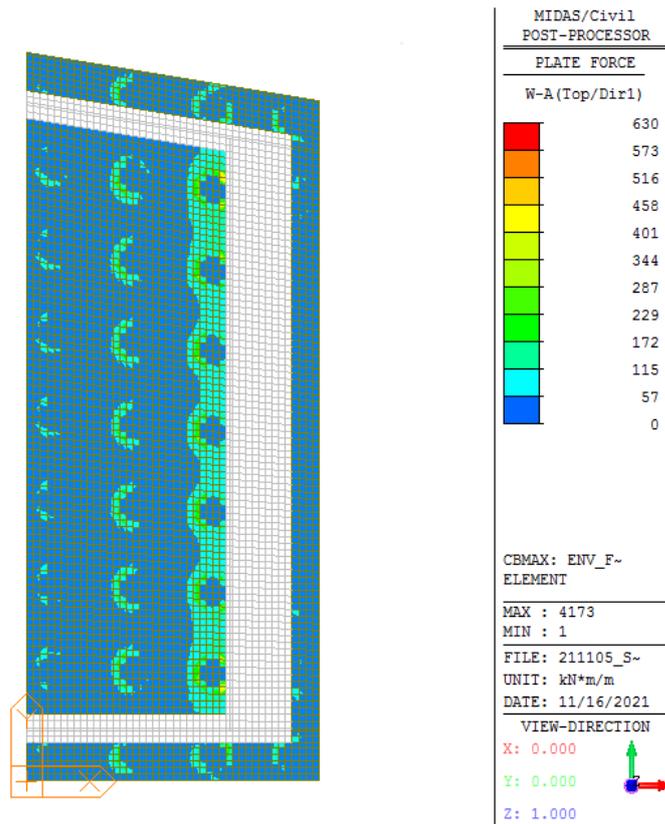


Figura 126 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Top Direzione 1

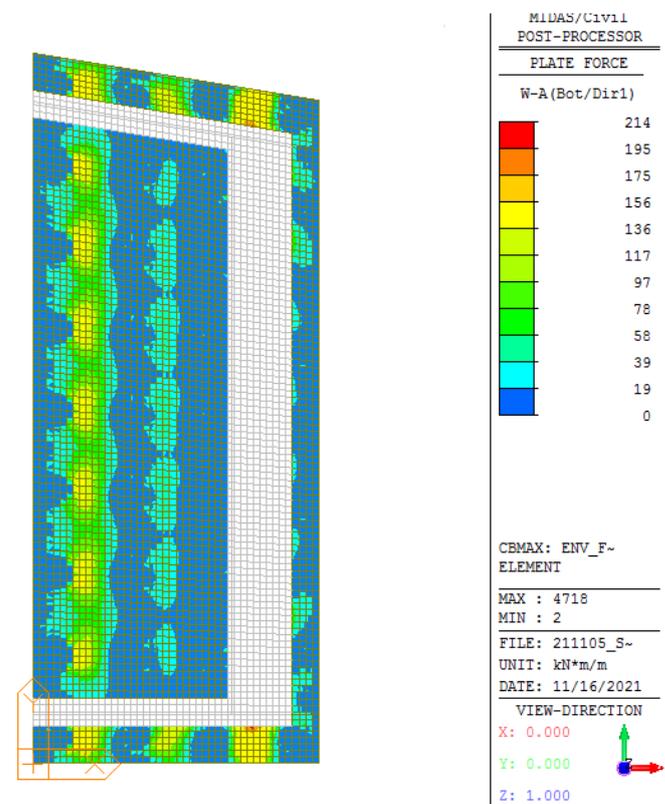


Figura 127 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Bottom Direzione 1

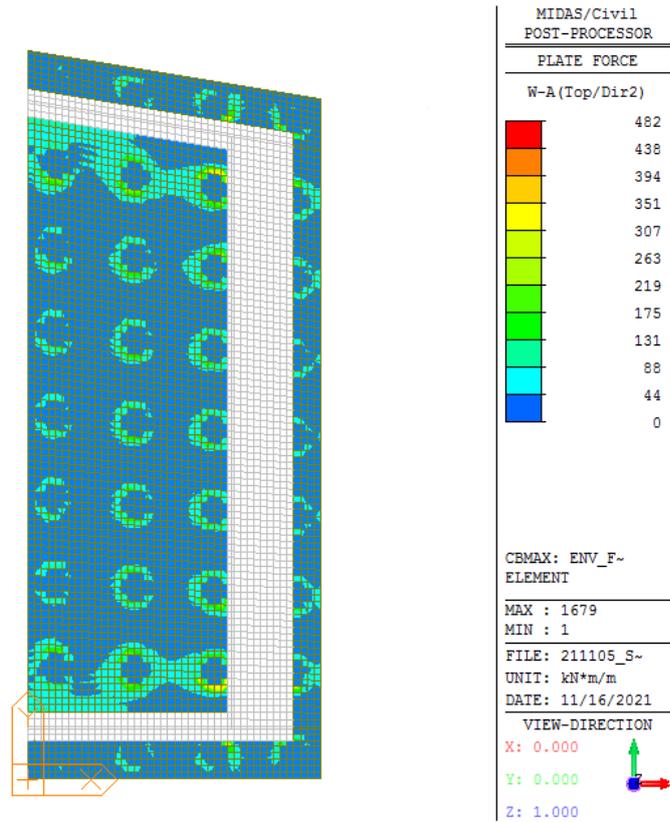


Figura 128 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Top Direzione 2

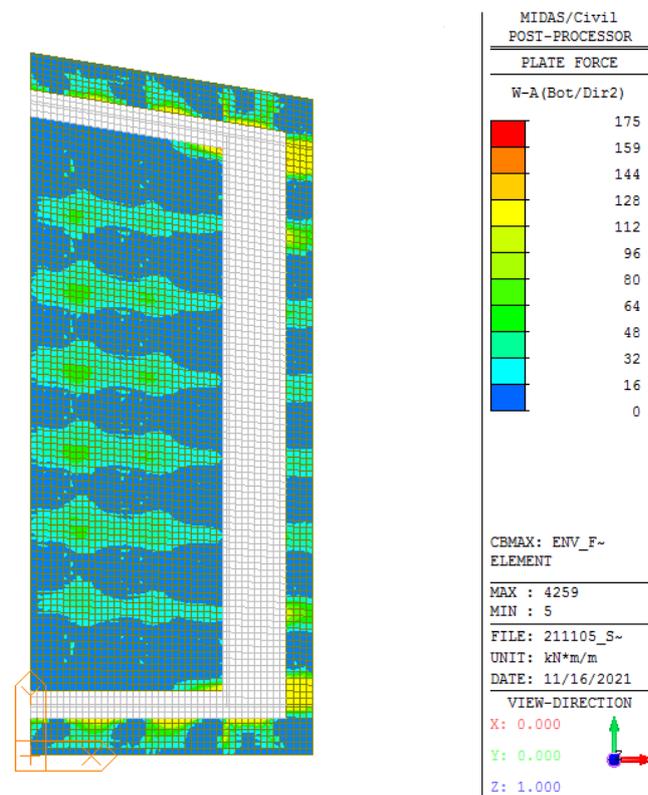


Figura 129 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Bottom Direzione 2

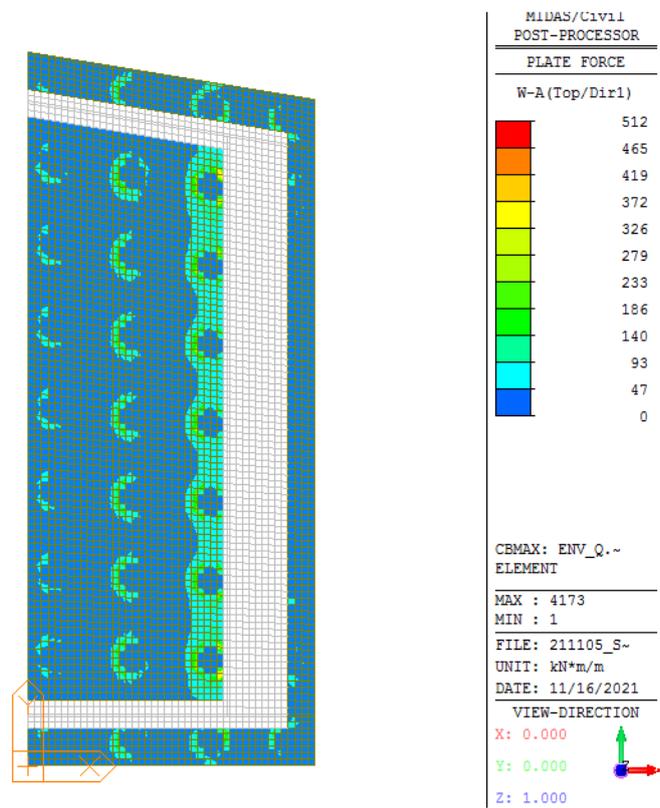


Figura 130 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Top Direzione 1

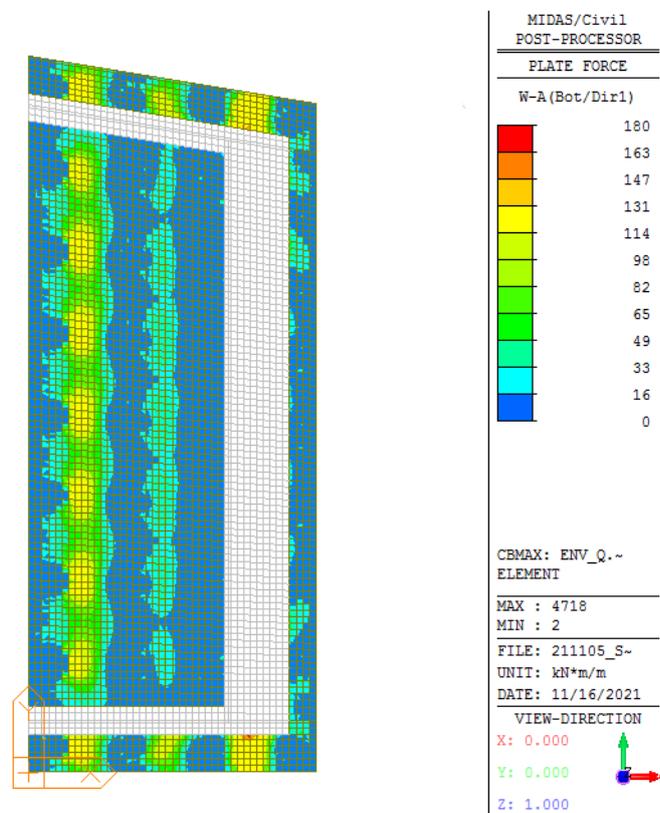


Figura 131 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Bottom Direzione 1

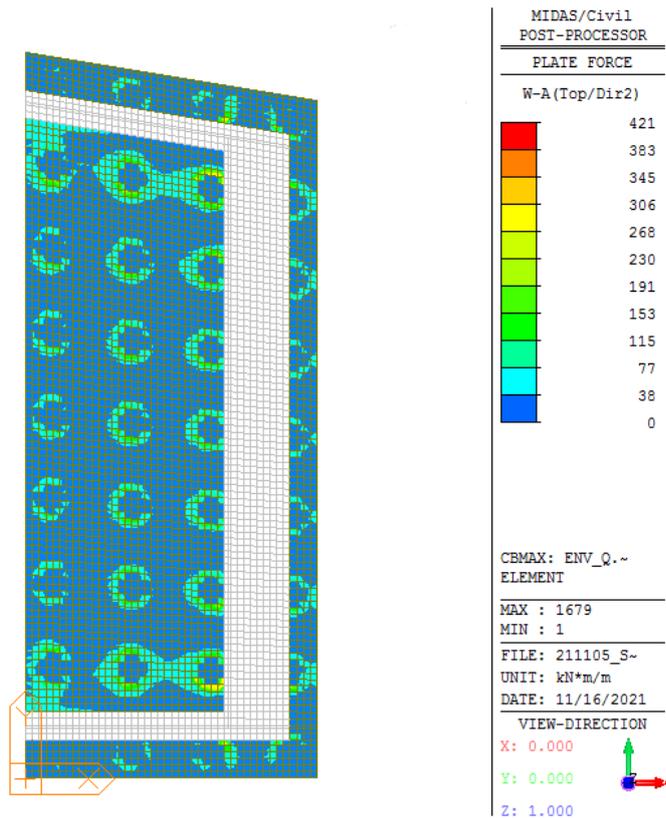


Figura 132 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Top Direzione 2

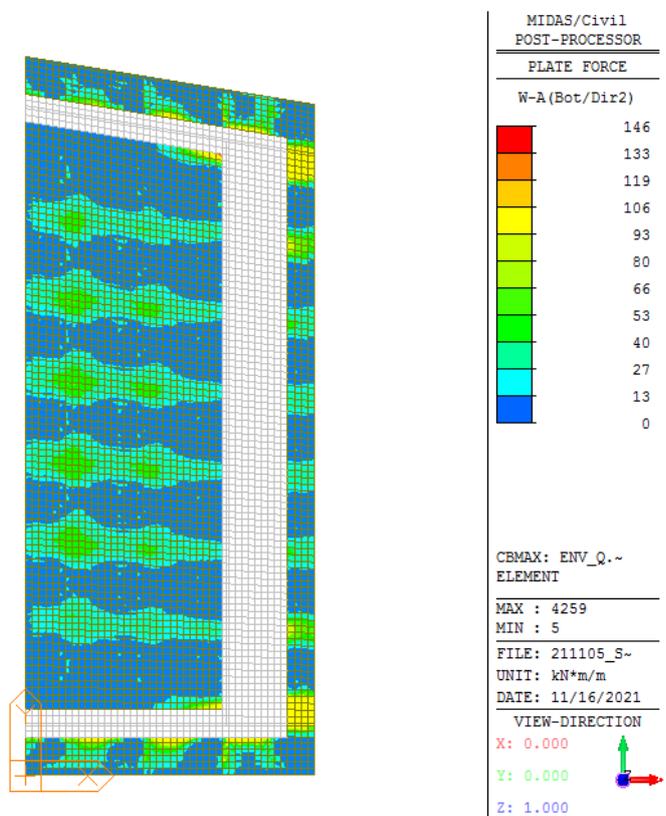


Figura 133 – Involuppo SLE Quasi Permanente – W-A Moment Bottom Direzione 2

### 11.2.1.1 Armatura in direzione longitudinale

L'armatura in direzione longitudinale della platea di fondazione è costituita da:

- 1 strato di barre Ø26/20'' superiormente
- 1 strato di barre Ø26/20'' inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.50 m.

Si riassumono i risultati della verifica effettuata sulla sezione maggiormente sollecitata.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. Superiore	Arm. Inferiore
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Fondazione	X	1.97	-68.00	0.84	0.194	0.56	0.155	26/200	26/200

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto (dimensioni 1.00 x 2.50 m) e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

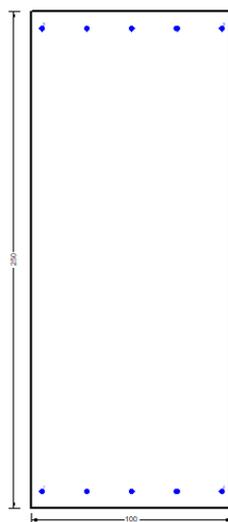


Figura 134 – Sezione implementata in RC-SEC

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Direzione X

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020

Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

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

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	250.0
3	50.0	250.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-39.5	10.5	26
2	-39.5	239.5	26
3	39.5	239.5	26
4	39.5	10.5	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
				Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x
1	0.00	-1238.80	0.00	0.00	0.00
2	0.00	878.60	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-410.20	0.00
2	0.00	214.80	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-342.80 (-2880.50)	0.00 (0.00)
2	0.00	191.10 (2880.50)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-273.20 (-2880.50)	0.00 (0.00)
2	0.00	159.70 (2880.50)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1238.80	0.00	0.00	-2449.79	0.00	1.98	26.5
2	S	0.00	878.60	0.00	0.00	2449.79	0.00	2.79	26.5

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00296	0.042	-50.0	0.0	-0.00013	-39.5	10.5	-0.06750	-39.5	239.5
2	0.00296	0.042	-50.0	250.0	-0.00013	-39.5	239.5	-0.06750	-39.5	10.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000294210	0.002963188	0.042	0.700
2	0.000000000	0.000294210	-0.070589200	0.042	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.84	-50.0	0.0	-68.0	19.8	239.5	2645	26.5
2	S	0.44	-50.0	250.0	-35.6	19.8	10.5	2600	26.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.70	-50.0	0.0	-56.8	19.8	239.5	2645	26.5
2	S	0.39	-50.0	250.0	-31.7	19.8	10.5	2600	26.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.938	26.0	92	0.00017 (0.00017)	1139	0.194 (0.30)	-2880.50	0.00
2	S	-0.00017	0	0.939	26.0	92	0.00010 (0.00010)	1126	0.107 (0.30)	2880.50	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.56	-50.0	0.0	-45.3	19.8	239.5	2645	26.5
2	S	0.33	50.0	250.0	-26.5	19.8	10.5	2600	26.5

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.938	26.0	92	0.00014 (0.00014)	1139	0.155 (0.20)	-2880.50	0.00
2	S	-0.00014	0	0.939	26.0	92	0.00008 (0.00008)	1126	0.089 (0.20)	2880.50	0.00

### 11.2.1.2 Armatura in direzione trasversale

L'armatura in direzione trasversale della platea di fondazione è costituita da:

- 1 strato di barre Ø26/20'' superiormente
- 1 strato di barre Ø26/20'' inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.50 m.

Si riassumono i risultati della verifica effettuata sulla sezione maggiormente sollecitata.

Elemento	Dir.	SLU/SLV	Rara		Freq	Qp		Arm. Superiore	Arm. Inferiore
		CS	$\sigma_s$ (Mpa)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)	$\sigma_c$ (Mpa)	w (mm)		
Fondazione	Y	1.16	-47.60	0.59	0.166	0.47	0.144	26/200	26/200

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto (dimensioni 1.00 x 2.50 m) e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

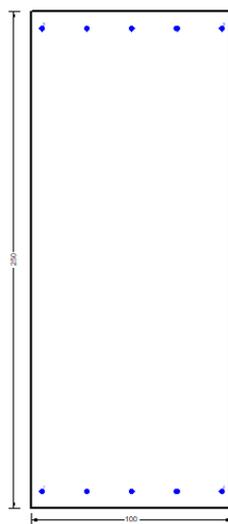


Figura 135 – Sezione implementata in RC-SEC

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: Direzione Y

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020

Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.56	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	250.0
3	50.0	250.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.0	9.0	26
2	-41.0	241.0	26
3	41.0	241.0	26
4	41.0	9.0	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)

Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-2111.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1202.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-284.90	0.00
2	0.00	169.80	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-261.20 (-2874.93)	0.00 (0.00)
2	0.00	139.10 (2874.93)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-226.90 (-2874.93)	0.00 (0.00)
2	0.00	118.60 (2874.93)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)

As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa	
1	S	0.00	-2111.00	0.00	0.00		-2462.49	0.00	1.17	26.5
2	S	0.00	1202.00	0.00	0.00		2462.49	0.00	2.05	26.5

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere  $< 0.45$   
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00271	0.039	-50.0	0.0	0.00009	-41.0	9.0	-0.06750	-41.0	241.0
2	0.00271	0.039	-50.0	250.0	0.00009	-41.0	241.0	-0.06750	-41.0	9.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000291324	0.002709137	0.039	0.700
2	0.000000000	0.000291324	-0.070121918	0.039	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.57	-50.0	0.0	-46.9	20.5	241.0	2250	26.5
2	S	0.34	50.0	250.0	-27.9	-20.5	9.0	2250	26.5

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
e1 Esito della verifica  
e2 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
e1 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 =  $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]

Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max\*(e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0.00000	0.948	26.0	77	0.00014 (0.00014)	972	0.137 (990.00)	-2886.14	0.00
2	S	-0.00015	0.00000	0.948	26.0	77	0.00008 (0.00008)	972	0.081 (990.00)	2886.14	0.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.53	-50.0	0.0	-43.0	20.5	241.0	2250	26.5
2	S	0.28	50.0	250.0	-22.9	-41.0	9.0	2250	26.5

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00022	0.00000	0.948	26.0	77	0.00013 (0.00013)	972	0.125 (0.30)	-2886.14	0.00
2	S	-0.00012	0.00000	0.948	26.0	77	0.00007 (0.00007)	972	0.067 (0.30)	2886.14	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.46	-50.0	0.0	-37.3	20.5	241.0	2250	26.5
2	S	0.24	-50.0	250.0	-19.5	41.0	9.0	2250	26.5

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00019	0.00000	0.948	26.0	77	0.00011 (0.00011)	972	0.109 (0.20)	-2886.14	0.00
2	S	-0.00010	0.00000	0.948	26.0	77	0.00006 (0.00006)	972	0.057 (0.20)	2886.14	0.00

### 11.2.2 Verifica a taglio

La verifica a taglio della platea di fondazione è stata effettuata in accordo con quanto esposto nel §11.2 della presente relazione. Si riportano, nelle figure seguenti, i diagrammi del taglio relativi all'involuppo delle combinazioni SLU e SLV.

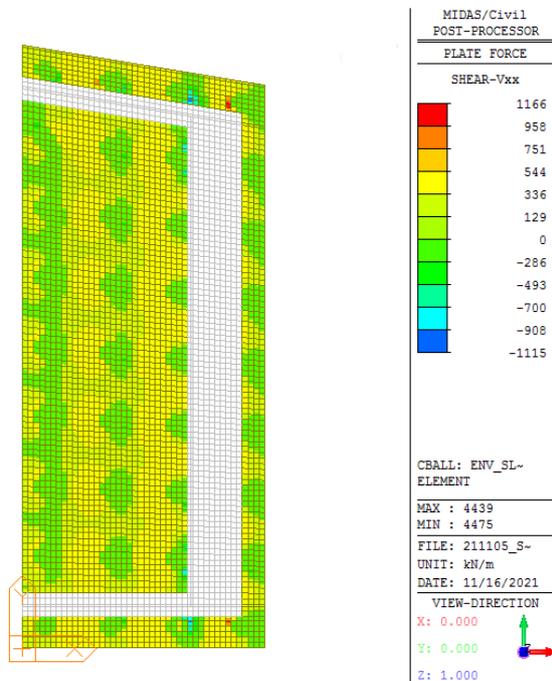


Figura 136 – Involuppo SLU - Vxx

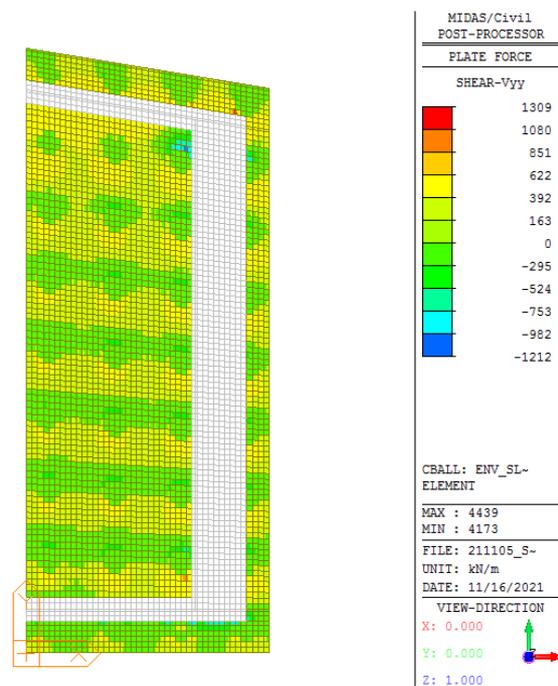


Figura 137 – Involuppo SLU - Vyy

La verifica è stata effettuata nei confronti del valore massimo di taglio  $V_{Ed,max}$ , ottenuto dall'involuppo delle combinazioni SLU e SLV.

In particolar modo, per ogni elemento plate è stato calcolato il taglio di progetto come:

$$V_{Ed,max} = \sqrt{V_{xx}^2 + V_{yy}^2}$$

dove  $V_{xx}$  è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse  $x$  locale dell'elemento plate, mentre  $V_{yy}$  è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse  $y$ . Mediando le zone puntuali su una larghezza opportuna, si ottiene:

$$V_{Ed,max} = 1349.2 \text{ kN/m}$$

L'armatura resistente a taglio è costituita da spille  $\emptyset 20$  disposte secondo una maglia di dimensioni 40 x 80 cm. Di seguito si riporta la verifica svolta considerando una sezione di larghezza unitaria ed altezza pari a quella della platea di fondazione.

#### Caratteristiche materiali

Cls

$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cubica caratteristica a compressione
$f_{ck}$	24.90	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
$f_{cm}$	32.90	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a compressione
$f_{cd}$	16.60	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di progetto a compressione
$f_{ctm}$	2.56	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione media
$f_{ctm}$	3.07	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione media per fessurazione
$E_{cm}$	31447	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 $f_{cm}$ )

Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

Caratteristiche di aderenza delle barre

$\eta$	1.00		
$f_{bk}$	4.03	N/mm <sup>2</sup>	tensione di aderenza caratteristica
$f_{bd}$	2.69	N/mm <sup>2</sup>	tensione di aderenza di progetto

### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	mm <sup>2</sup>	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0011		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0011		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media considerata nei calcoli
$A_{sw}$	785.4	mm <sup>2</sup>	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

### Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	8.300	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	41500	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	2067.5	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	5328.2	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	2067.5	kN	taglio resistente di calcolo > 1349.2 kN

### 11.2.3 Verifica a taglio-punzonamento

Le verifiche a punzonamento sono state condotte secondo le formulazioni dell'Eurocodice 2, par. 6.4. Il punzonamento può essere determinato dalla reazione concentrata del palo agente su un'area relativamente piccola di plinto.

Il procedimento di calcolo per il taglio-punzonamento si fonda sulle verifiche alla faccia del palo e al perimetro di verifica di base  $u_1$ . Si definiscono le seguenti tensioni di taglio di progetto lungo le sezioni di verifica:

- $v_{Rd,c}$ : è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra, priva di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata;
- $v_{Rd,cs}$ : è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra dotata di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata.

L'armatura per il taglio-punzonamento non è necessaria se:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

Se  $v_{Ed}$  supera il valore  $v_{Rd,c}$  si deve disporre armatura specifica per il taglio-punzonamento e deve risultare:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

La tensione massima di taglio, nel caso generale di reazione d'appoggio eccentrica rispetto al perimetro di verifica, è pari a:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 d}$$

dove:

- $d$  è l'altezza utile media della piastra;
- $u_1$  è la lunghezza del perimetro di verifica;
- $V_{Ed}$  è il taglio agente;
- $\beta$  è un coefficiente assunto pari ad 1.

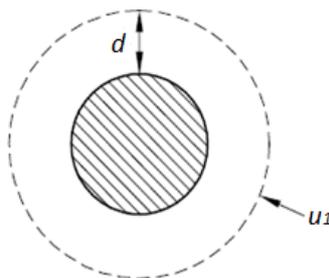


Figura 138 – Perimetro di verifica

Secondo quanto riportato al §6.4.2 dell'Eurocodice 2 il perimetro di verifica di base  $u_1$  può generalmente essere collocato a una distanza  $2.0 d$  dall'area caricata. Tuttavia, considerando lo spessore elevato della platea di fondazione e, a favore di sicurezza, tale perimetro è stato collocato ad una distanza  $d$  dal bordo del palo.

La resistenza di progetto a punzonamento  $v_{Rd,c}$  per una piastra priva di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

dove:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$
- $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$ , dove  $\rho_{ly}$  e  $\rho_{lz}$  sono riferiti all'acciaio teso aderente rispettivamente nelle direzioni  $y$  e  $z$
- $\sigma_{cp} = 0$
- $C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$
- $k_1 = 1$
- $v_{min} = 0.035 k^2 \sqrt{f_{ck}}$

La resistenza di progetto a punzonamento  $v_{Rd,cs}$  per una piastra munita di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_t) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

dove:

- $A_{sw}$  è l'area di armatura a taglio-punzonamento situata su di un perimetro intorno al pilastro;
- $s_r$  è il passo dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento;
- $f_{ywd,ef}$  è la resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento, secondo la relazione  $f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$ ;
- $\alpha$  è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra (pari a  $90^\circ$  nel caso di armatura verticale).

Inoltre, in adiacenza ai pilastri la resistenza a taglio-punzonamento è limitata a un valore massimo di:

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max}$$

dove:

- $u_0$  è il perimetro del pilastro;
- $v_{Rd,max} = 0.5 v f_{cd}$
- $v = 0.6 (1 - f_{ck}/250)$

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo più sollecitato, per lo sforzo assiale massimo ottenuto dall'involuppo delle combinazioni di carico SLU e SLV. A tale sforzo, ricavato direttamente dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti, è stato sottratto il contributo della platea di fondazione e del terreno di riempimento della spalla.

$$V_{Ed} = 646.8 \text{ kN}$$

Dalla verifica sono stati esclusi i pali posti in corrispondenza del muro frontale e dei muri andatori, per i quali non si ha il rischio di rottura per punzonamento.

Caratteristiche materiali

Rck	30	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cubica cls
fck	25	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cilindrica cls
γc	1.5		Coefficiente sicurezza cls
τrd	0.30	N/mm <sup>2</sup>	Resist. unit. a taglio
fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di snervamento acciaio
γs	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

Armatatura tesa

Alx	26.55	cm <sup>2</sup> /m	Armatura tesa in direzione x
Aly	26.55	cm <sup>2</sup> /m	Armatura tesa in direzione y

Impronta di carico

a	50	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	250	cm	Altezza plinto
d	241.45	cm	Altezza utile
β	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

u1	1828.00	cm	Perimetro di verifica di base
u0	314.16	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
pl	0.0011		Percentuale di armatura tesa

Tensione massima di taglio

Ved	646.80	kN	Reazione agli SLU
Ved	35.38	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
ved	0.01	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di taglio agente

Resistenza a punzonamento offerta dal solo calcestruzzo immediatamente a ridosso del palo

ved	0.09	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di taglio a rifosso del palo
vrdmax	3.83	N/mm <sup>2</sup>	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
Fs	44.86		

Resistenza a punz. per unità di lungh. senza armatura a taglio

V <sub>Rd,c</sub>	0.26	N/mm <sup>2</sup>	Tensione resistente senza armatura a taglio
V <sub>min</sub>	0.26	N/mm <sup>2</sup>	
V <sub>Rd</sub>	617.51	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	ok		
Fs	17.45		

### 11.3 Pali

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta:

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 1.5$$

Di seguito si riepilogano le sollecitazioni per le verifiche strutturali del singolo palo:

SPALLA 2	N (kN)	M (kNm)	T (kN)
SLU	2426	376	251
	2295	318	212
	1208	376	251
	1100	318	212
SLV	2207	936	624
	2361	966	644
	1934	747	498
	2073	755	504
	1841	435	290
	1659	427	285
	75	936	624
	165	966	644
	360	747	498
	465	755	504
	885	435	290
417	427	285	
SLER	1783	278	185
	1686	235	157
	900	278	185
	819	235	157
SLEF	1652	266	177
	1244	232	155
	932	266	177
	1011	232	155
SLEQP	1488	233	156
	923	233	156

Sono considerate le seguenti armature:

ferri longitudinali: 28 +14  $\phi$  30

staffe:  $\phi$  12 /150

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

**NOME SEZIONE:** palo spalla2

(Percorso File: \\QNAP\Edin\LavoriNew\1309 DG26\_27\_28 SS106\DG26-GERACE\02 DOC COMMESSA\04 ELABORATI IN PRODUZIONE\02 Relazioni di calcolo\01 Fogli di calcolo\03\_FONDAZIONI\palo spalla2.sez)

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.1	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 $\emptyset$  Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	39.8	28	30
2	0.0	0.0	33.8	14	30

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 15.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	2426.00	376.00	251.00
2	2295.00	318.00	212.00
3	1208.00	376.00	251.00
4	1100.00	318.00	212.00
5	2207.00	936.00	624.00
6	2361.00	966.00	644.00
7	1934.00	747.00	498.00
8	2073.00	755.00	504.00
9	1841.00	435.00	290.00
10	1659.00	427.00	285.00
11	75.00	936.00	624.00
12	165.00	966.00	644.00
13	360.00	747.00	498.00
14	465.00	755.00	504.00
15	885.00	435.00	290.00
16	417.00	427.00	285.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1783.00	278.00	0.00
2	1686.00	235.00	0.00
3	900.00	278.00	0.00
4	819.00	235.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1652.00	266.00 (2284.73)	0.00 (0.00)
2	1244.00	232.00 (1414.46)	0.00 (0.00)
3	932.00	266.00 (771.13)	0.00 (0.00)
4	1011.00	232.00 (974.90)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1488.00	233.00 (2618.43)	0.00 (0.00)
2	923.00	233.00 (868.39)	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.5 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	2426.00	376.00	2426.16	3563.34	9.48	296.9(23.6)
2	S	2295.00	318.00	2294.94	3555.93	11.18	296.9(23.6)
3	S	1208.00	376.00	1207.72	3461.15	9.21	296.9(23.6)
4	S	1100.00	318.00	1100.11	3450.31	10.85	296.9(23.6)
5	S	2207.00	936.00	2206.92	3550.69	3.79	296.9(23.6)
6	S	2361.00	966.00	2360.81	3559.83	3.69	296.9(23.6)
7	S	1934.00	747.00	1933.97	3532.45	4.73	296.9(23.6)
8	S	2073.00	755.00	2073.26	3542.67	4.69	296.9(23.6)
9	S	1841.00	435.00	1841.21	3523.75	8.10	296.9(23.6)
10	S	1659.00	427.00	1658.96	3505.99	8.21	296.9(23.6)
11	S	75.00	936.00	75.13	3341.85	3.57	296.9(23.6)
12	S	165.00	966.00	165.11	3353.46	3.47	296.9(23.6)
13	S	360.00	747.00	360.23	3374.40	4.52	296.9(23.6)
14	S	465.00	755.00	465.08	3385.28	4.48	296.9(23.6)
15	S	885.00	435.00	885.12	3428.47	7.88	296.9(23.6)
16	S	417.00	427.00	416.85	3380.28	7.92	296.9(23.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Xc max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Xs min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Xs max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Ys max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00270	0.0	39.8	-0.00357	0.0	-39.8
2	0.00350	0.0	50.0	0.00269	0.0	39.8	-0.00364	0.0	-39.8
3	0.00350	0.0	50.0	0.00262	0.0	39.8	-0.00423	0.0	-39.8
4	0.00350	0.0	50.0	0.00262	0.0	39.8	-0.00429	0.0	-39.8

5	0.00350	0.0	50.0	0.00268	0.0	39.8	-0.00368	0.0	-39.8
6	0.00350	0.0	50.0	0.00269	0.0	39.8	-0.00360	0.0	-39.8
7	0.00350	0.0	50.0	0.00267	0.0	39.8	-0.00382	0.0	-39.8
8	0.00350	0.0	50.0	0.00268	0.0	39.8	-0.00375	0.0	-39.8
9	0.00350	0.0	50.0	0.00266	0.0	39.8	-0.00387	0.0	-39.8
10	0.00350	0.0	50.0	0.00265	0.0	39.8	-0.00397	0.0	-39.8
11	0.00350	0.0	50.0	0.00255	0.0	39.8	-0.00490	0.0	-39.8
12	0.00350	0.0	50.0	0.00255	0.0	39.8	-0.00484	0.0	-39.8
13	0.00350	0.0	50.0	0.00257	0.0	39.8	-0.00472	0.0	-39.8
14	0.00350	0.0	50.0	0.00257	0.0	39.8	-0.00466	0.0	-39.8
15	0.00350	0.0	50.0	0.00260	0.0	39.8	-0.00441	0.0	-39.8
16	0.00350	0.0	50.0	0.00257	0.0	39.8	-0.00469	0.0	-39.8

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c            Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d                Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.             Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000078720	-0.000435990	----	----
2	0.000000000	0.000079455	-0.000472742	----	----
3	0.000000000	0.000086056	-0.000802795	----	----
4	0.000000000	0.000086739	-0.000836954	----	----
5	0.000000000	0.000079942	-0.000497100	----	----
6	0.000000000	0.000079089	-0.000454438	----	----
7	0.000000000	0.000081513	-0.000575650	----	----
8	0.000000000	0.000080689	-0.000534429	----	----
9	0.000000000	0.000082090	-0.000604475	----	----
10	0.000000000	0.000083214	-0.000660685	----	----
11	0.000000000	0.000093579	-0.001178969	----	----
12	0.000000000	0.000092899	-0.001144955	----	----
13	0.000000000	0.000091573	-0.001078656	----	----
14	0.000000000	0.000090878	-0.001043922	----	----
15	0.000000000	0.000088126	-0.000906279	----	----
16	0.000000000	0.000091198	-0.001059920	----	----

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:            12 mm  
Passo staffe:            15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved                    Taglio di progetto [kN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
Vcd                    Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd                    Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
d | z                    Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)  
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).  
bw                    Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg                    Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw                    Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast                    Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff                    Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	251.00	1629.74	1656.03	74.9 60.7	90.3	2.500	1.218	4.2	27.9(0.0)
2	S	212.00	1618.73	1660.13	74.9 60.9	90.3	2.500	1.206	3.6	27.9(0.0)
3	S	251.00	1523.43	1693.94	74.9 62.1	90.6	2.500	1.109	4.1	27.9(0.0)
4	S	212.00	1513.45	1697.15	74.9 62.2	90.7	2.500	1.099	3.5	27.9(0.0)
5	S	624.00	1611.19	1662.81	74.9 61.0	90.3	2.500	1.198	10.5	27.9(0.0)
6	S	644.00	1624.33	1658.10	74.9 60.8	90.3	2.500	1.212	10.8	27.9(0.0)

7	S	498.00	1587.67	1671.24	74.9 61.3	90.4	2.500	1.174	8.3	27.9(0.0)
8	S	504.00	1599.59	1666.86	74.9 61.1	90.4	2.500	1.186	8.4	27.9(0.0)
9	S	290.00	1579.72	1674.26	74.9 61.4	90.5	2.500	1.166	4.8	27.9(0.0)
10	S	285.00	1563.88	1680.02	74.9 61.6	90.5	2.500	1.149	4.7	27.9(0.0)
11	S	624.00	1407.91	1733.46	75.3 63.5	90.1	2.500	1.007	10.0	27.9(0.0)
12	S	644.00	1416.63	1730.66	75.3 63.4	90.1	2.500	1.015	10.4	27.9(0.0)
13	S	498.00	1442.86	1718.54	74.9 63.0	90.9	2.500	1.032	8.1	27.9(0.0)
14	S	504.00	1453.14	1715.61	74.9 62.9	90.8	2.500	1.042	8.2	27.9(0.0)
15	S	290.00	1493.39	1703.52	74.9 62.4	90.7	2.500	1.080	4.7	27.9(0.0)
16	S	285.00	1448.46	1716.96	74.9 62.9	90.9	2.500	1.037	4.6	27.9(0.0)

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.17	0.0	0.0	1.1	0.0	-39.8	0	0.0
2	S	2.82	0.0	0.0	3.2	0.0	-39.8	0	0.0
3	S	2.64	0.0	0.0	-14.9	0.0	-39.8	530	21.2
4	S	2.26	0.0	0.0	-11.2	0.0	-39.8	408	7.1

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00002	0.00000	0.000	.0	87	0.00000 (0.00000)	0 0.002 (990.00)	2679.45	0.00	
2	S	-0.00001	0.00000	0.000	.0	87	0.00000 (0.00000)	0 0.002 (990.00)	7590.89	0.00	
3	S	-0.00011	0.00000	0.833	30.0	87	0.00004 (0.00004)	508 0.023 (990.00)	723.93	0.00	
4	S	-0.00008	0.00000	0.834	30.0	87	0.00003 (0.00003)	786 0.026 (990.00)	767.62	0.00	

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.99	0.0	0.0	0.3	0.0	-39.8	0	0.0
2	S	2.47	0.0	0.0	-2.6	0.0	-39.8	482	21.2
3	S	2.56	0.0	0.0	-12.6	0.0	-39.8	373	7.1
4	S	2.33	0.0	0.0	-6.7	0.0	-39.8	373	7.1

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00002	0.00000	0.834	30.0	87	0.00003 (0.00003)	0 0.002 (0.30)	2284.73	0.00	

2	S	-0.00004	0.00000	0.665	30.0	87	0.00001 (0.00001)	450	0.004 (0.30)	1414.46	0.00
3	S	-0.00009	0.00000	0.846	30.0	87	0.00004 (0.00004)	751	0.028 (0.30)	771.13	0.00
4	S	-0.00006	0.00000	0.797	30.0	87	0.00002 (0.00002)	725	0.015 (0.30)	974.90	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.65	0.0	0.0	0.8	0.0	-39.8	0	0.0
2	S	2.29	0.0	0.0	-8.6	0.0	-39.8	373	7.1

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00002	0.00000	0.797	30.0	87	0.00002 (0.00002)	0	0.002 (0.20)	2618.43	0.00
2	S	-0.00007	0.00000	0.823	30.0	87	0.00003 (0.00003)	739	0.019 (0.20)	868.39	0.00