0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	TRESSO	BERTERO	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario
Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

ROCKSOIL S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Progettista/Progettisti responsabili elaborato
Hydrodata S.p.A.
Ing. Roberto Bertero
Ord. Ingg. Torino N° 7570L



Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr.: ----

Codice elaborato: BIS2E - H - ALV01 - RE01 - 0

Oggetto della tavola

OPERE IN ALVEO

OPERA DI SBARRAMENTO

Relazione di calcolo opere in c.a.

Scala

Data: NOVEMBRE 2017

Codice FILE: BIS2E-H-ALV01-RE01-0.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1 GENERALITA' 2
2 NORMATIVA VIGENTE 3
3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO 3
3.1 Acciaio per carpenteria metallica 3
3.2 Acciaio per tiranti precompressione in barre filettate 3
3.3 Acciaio per tiranti in trefoli – paratia pali Φ800 3
3.4 Acciaio per barre di armatura 4
3.5 Calcestruzzo opere di fondazione e pali secanti 4
3.6 Calcestruzzo opere in elevazione 4
4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE 5
5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI 6
6 PARAMETRI SISMICI 7
7 METODO DI CALCOLO PARATIA DI PALI SECANTI 8
8 METODO DI CALCOLO OPERA DI SBARRAMENTO E COPERTURA ALLOGGIAMENTO PANCONI 9
9 METODO DI CALCOLO ALLOGGIAMENTO PANCONI 13
10 ALLEGATO 1 16
Paratia di pali secanti Φ800 16
11 ALLEGATO 2 52
Opera di sbarramento 52
11.1 Inviluppo sollecitazioni e verifiche pareti opera di sbarramento 63
11.2 Inviluppo sollecitazioni e verifiche platee opera di sbarramento 87
11.3 Inviluppo sollecitazioni e verifiche travi fissaggio paratoie 96
11.4 Verifiche a galleggiamento tappo di fondo in condizione provvisionale 105
12 ALLEGATO 3 106
Vasca alloggiamento panconi 106
13 ALLEGATO 4 133
Copertura vasca alloggiamento panconi 133

1 GENERALITA'

La presente relazione di calcolo strutturale e geotecnica è relativa alla realizzazione dell'**Opera di sbarramento** nell'ambito del progetto esecutivo "Secondo lotto dei lavori relativi alla realizzazione della galleria scolmatrice del torrente Bisagno in Comune di Genova".

Nello specifico vengono riportate nel seguito le analisi e le verifiche dei seguenti manufatti facenti parte dell'opera sopraccitata, in condizioni statiche e sismiche, in accordo alle vigenti normative NTC 2008:

- **Paratia pali secanti Φ800** realizzati in destra idrografica, in corrispondenza dell'opera di sbarramento per uno sviluppo di circa 65.0 m, posti in opera con un interasse 60 cm ed una lunghezza complessiva di 16.0 m, armati in maniera alternata e vincolati in testa da un cordolo in c.a. di sezione 80x80 cm. La paratia di pali è intirantata mediante un ordine di tiranti posti ad una profondità di 3.0 m dalla testa palo, inclinati sull'orizzontale di 25°, posti in opera con un passo di 2.40 m, di lunghezza complessiva 20.0 m (lunghezza bulbo Φ250 mm = 12.0 m, lunghezza libera 8.0 m) con n°5 trefoli da 0.6" ed un precarico di 450 kN. Tali tiranti sono vincolati in testa da un trave di ripartizione in c.a. di sezione trapezia 40x60 cm;
  (Allegato 1)
- **Opera di sbarramento** in cemento armato ordinario, gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta 42.15 x 49.10 m, costituita da n°2 setti centrali di spessore 2.0 m e due setti laterali di spessore 1.5 m, di altezza variabile da un minimo di 3.70 m, sino ad un massimo di 9.0 m. Sull'opera di sbarramento verranno installate le paratoie a settore e saranno vincolate a alle pareti centrali e perimetrali mediante travi di sezione trapezia 2.30 x 2.20 m di lunghezza 1.60 m. Al fine di assorbire le spinte trasmesse dalle paratoie di settore ed evitare eccessivi effetti di fessurazione, in corrispondenza delle suddette travi trapezie, vengono inseriti all'interno dei setti centrali e laterali, n°6 tiranti in barre a filettatura continua tipo Dywidag o equivalenti, di diametro nominale 26.5 mm, a cui viene impresso un precarico di 300 kN (setti centrali) e 150 kN (setti laterali). Al di sopra di tali setti vengono posizionate n°3+3 passerelle di servizio in carpenteria metallica, le cui analisi e verifiche sono riportate in relazione dedicata (BIS2E-H-ALV0-RE02-0);
  (Allegato 2)
- **Vasca alloggiamento panconi** in cemento armato ordinario, gettato in opera, di dimensioni in pianta esterne 14.40 x 3.80 m, con pareti laterali di spessore 40 cm ed altezza variabile da un minimo di 4.10 m sino ad un massimo 5.0 m, incastrate in una soletta di fondo di spessore 40 cm;
  (Allegato 3)
- **Copertura vasca alloggiamento panconi** in acciaio costituita da 3 blocchi indipendenti di dimensioni in pianta 4.50 x 3.63, con ritti e traversi in profili UPN 120 e controventi orizzontali in tondini Φ12;
  (Allegato 4)

Nel seguito si riportano le analisi e le verifiche, eseguite con il metodo degli stati limite, in condizioni statiche e dinamiche delle opere in oggetto, delle opere provvisionali nelle diverse fasi realizzative, attraverso la modellazione agli elementi finiti bidimensionale (paratia di pali secanti Φ800) tridimensionale (opera di sbarramento), e le verifiche locali a campione degli elementi in condizione di criticità.

I manufatti non riportati in relazione sono stati analizzati e verificati in maniera analoga.

Il Comune di Genova dove è localizzato l'intervento, è sismico di tipo 3.

2 NORMATIVA VIGENTE

• D.M. 14 gennaio 2008 – "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni"

• Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

• UNI EN 1992 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato

• UNI EN 1997 - Progettazione geotecnica

• UNI EN 1998 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO

3.1 Acciaio per carpenteria metallica

Acciaio tipo S235 dove:

- f_{tk} = tensione di rottura = 360 N/mm^2
- f_{yk} = tensione di snervamento = 235 N/mm^2
- f_{yd} = tensione di calcolo = f_{yk} : γ_M = 235 : 1.05 = 223.81 N/mm^2
- E = modulo elastico = 210000 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.3'
- α = coefficiente di espansione termica lineare = 12 x 10^{-6} °C^{-1}
- ρ = densità = 78,50 kN/m^3
- Viti e bulloni = classe 8.8

3.2 Acciaio per tiranti precompressione in barre filettate

Acciaio tipo Y1050 dove:

- f_{pk} = tensione di rottura = 1050 N/mm^2
- $f_{p0,1k}$ = tensione di snervamento = 950 N/mm^2
- E = modulo elastico = 210000 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.3'
- α = coefficiente di espansione termica lineare = 12 x 10^{-6} °C^{-1}
- ρ = densità = 78,50 kN/m^3
- Viti e bulloni = classe 10.9

3.3 Acciaio per tiranti in trefoli – paratia pali Φ800

- f_{ptk} = tensione caratteristica di rottura ≥ 1860 N/mm^2
- $f_{p(1)k}$ = tensione caratteristica allo 1% di deformazione totale ≥ 1670 N/mm^2
- Allungamento sotto carico massimo A_{gt} ≥ 3.5%

3.4 Acciaio per barre di armatura

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm^2
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm^2
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ e < 1.35
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- γ_s = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- f_{yd} = resistenza di calcolo = 450 : 1.15 = 391.30 N/mm^2
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = $f_{bk}:\gamma_c$ = 5.755 : 1.5 = 3.837 N/mm^2
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = 2.25 x η x f_{ctk} = 2.25 x 1.0 x 2.558 = 5.755 N/mm^2

3.5 Calcestruzzo opere di fondazione e pali secanti

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 25/30
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 30 N/mm^2
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 24.9 N/mm^2
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = f_{ck} + 8 = 32.9 N/mm^2
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30 $f_{ck}^{2/3}$ = 2.55 N/mm^2
- f_{cfm} = resistenza a trazione per flessione = 1.2 f_{ctm} = 3.07 N/mm^2
- E_{cm} = modulo elastico = 22000 $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 31447.16 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC2
- Copriferro ≥ 50 mm

3.6 Calcestruzzo opere in elevazione

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm^2
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 33.2 N/mm^2
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = f_{ck} + 8 = 41.2 N/mm^2
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30 $f_{ck}^{2/3}$ = 3.09 N/mm^2
- f_{cfm} = resistenza a trazione per flessione = 1.2 f_{ctm} = 3.72 N/mm^2
- E_{cm} = modulo elastico = 22000 $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33642.78 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC4
- Copriferro ≥ 50 mm

4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

Le opere in progetto risultano essere di classe d'uso IV

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

ed è di tipo 3 *(grandi opere)*

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1]	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

con vita nominale ≥ 100 anni, C_U = coefficiente d'uso = 2.0, V_R = vita di riferimento = C_U x V_N = 200 anni.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

I terreni caratterizzanti le opere in oggetto, riportati all'interno della sezione geologica BIS2E-R-SDB01-SZ02-0, sono caratterizzati cautelativamente dai seguenti parametri geotecnici:

- **Riporto antropico**
  $\gamma = 19.0$ kN/m^3
  $\Phi_{res} = 28°$
  c = 0.0 kPa
  E = 30 MPa

- **Ghiaia alluvionale**
  $\gamma = 19.0$ kN/m^3
  $\Phi_{res} = 36°$
  c = 0.0 kPa
  E = 50 MPa

- **Coltre limoso-argillosa**
  $\gamma = 19.0$ kN/m^3
  $\Phi_{res} = 32°$
  c = 0.0 kPa
  E = 80 MPa

- **Cappellaccio di alterazione**
  $\gamma = 22.0$ kN/m^3
  $\Phi = 45°$
  c = 100.0 kPa
  E = 400 MPa

- **Substrato (Flysch Antola compatto)**
  $\gamma = 22.0$ kN/m^3
  $\Phi = 45°$
  c = 250.0 kPa
  E = 1200 MPa

Ai fini del dimensionamento delle strutture definitive si assume un livello di falda posto ad una quota di +39.0 mslm. Mentre per il dimensionamento del tappo di fondo in condizione provvisionale si è posta la falda a quota +38.0 mslm.

6 PARAMETRI SISMICI

L'azione dell'azione sismica di progetto viene effettuata in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato (SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della "*Accelerazione orizzontale massima al sito"* (a_g), del *"Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione"* (F_o) e del *"Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione"* (T_C) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito.

L'opera strutturale in oggetto è sita nel comune di Genova è in zona sismica di tipo 3, collocata secondo i seguenti valori di posizionamento:

Latitudine : 44°.405

Longitudine : 8°.936

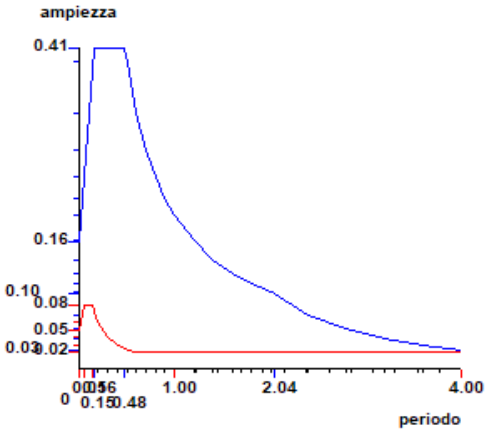
Per lo SLV si sono adottati i seguenti parametri sismici:

P_r = periodo di ritorno = 1898 anni

a_g = accelerazione massima del sito = 0.1092 g

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.52

T^*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.31



Ai fini della definizione sismica di progetto, sulla base della caratterizzazione geotecnica dei tipo di terreno, ed eseguendo una scelta a favore di sicurezza, il terreno interessato dall'intervento può essere classificato di **tipo "B"** "*depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina*).

7 METODO DI CALCOLO PARATIA DI PALI SECANTI

PARATIE è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Il problema è visto ad un problema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura A. PARATIE non è quindi idoneo a studiare problemi in cui vi siano importanti effetti tridimensionali.

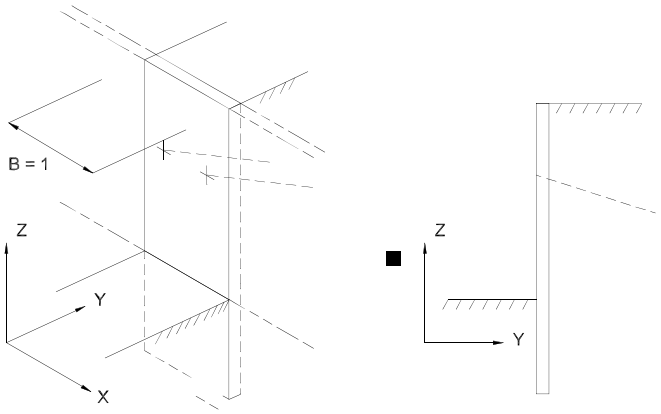


Figura A

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "TRAVE SU SUOLO ELASTICO": le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidezza flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

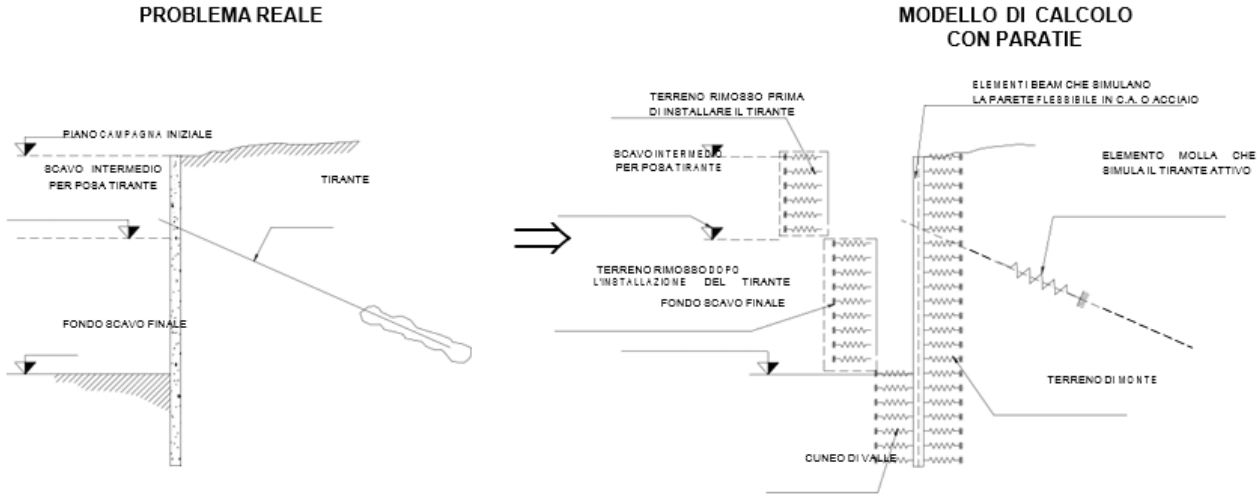


Figura B

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidezza flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi STATICA INCREMENTALE: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati. Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elasto-plastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe (1996))

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria)
L'analisi sismica è affrontata con il metodo pseudostatico di Mononobe-Okabe.
Si riportano le analisi e verifiche in condizioni statiche e sismiche della paratia di pali affiancati intirantati come previsto in normativa.

8 METODO DI CALCOLO OPERA DI SBARRAMENTO E COPERTURA ALLOGGIAMENTO PANCONI

La struttura è stata modellata con il software agli elementi finiti "Mastersap Top 2017" della AMV Software.

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevalente sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. Piastre, muri e volte, ovvero elementi di tipo bidimensionale, sono modellati con elementi di tipo shell.

I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidezze nello spazio. Questi elementi consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni travi di fondazione. Al di sotto delle pile dell'impianto, si sono modellate travi di fondazione su letto di molle alla Winkler. Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse.

Sulla base di dati di bibliografia, per terreni analoghi a quelli in situ (ghiaia con sabbia) si adotta un coefficiente di Winkler di 20 kg/cm^3

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidezza flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

La presenza di diaframmi orizzontali, se rigidi, nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il movimento relativo. Relazioni analoghe possono essere impostate anche fra elementi contigui.

E' stata impiegata un'analisi dinamica in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 14.01.2008. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite.

L'intera struttura dell'opera di sbarramento è stata analizzata e verificata in condizioni elastiche applicando al modello un coefficiente di struttura q = 1.0

Si è eseguita la valutazione della capacità portante delle strutture di fondazione mediante l'approccio 2 DA2 (A1+M1+R3) in condizioni statiche e sismiche, attraverso il metodo proposto dal Eurocodice 7 adottando i coefficienti di seguito riportati.

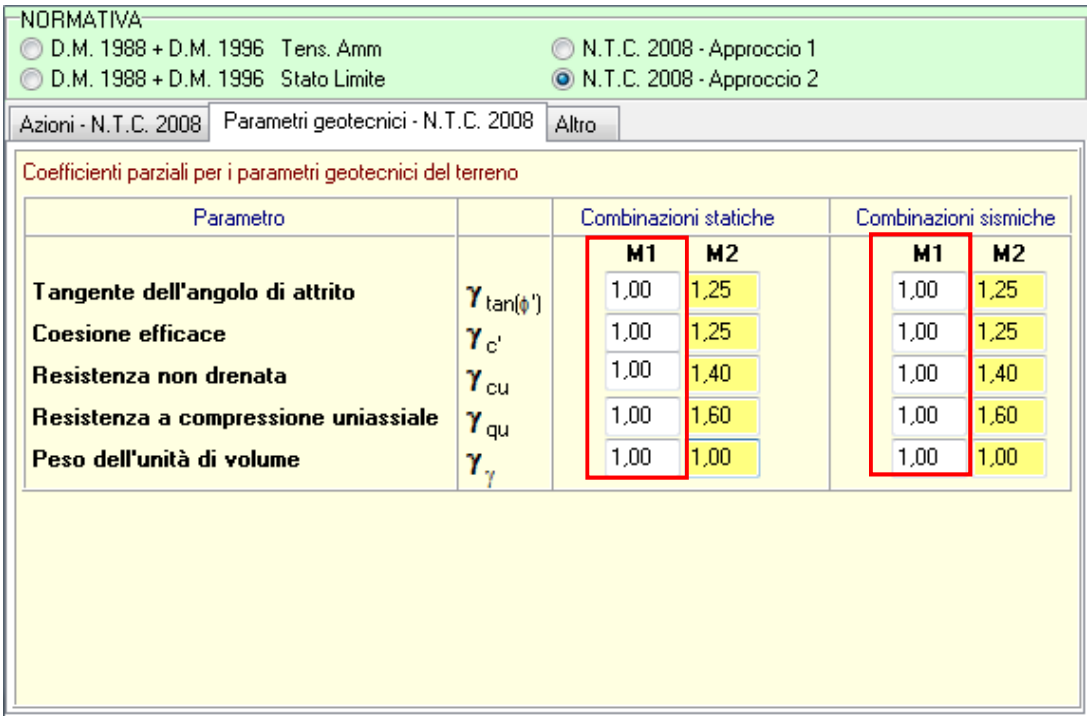
NORMATIVA

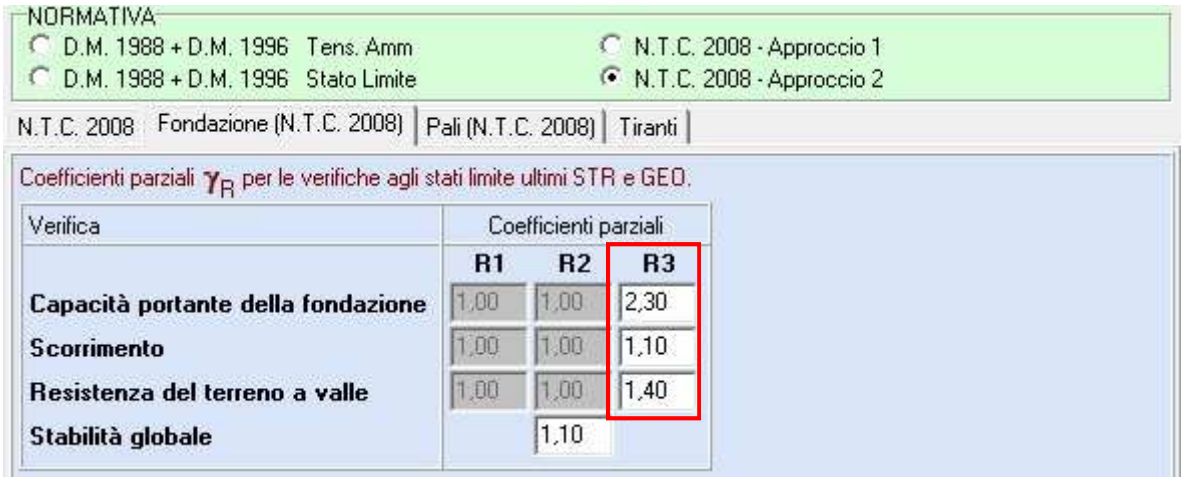
- ( ) D.M. 1988 + D.M. 1996 Tens. Amm
- ( ) D.M. 1988 + D.M. 1996 Stato Limite
- ( ) N.T.C. 2008 - Approccio 1
- (•) N.T.C. 2008 - Approccio 2

Azioni - N.T.C. 2008 | Parametri geotecnici - N.T.C. 2008 | Altro

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00	1,00	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1,50	1,30	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15	1,00	1,00
Termici	Favorevole	$\gamma\varepsilon_{fav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	$\gamma\varepsilon_{sfav}$	1,20	1,00	1,00	1,00





La formula trinomia indicata all'interno dell'EC7 per il calcolo del carico limite è:

$$q_{ult} = \frac{c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c}{\gamma_{Mc}} + \frac{\gamma'_{terreno} \cdot D \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q}{\gamma_{M\gamma}} + \frac{0.5 \cdot \gamma'_{terreno} \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma}{\gamma_{M\gamma}}$$

Il carico limite dei terreni posti al di sotto delle opere di fondazione, in condizioni sismiche, è stato adeguatamente valutato dal programma attraverso l'analisi dell'inclinazione del carico a seguito di azioni orizzontali e l'utilizzo dei coefficienti correttivi, fattori di inclinazione K_{hk} (effetto cinematico) e K_{hi} (effetto inerziale).

- K_{hk}: (effetto cinematico) produce la variazione del contributo associato a N_γ e si riflette sul coefficiente i_γ, il quale deve anche tener conto dell'effetto inerziale K_{hi};
- K_{hi}: (effetto inerziale) produce le variazioni dei termini a cui compartecipano N_c e N_q perché si riflette nell'inclinazione del carico attraverso i coefficienti i_c e i_q.

Per considerare entrambi gli effetti K_{hk} e K_{hi} all'interno della formula trinomia che include N_γ, in base alla formulazione di Carfi, Maugeri e Motta ("Effetto dell'inerzia del terreno sul fattore di capacità portante N_γ" Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2004 - IARG 2004 Trento, 7-9 luglio 2004), si calcolano due coefficienti correttivi:

$$e_{\gamma k} = (1 - K_{hk}/\tan\Phi)^{0.45}$$

$$e_{\gamma i} = (1 – 0.7 \times K_{hi})^5$$

All'interno del software FEM Mastersap TOP 2017, le pressioni triangolari causate dalla presenza del terreno e dall'acqua all'interno del manufatto sono stati applicati manualmente, secondo le seguenti relazioni della geotecnica:

<u>TERRENO - Condizioni di spinta a riposo:</u>

γ = peso specifico terreno = 19.0 kN/m^3

Φ = angolo di attrito interno = 30°

c = coesione = 0 kPa

k_0 = coefficiente di spinta a riposo = 1 - sin Φ= 0.50

La spinta in terreni non in falda vale:

$$e = \gamma \times h \times k_0$$

Per le porzioni di terreno immerse in falda si adotta il criterio delle tensioni efficaci:

$$e' = \gamma' \times h \times k_0 + \gamma_w \times h_w$$

dove

γ_w = peso specifico dell'acqua = 10 kN/m^3

h_w = altezza falda

ACQUA:

La pressione idrostatica applicata alle strutture vale::

$$e_{H2O} = \gamma_w \times h_w$$

dove

γ_w = peso specifico dell'acqua = 10 kN/m^3

h_w = altezza acqua

Si ritiene che il modello utilizzato sia sufficientemente rappresentativo del comportamento reale della struttura.

Sono stati inoltre valutati tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

9 METODO DI CALCOLO ALLOGGIAMENTO PANCONI

Le verifiche strutturali e geotecniche del manufatto di alloggiamento dei panconi sono state eseguite con il programma agli elementi finiti della AZTEC SOFTWARE srl "SCAT 11.0

Il terreno di rinfianco e di fondazione viene schematizzato come una serie di elementi molle proporzionali alla costante di Winkler del terreno ed all'area di influenza della molla stessa, qualora presente.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sul manufatto.

L'interazione con il terreno di fondazione è stata modellata secondo lo schema classico di trave su suolo elastico alla Winkler.

L'analisi è condotta sia in condizioni statiche che sismiche considerando una serie di combinazioni di carico generate automaticamente.

Calcolo del carico sulla calotta (in caso di presenza di soletta di copertura)

In questo caso la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso di volume del terreno per l'altezza del ricoprimento (Spessore dello strato di terreno superiore). Quindi la pressione in calotta è fornita dalla seguente relazione:

$$P_v = \gamma H$$

Se sul profilo del piano campagna se sono presenti dei sovraccarichi, concentrati e/o distribuiti, la diffusione di questi nel terreno avviene secondo un angolo, rispetto alla verticale, pari a 35.00°.

Spinta sui piedritti

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ, su una parete di altezza *H*, risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

$$S = 1/2\gamma H^2 K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \Phi)}{\sin^2\alpha \, \sin(\alpha-\delta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\Phi+\delta)\sin(\Phi-\beta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha-\delta)\sin(\alpha+\beta)]}} \right]^2}$$

dove Φ è l'angolo d'attrito del terreno, α rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale (α = 90° per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-parete, β è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni (*1/3 H* rispetto alla base della parete). L'espressione di K_a perde di significato per β>Φ. Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di naturale declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione *c* l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità *z* vale

$$\sigma_a = \gamma z \, K_a - 2 \, c \sqrt{K_a}$$

L'utilizzo del coefficiente di spinta attiva K_a tende talvolta a sottostimare la spinta del terreno. Infatti il valore di K_a rappresenta il limite inferiore per quanto riguarda la spinta del terreno, mentre il limite superiore è rappresentato dal coefficiente di spinta a riposo K_0

Inoltre la teoria di Coulomb risulta quella generalmente accettata ed utilizzata dai principali software ad elementi finiti, in quanto più raffinata e tende a non sovrastimare il valore della spinta delle terre, come ad esempio la teoria di Rankine.

Spinta in presenza di sisma – Metodo di Monobe-Okabe

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta *S'* considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \text{arctg}\,(k_h/(1\pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h.

Detta *S* la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente *A* vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base pari a 1/2 dell'altezza della parete.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali che si destano per effetto del sisma.

Tale forza viene valutata come

$$F_i = CW$$

dove *W* è il peso della parete e dei relativi sovraccarichi permanenti e va applicata nel baricentro dei pesi.

Si specifica d'altro canto che la vasca in oggetto è quasi completamente fuori terra, quindi la condizione maggiormente gravosa per i dimensionamento strutturale/geotecnico è la condizione di collaudo che prevede la vasca piena di acqua/fanghi senza il terreno posto esternamente.

10 ALLEGATO 1

Paratia di pali secanti Φ800

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche della paratia di pali secanti, posti in destra idraulica in corrispondenza dell'opera di sbarramento, sollecitati a monte da un carico uniformemente distribuito di 20.0 kN/m^2 a simulare il transito di carichi di prima categoria.

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE
Punti
(-25;0)
(37.2;0)
(37.2;-30)
(-25;-30)
OCR : 1

Tipo : POLYLINE
Punti
(-25;-4.5)
(15;-4.5)
(37.2;-4.5)
(37.2;-30)
(-25;-30)
OCR : 1

Tipo : LENS
Punti
(0.4;-8.5)
(8;-8.5)
(8;-10.5)
(0.4;-10.5)
OCR : 0

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ø'	øcv	øp	c'	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur
		kN/m³	kN/m³	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa				kPa			kPa	kN/m³	kN/m³	kN/m³
1	Riporto stradale	19	19	28			0		Constant		30000	48000									
2	Sand	19	19	36			0		Constant		50000	80000									
3	Jet grouting	17.5	22	45			70		Constant		100000	160000									

Descrizione Pareti

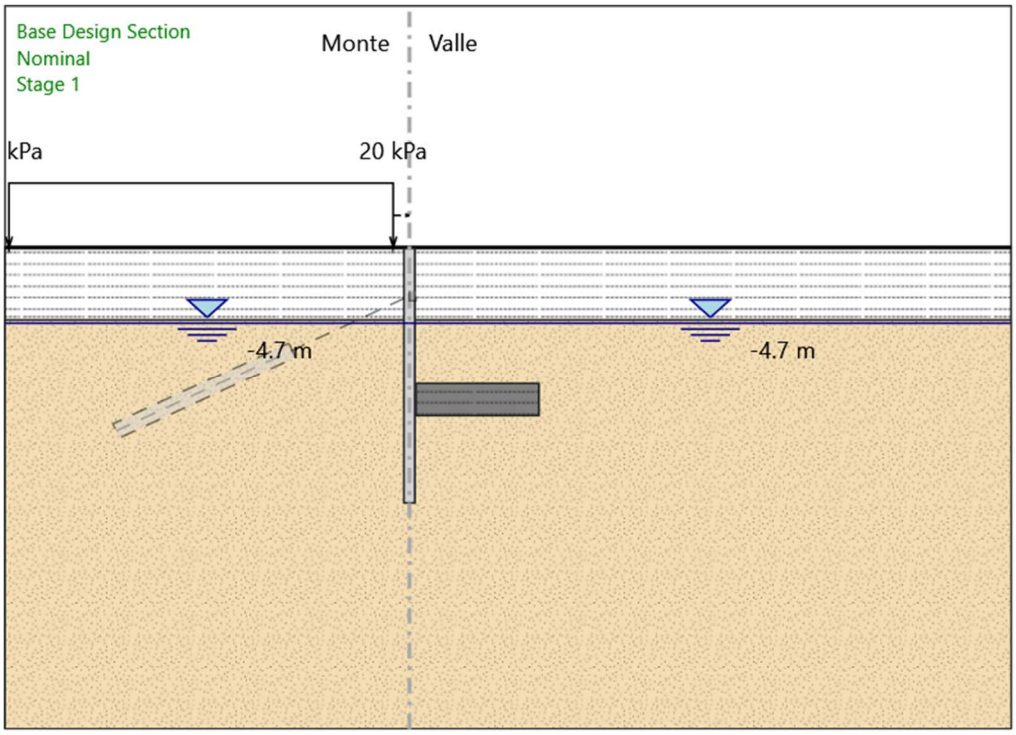
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -16 m
Muro di sinistra

Armatura
Lunghezza segmenti : 1 m
Rinforzo longitudinale 1
Lunghezza : 16 m
Materiale :
Quota iniziale : 0 m
Barre 1
Numero di barre : 20
Diametro : 0.026 m
Distanza dal bordo : 0.11 m
Staffe 1
Numero di staffe : 2
Copertura : 0.075 m
Diametro : 0.012 m
Lunghezza : 16 m
Quota iniziale : 0 m
Passo : 0.1 m

Sezione : Pali affiancati compenetrati
Area equivalente : 0.716874906563249 m
Inerzia equivalente : 0.0318 m^4/m
Materiale calcestruzzo : C25/30
Tipo sezione : Secant
Spaziatura : 1.2 m
Diametro : 0.8 m
Efficacia : 1

Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.7 m

Falda di destra : -4.7 m

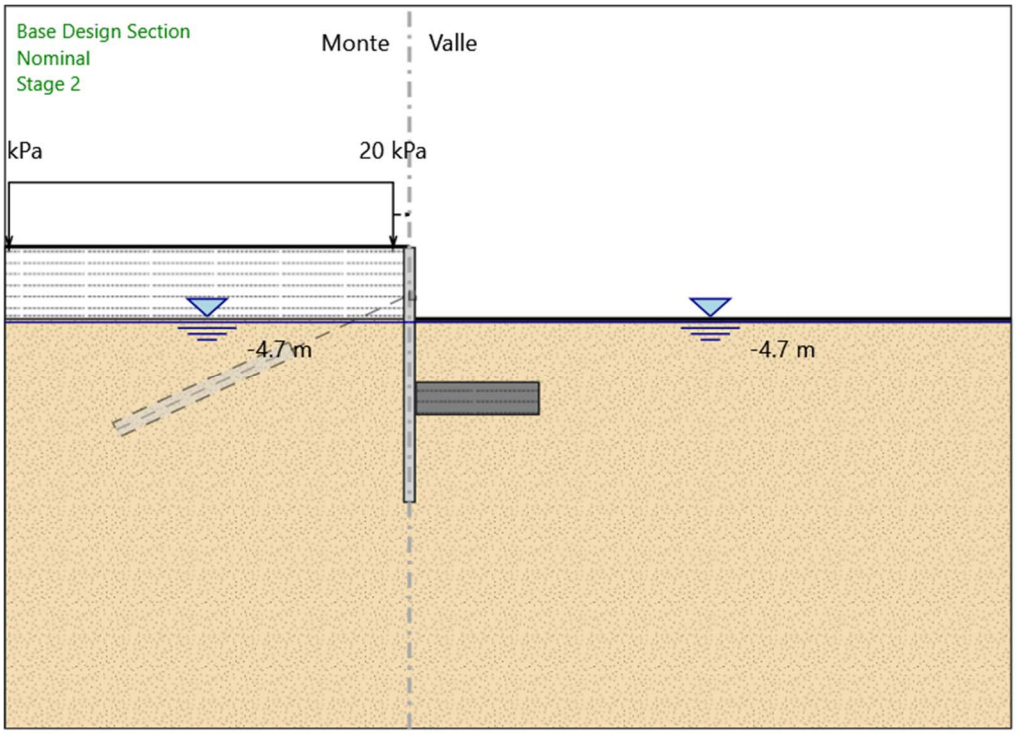
Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24.75 m
X finale : -1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali
Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -16 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati
Paratia : WallElement_New
X : 12.2 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -20 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati

Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.7 m

Falda di destra : -4.7 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

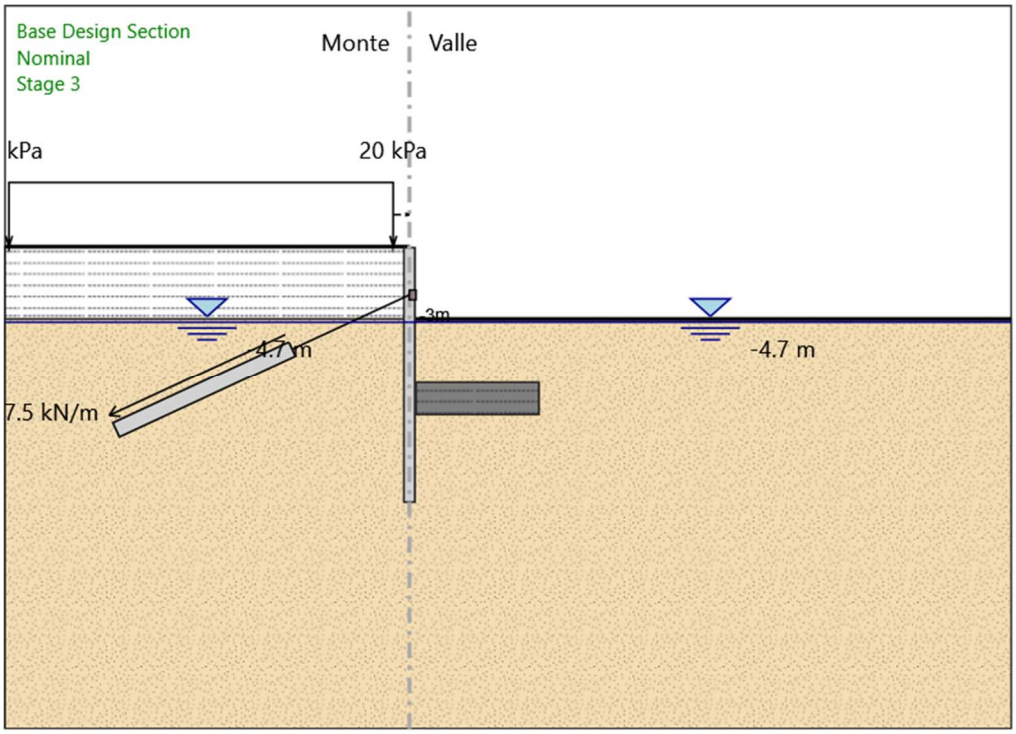
X iniziale : -24.75 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali
Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -16 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati
Paratia : WallElement_New
X : 12.2 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -20 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.7 m

Falda di destra : -4.7 m

Carichi

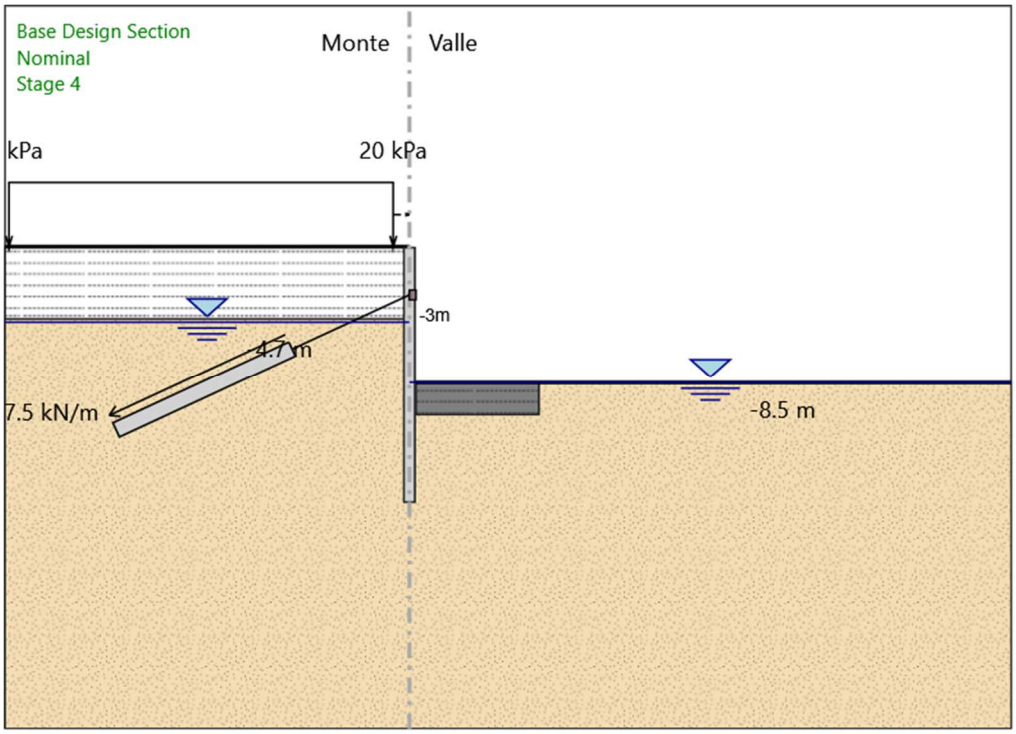
Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24.75 m

X finale : -1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali
Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -16 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati
Tirante : Tieback
X : 0 m
Z : -3 m
Lunghezza bulbo : 12 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 8 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 450 kN
Angolo : 25 °
Sezione : 5 strands
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 5
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000695 m^2
Trave di Ripartizione : Default Waler
Sezione : Waler Section 1 concrete
0.4x0.6
Materiale : C25/30
Paratia : WallElement_New
X : 12.2 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -20 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -8.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-8.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.7 m

Falda di destra : -8.5 m

Carichi

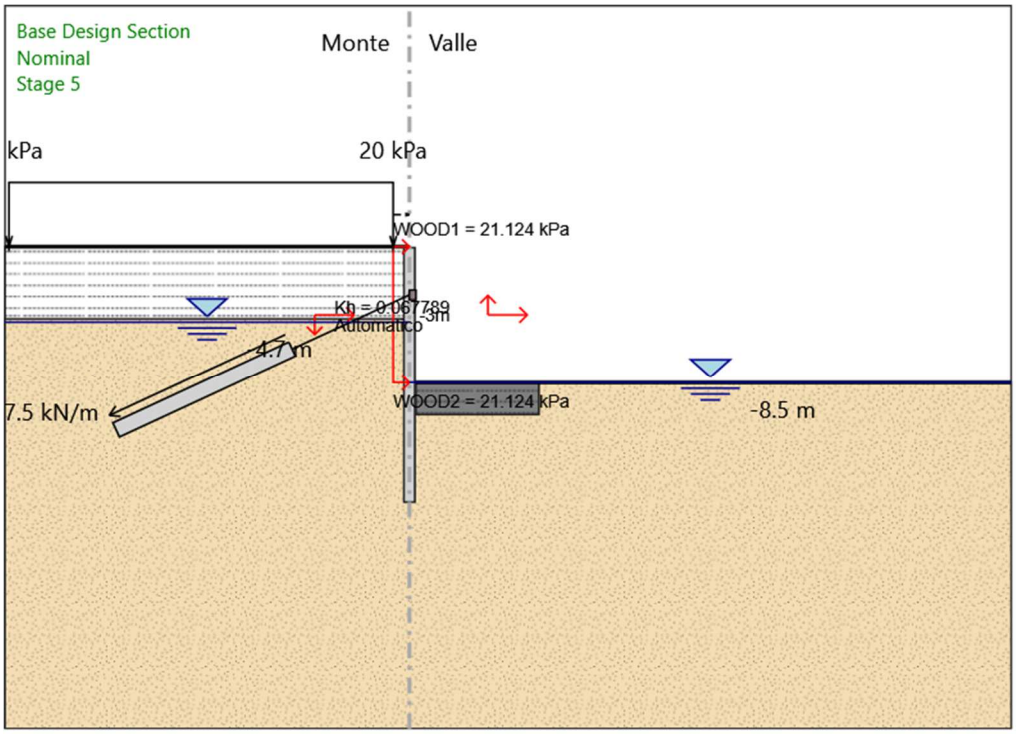
Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -24.75 m

X finale : -1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali
Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -16 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati
Tirante : Tieback
X : 0 m
Z : -3 m
Lunghezza bulbo : 12 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 8 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 450 kN
Angolo : 25 °
Sezione : 5 strands
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 5
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000695 m^2
Trave di Ripartizione : Default Waler
Sezione : Waler Section 1 concrete
0.4x0.6
Materiale : C25/30
Paratia : WallElement_New
X : 12.2 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -20 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati

Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -8.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-8.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.7 m

Falda di destra : -8.5 m

Carichi

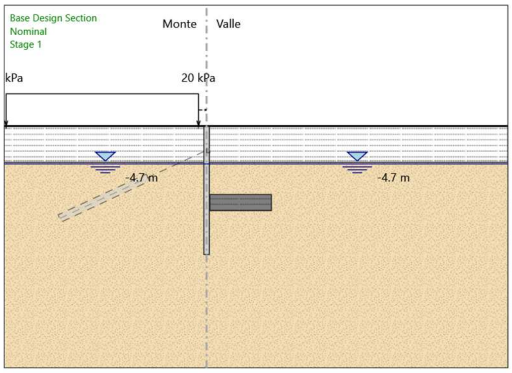
Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

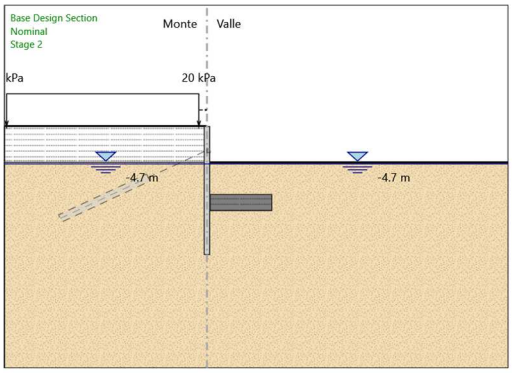
X iniziale : -24.75 m

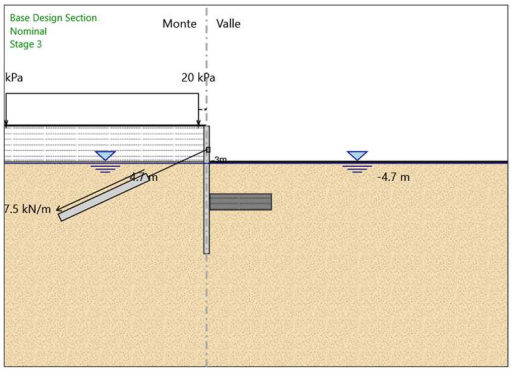
X finale : -1 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

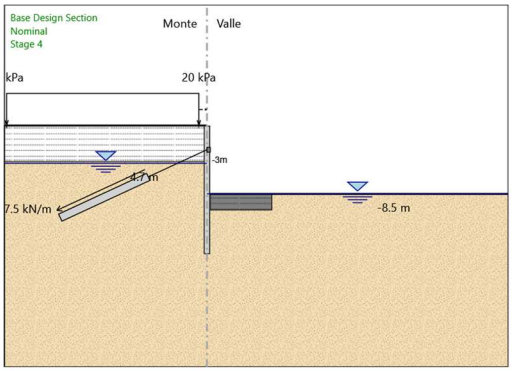
Elementi strutturali
Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -16 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati
Tirante : Tieback
X : 0 m
Z : -3 m
Lunghezza bulbo : 12 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 8 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 450 kN
Angolo : 25 °
Sezione : 5 strands
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 5
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000695 m^2
Trave di Ripartizione : Default Waler
Sezione : Waler Section 1 concrete
0.4x0.6
Materiale : C25/30
Paratia : WallElement_New
X : 12.2 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -20 m
Sezione : Pali affiancati compenetrati

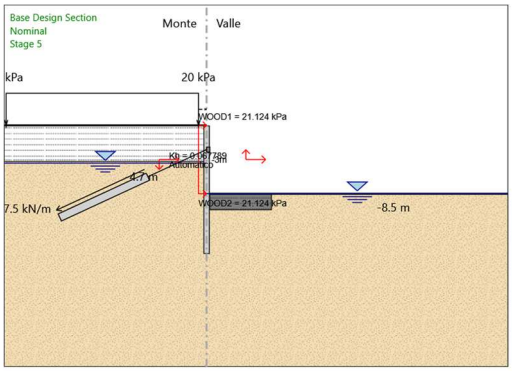
Tabella Configurazione Stage (Nominal)











Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γG	γG	γQ	γQ	γQE	γG	γG	γGdst	γGstb	γQdst	γGdst	γGstb	γQdst
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1+R1	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su tan(ø') (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γϕ	γc	γcu	γqu	γγ
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γRe	γap	γat	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

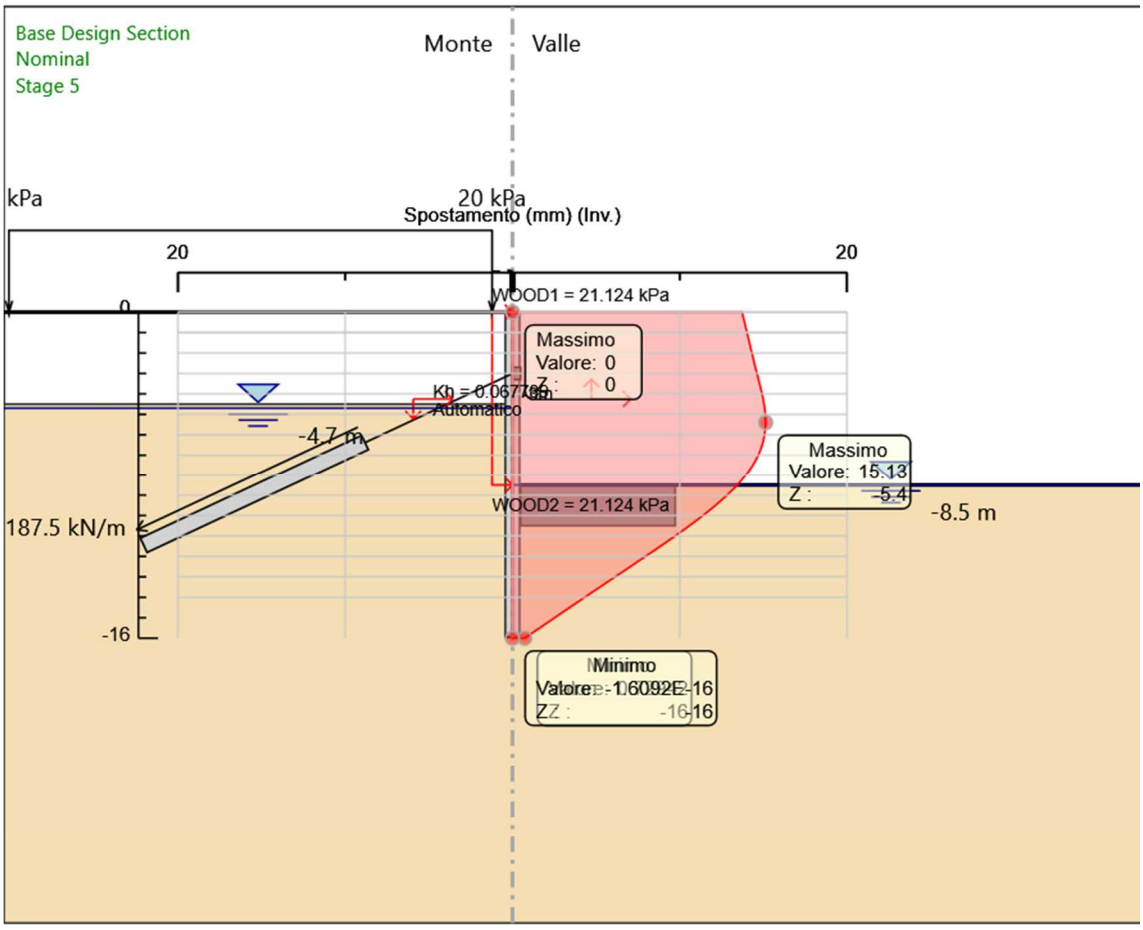
Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Spostamento	Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
0	0	13.731
-0.2	0	13.789
-0.4	0	13.847
-0.6	0	13.905
-0.8	0	13.963
-1	0	14.021
-1.2	0	14.079
-1.4	0	14.137
-1.6	0	14.195
-1.8	0	14.254
-2	0	14.312
-2.2	0	14.372
-2.4	0	14.431
-2.6	0	14.492
-2.8	0	14.553
-3	0	14.616
-3.2	0	14.679
-3.4	0	14.743
-3.6	0	14.805
-3.8	0	14.865
-4	0	14.922
-4.2	0	14.974
-4.4	0	15.02
-4.6	0	15.059
-4.8	0	15.091
-5	0	15.114
-5.2	0	15.127
-5.4	0	15.13
-5.6	0	15.122
-5.8	0	15.102
-6	0	15.069
-6.2	0	15.023
-6.4	0	14.964
-6.6	0	14.89
-6.8	0	14.801
-7	0	14.698
-7.2	0	14.579
-7.4	0	14.444
-7.6	0	14.295
-7.8	0	14.129
-8	0	13.949
-8.2	0	13.753
-8.4	0	13.542
-8.6	0	13.316
-8.8	0	13.076
-9	0	12.823
-9.2	0	12.557
-9.4	0	12.279
-9.6	0	11.99
-9.8	0	11.69
-10	0	11.381
-10.2	0	11.063
-10.4	0	10.737
-10.6	0	10.404

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Spostamento	Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-10.8	0	10.065
-11	0	9.722
-11.2	0	9.373
-11.4	0	9.021
-11.6	0	8.665
-11.8	0	8.308
-12	0	7.948
-12.2	0	7.586
-12.4	0	7.223
-12.6	0	6.86
-12.8	0	6.496
-13	0	6.132
-13.2	0	5.769
-13.4	0	5.405
-13.6	0	5.042
-13.8	0	4.68
-14	0	4.318
-14.2	0	3.957
-14.4	0	3.596
-14.6	0	3.237
-14.8	0	2.877
-15	0	2.519
-15.2	0	2.16
-15.4	0	1.803
-15.6	0	1.445
-15.8	0	1.087
-16	0	0.729

Grafico Inviluppi Spostamento



Spostamento

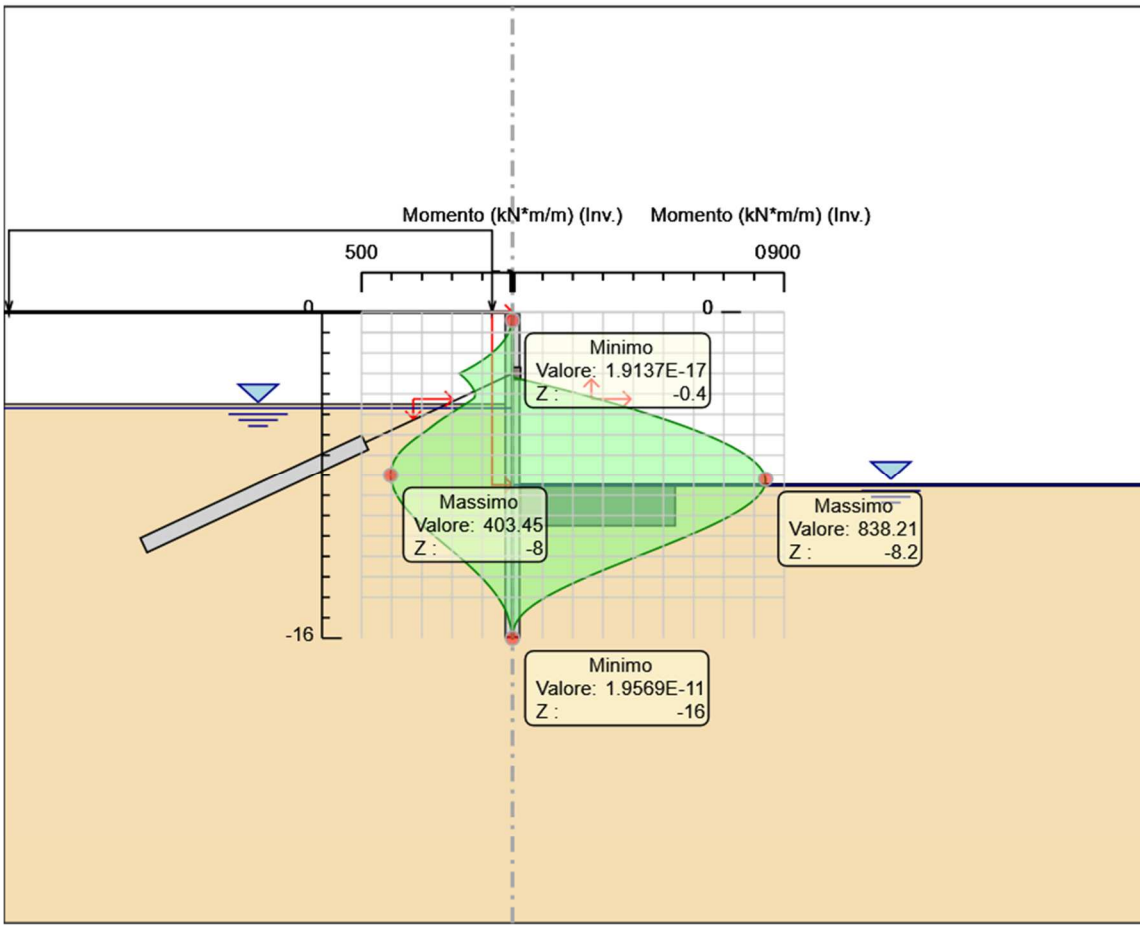
Tabella Inviluppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.024	0
-0.4	0.761	0
-0.6	3.022	0
-0.8	6.878	0
-1	12.416	0
-1.2	19.712	0
-1.4	28.841	0
-1.6	39.874	0
-1.8	52.885	0
-2	67.942	0
-2.2	85.11	0
-2.4	104.45	0
-2.6	126.007	0
-2.8	149.838	0
-3	175.998	0
-3.2	160.355	4.718
-3.4	147.141	61.336
-3.6	136.405	116.429
-3.8	128.182	169.928
-4	122.518	221.75
-4.2	126.78	271.813
-4.4	145.839	320.036
-4.6	166.682	366.336
-4.8	188.245	411.091
-5	209.645	454.223
-5.2	230.321	495.627
-5.4	249.713	535.198
-5.6	267.258	572.828
-5.8	284.859	608.414
-6	304.636	641.849
-6.2	323.254	673.03
-6.4	340.422	701.858
-6.6	355.854	728.227
-6.8	369.264	752.034
-7	380.367	773.173
-7.2	389.134	791.541
-7.4	395.701	807.032
-7.6	400.193	819.549
-7.8	402.735	828.986
-8	403.446	835.241
-8.2	402.439	838.208
-8.4	399.822	837.783
-8.6	395.694	833.876
-8.8	390.146	826.576
-9	383.267	816.085
-9.2	375.141	802.605
-9.4	365.844	786.339
-9.6	355.45	767.488
-9.8	344.022	746.254
-10	331.634	722.839
-10.2	318.373	697.451
-10.4	304.324	670.29
-10.6	289.565	641.56
-10.8	274.179	611.462
-11	258.346	580.199
-11.2	242.234	547.973
-11.4	225.989	514.99
-11.6	209.748	481.453
-11.8	193.632	447.564

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12	177.747	413.525
-12.2	162.191	379.539
-12.4	147.048	345.808
-12.6	132.394	312.539
-12.8	118.295	279.934
-13	104.81	248.194
-13.2	91.989	217.524
-13.4	79.878	188.125
-13.6	68.516	160.2
-13.8	57.936	133.952
-14	48.169	109.586
-14.2	39.242	87.306
-14.4	31.178	67.312
-14.6	23.999	49.81
-14.8	17.991	35
-15	14.246	23.086
-15.2	10.257	13.982
-15.4	6.431	7.404
-15.6	3.175	3.07
-15.8	0.896	0.697
-16	0	0

Grafico Inviluppi Momento

Valore:
Z :



Momento

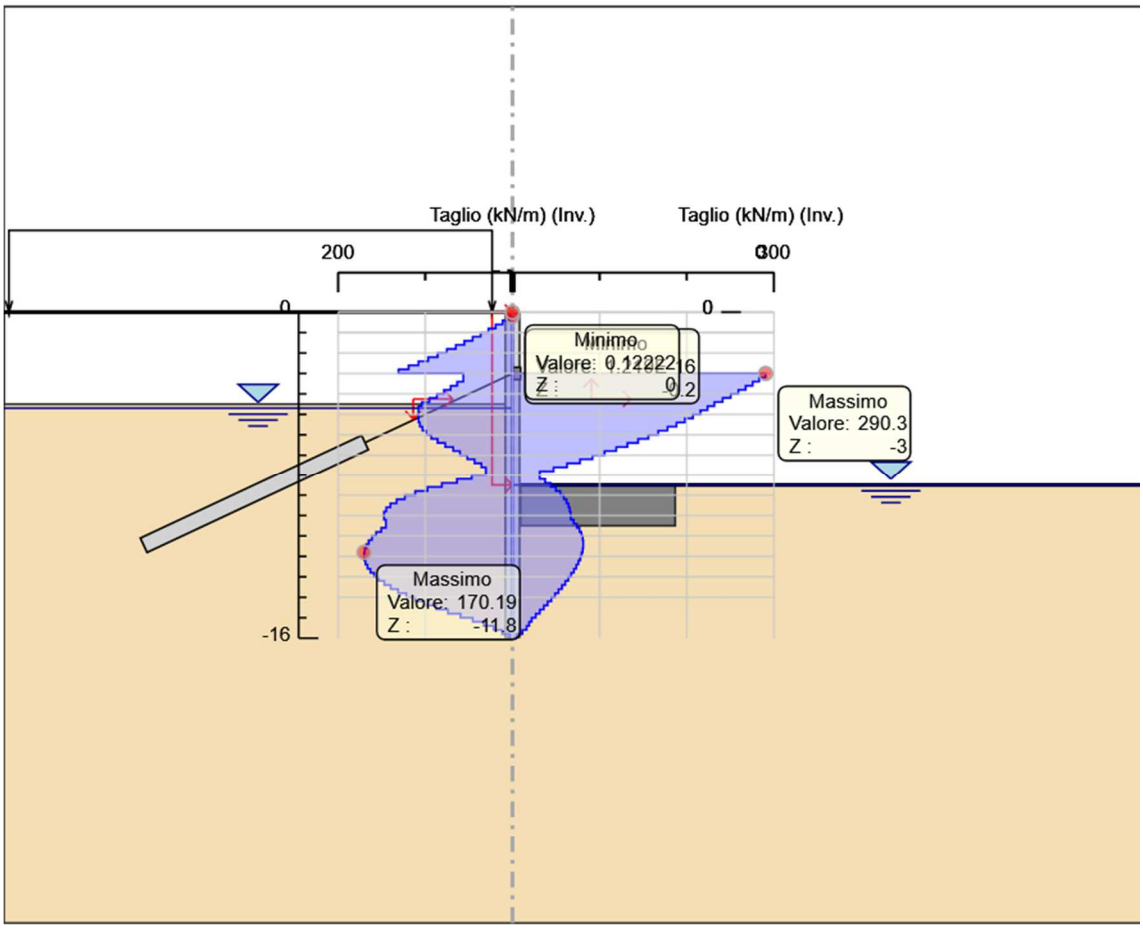
Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.122	0
-0.2	3.803	0
-0.4	11.307	0
-0.6	19.282	0
-0.8	27.687	0
-1	36.483	0
-1.2	45.641	0
-1.4	55.165	0
-1.6	65.056	0
-1.8	75.288	0
-2	85.84	0
-2.2	96.698	0
-2.4	107.785	0
-2.6	119.155	0
-2.8	130.797	0
-3	130.797	290.296
-3.2	56.402	290.296
-3.4	63.453	283.089
-3.6	70.828	275.467
-3.8	78.594	267.495
-4	86.75	259.11
-4.2	95.292	250.315
-4.4	104.218	241.112
-4.6	107.814	231.504
-4.8	107.814	223.773
-5	107.794	215.662
-5.2	107.794	207.021
-5.4	107.704	197.851
-5.6	106.19	188.153
-5.8	103.25	177.929
-6	98.884	167.178
-6.2	93.092	155.904
-6.4	85.839	144.138
-6.6	77.159	131.847
-6.8	67.964	119.034
-7	60.16	105.697
-7.2	51.727	91.838
-7.4	43.519	77.457
-7.6	35.514	62.583
-7.8	30.54	47.188
-8	46.782	31.272
-8.2	63.596	37.528
-8.4	80.98	43.823
-8.6	97.461	49.844
-8.8	111.605	54.855
-9	123.412	58.869
-9.2	132.883	61.971
-9.4	140.016	64.246
-9.6	144.812	65.773
-9.8	147.271	66.628
-10	147.373	66.881
-10.2	147.373	70.244
-10.4	145.137	73.794
-10.6	150.49	76.933
-10.8	156.316	79.162
-11	161.13	80.565
-11.2	164.914	81.221
-11.4	167.686	81.221
-11.6	169.446	81.204
-11.8	170.194	80.584

Design Assumption: Nominal Z (m)	Inviluppi: Taglio Lato sinistro (kN/m)	Muro: WallElement Lato destro (kN/m)
-12	170.194	79.423
-12.2	169.93	77.782
-12.4	168.653	75.715
-12.6	166.346	73.27
-12.8	163.028	70.494
-13	158.696	67.426
-13.2	153.352	64.102
-13.4	146.995	60.555
-13.6	139.624	56.812
-13.8	131.241	52.898
-14	121.829	48.834
-14.2	111.404	44.636
-14.4	99.966	40.32
-14.6	87.514	35.897
-14.8	74.049	31.378
-15	59.57	26.768
-15.2	45.521	22.073
-15.4	32.887	19.131
-15.6	21.67	16.281
-15.8	11.868	11.397
-16	3.484	4.478

Grafico Inviluppi Taglio

Valore:
Z :



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	LEFT	12.21
SISMICA GEO	Stage 5	Left Wall	RIGHT	94.79

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
SISMICA GEO	Stage 5	Left Wall	LEFT	100.01
SISMICA GEO	Stage 1	Left Wall	RIGHT	161.54

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche	
Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti	
GEO FS	1
ξa3	1.8
γs	1.15

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
SLE (Rara)	V	V	V	V	V
A1+M1+R1	V	V	V	V	V
A2+M2+R1	V	V	V	V	V
SISMICA STR	V	V	V	V	V
SISMICA GEO	V	V	V	V	V

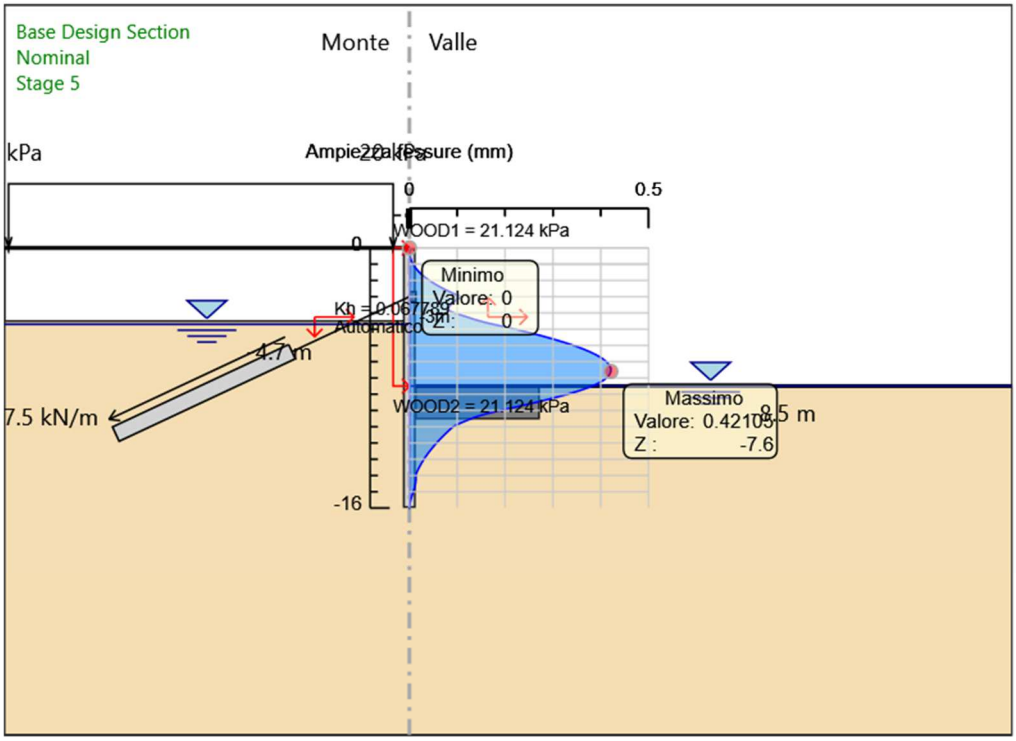
Risultati Caver

Tabella Inviluppi Apertura Fessure - Caver : LEFT

Inviluppi Apertura Fessure - Caver	LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
0	0
-0.2	0
-0.4	0
-0.6	0.002
-0.8	0.004
-1	0.008
-1.2	0.012
-1.4	0.018
-1.6	0.025
-1.8	0.033
-2	0.042
-2.2	0.052
-2.4	0.064
-2.6	0.077
-2.8	0.092
-3	0.108
-3.2	0.098
-3.4	0.09
-3.6	0.083
-3.8	0.078
-4	0.094
-4.2	0.116
-4.4	0.136
-4.6	0.161
-4.8	0.192
-5	0.221
-5.2	0.249
-5.4	0.276
-5.6	0.3
-5.8	0.323
-6	0.343
-6.2	0.362
-6.4	0.378
-6.6	0.392
-6.8	0.403
-7	0.412
-7.2	0.418
-7.4	0.421
-7.6	0.421
-7.8	0.418
-8	0.412
-8.2	0.403
-8.4	0.39
-8.6	0.373
-8.8	0.353
-9	0.331
-9.2	0.306
-9.4	0.279
-9.6	0.25
-9.8	0.221
-10	0.191
-10.2	0.161
-10.4	0.138
-10.6	0.121
-10.8	0.105
-11	0.091
-11.2	0.084

Inviluppi Apertura Fessure - Caver	LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
-11.4	0.077
-11.6	0.07
-11.8	0.063
-12	0.057
-12.2	0.051
-12.4	0.045
-12.6	0.04
-12.8	0.035
-13	0.03
-13.2	0.026
-13.4	0.022
-13.6	0.019
-13.8	0.016
-14	0.014
-14.2	0.014
-14.4	0.013
-14.6	0.012
-14.8	0.01
-15	0.008
-15.2	0.006
-15.4	0.004
-15.6	0.002
-15.8	0.001
-16	0

Grafico Inviluppi Apertura Fessure - Caver



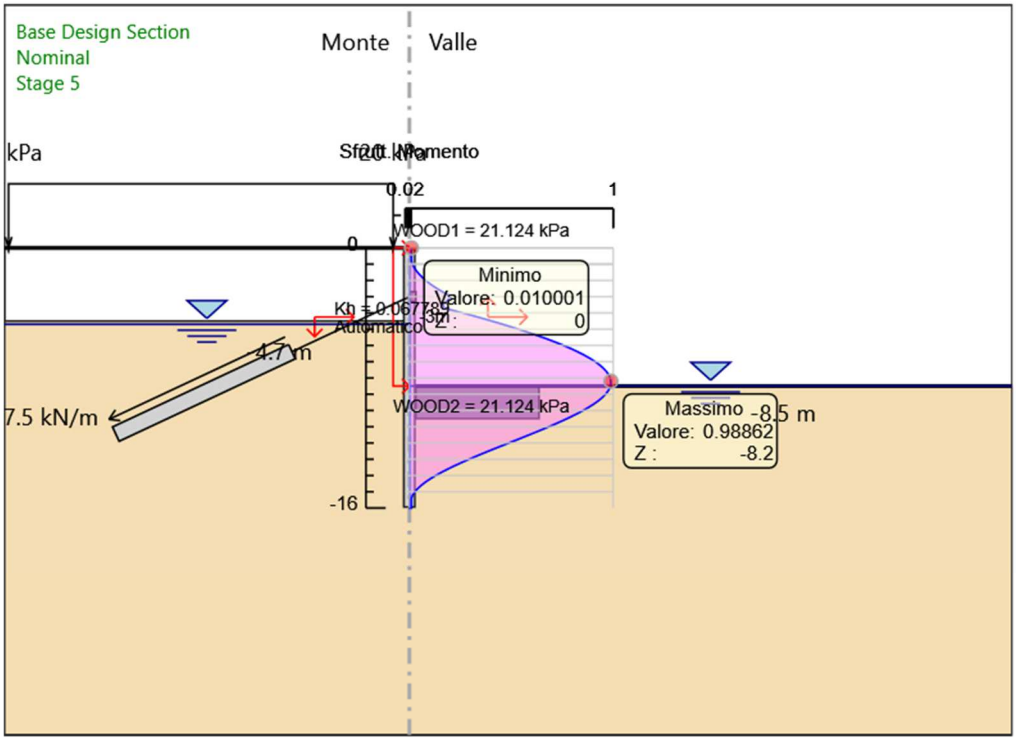
Inviluppi
Apertura Fessure - Caver

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
0	0.01
-0.2	0.01
-0.4	0.01
-0.6	0.01
-0.8	0.01
-1	0.015
-1.2	0.023
-1.4	0.034
-1.6	0.047
-1.8	0.062
-2	0.08
-2.2	0.1
-2.4	0.123
-2.6	0.149
-2.8	0.177
-3	0.208
-3.2	0.189
-3.4	0.174
-3.6	0.161
-3.8	0.2
-4	0.262
-4.2	0.321
-4.4	0.377
-4.6	0.432
-4.8	0.485
-5	0.536
-5.2	0.585
-5.4	0.631
-5.6	0.676
-5.8	0.718
-6	0.757
-6.2	0.794
-6.4	0.828
-6.6	0.859
-6.8	0.887
-7	0.912
-7.2	0.934
-7.4	0.952
-7.6	0.967
-7.8	0.978
-8	0.985
-8.2	0.989
-8.4	0.988
-8.6	0.984
-8.8	0.975
-9	0.963
-9.2	0.947
-9.4	0.927
-9.6	0.905
-9.8	0.88
-10	0.853
-10.2	0.823
-10.4	0.791
-10.6	0.757
-10.8	0.721
-11	0.684
-11.2	0.646
-11.4	0.607
-11.6	0.568
-11.8	0.528

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-12	0.488
-12.2	0.448
-12.4	0.408
-12.6	0.369
-12.8	0.33
-13	0.293
-13.2	0.257
-13.4	0.222
-13.6	0.189
-13.8	0.158
-14	0.129
-14.2	0.103
-14.4	0.079
-14.6	0.059
-14.8	0.041
-15	0.027
-15.2	0.016
-15.4	0.01
-15.6	0.01
-15.8	0.01
-16	0.01

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver



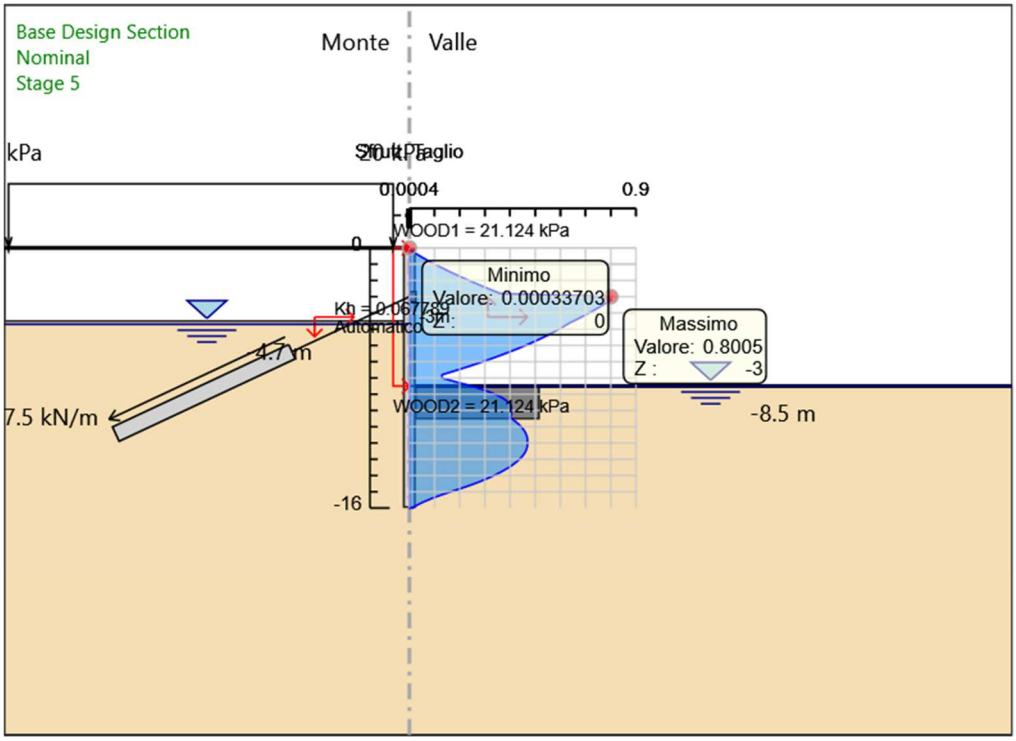
Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
0	0
-0.2	0.01
-0.4	0.031
-0.6	0.053
-0.8	0.076
-1	0.101
-1.2	0.126
-1.4	0.152
-1.6	0.179
-1.8	0.208
-2	0.237
-2.2	0.267
-2.4	0.297
-2.6	0.329
-2.8	0.361
-3	0.8
-3.2	0.8
-3.4	0.781
-3.6	0.76
-3.8	0.738
-4	0.715
-4.2	0.69
-4.4	0.665
-4.6	0.638
-4.8	0.617
-5	0.595
-5.2	0.571
-5.4	0.546
-5.6	0.519
-5.8	0.491
-6	0.461
-6.2	0.43
-6.4	0.397
-6.6	0.364
-6.8	0.328
-7	0.291
-7.2	0.253
-7.4	0.214
-7.6	0.173
-7.8	0.13
-8	0.129
-8.2	0.175
-8.4	0.223
-8.6	0.269
-8.8	0.308
-9	0.34
-9.2	0.366
-9.4	0.386
-9.6	0.399
-9.8	0.406
-10	0.406
-10.2	0.406
-10.4	0.4
-10.6	0.415
-10.8	0.431
-11	0.444
-11.2	0.455
-11.4	0.462
-11.6	0.467
-11.8	0.469

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-12	0.469
-12.2	0.469
-12.4	0.465
-12.6	0.459
-12.8	0.45
-13	0.438
-13.2	0.423
-13.4	0.405
-13.6	0.385
-13.8	0.362
-14	0.336
-14.2	0.307
-14.4	0.276
-14.6	0.241
-14.8	0.204
-15	0.164
-15.2	0.126
-15.4	0.091
-15.6	0.06
-15.8	0.033
-16	0.012

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver

Verifiche Tiranti SLE (Rara)

Design Assumption: SLE (Rara)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2008 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	450	2638.899	1009.261	0.171	0.446		NO
Tieback	Stage 4	529.025	2638.899	1009.261	0.2	0.524		NO
Tieback	Stage 5	529.026	2638.899	1009.261	0.2	0.524		NO

Verifiche Tiranti A1+M1+R1

Design Assumption: A1+M1+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2008 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	585	1332.777	1009.261	0.439	0.58		NO
Tieback	Stage 4	695.744	1332.777	1009.261	0.522	0.689		NO
Tieback	Stage 5	695.747	1332.777	1009.261	0.522	0.689		NO

Verifiche Tiranti A2+M2+R1

Design Assumption: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2008 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	450	1332.777	1009.261	0.338	0.446		NO
Tieback	Stage 4	730.378	1332.777	1009.261	0.548	0.724		NO
Tieback	Stage 5	730.378	1332.777	1009.261	0.548	0.724		NO

Verifiche Tiranti SISMICA STR

Design Assumption: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2008 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	450	1332.777	1009.261	0.338	0.446		NO
Tieback	Stage 4	529.025	1332.777	1009.261	0.397	0.524		NO
Tieback	Stage 5	663.551	1332.777	1009.261	0.498	0.657		NO

Verifiche Tiranti SISMICA GEO

Design Assumption: SISMICA GEO	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2008 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	450	1332.777	1009.261	0.338	0.446		NO
Tieback	Stage 4	709.585	1332.777	1009.261	0.532	0.703		NO

Design Assumption: SISMICA GEO	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti				NTC2008 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 5	916.613	1332.777	1009.261	0.688	0.908		NO

Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti								
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tieback	Stage 5	916.613	1332.777	1009.261	0.688	0.908		NO	SISMICA GEO

Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione								
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 3	187.5	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 4	220.427	0	0	0	0
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 5	276.48	0	0	0	0

Verifiche Travi di Ripartizione SLE (Rara)

Design Assumption: SLE (Rara)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)						
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 3	187.5	0	0.111	
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 4	220.427	0	0.13	
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 5	220.428	0	0.13	

Verifiche Travi di Ripartizione A1+M1+R1

Design Assumption: A1+M1+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)							
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 3	243.75	0	0.401	1.224	27.685
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 4	289.893	0	0.477	1.456	32.926
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 5	289.894	0	0.477	1.456	32.926

Verifiche Travi di Ripartizione A2+M2+R1

Design Assumption: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)						
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 3	187.5	0	0.308	0.942	21.296
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 4	304.324	0	0.501	1.528	34.565
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 5	304.324	0	0.501	1.528	34.565

Verifiche Travi di Ripartizione SISMICA STR

Design Assumption: SISMICA STR	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)						
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 3	187.5	0	0.308	0.942	21.296
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 4	220.427	0	0.363	1.107	25.036
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 5	276.48	0	0.455	1.388	31.403

Verifiche Travi di Ripartizione SISMICA GEO

Design Assumption: SISMICA GEO	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2008 (ITA)						
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 3	187.5	0	0.308	0.942	21.296
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 4	295.66	0	0.486	1.485	33.581
Default Waler	Tieback	Waler Section 1 concrete	B450C	Stage 5	381.922	0	0.628	1.918	43.379

11 ALLEGATO 2

Opera di sbarramento

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche dell'opera di sbarramento soggetta alle pressioni idrostatiche causate da un livello massimo di piena posto a quota 43.2 mslm, alle pressioni triangolari del terreno posto a tergo dell'opera ed alle sovrapressioni dovute al transito di mezzi con carichi di prima categoria (carico verticale 20.0 kN/m^2 e sovrapressioni orizzontali pari a 10.0 kPa), alle reazioni trasmesse dalle passerelle di servizio soprastanti (vedasi relazione dedicata BIS2E-H-ALV01-RE02), alle reazioni trasmesse dalle paratoie nella condizione di maggior carico ed al peso delle stesse, come riportato nelle immagini di seguito:

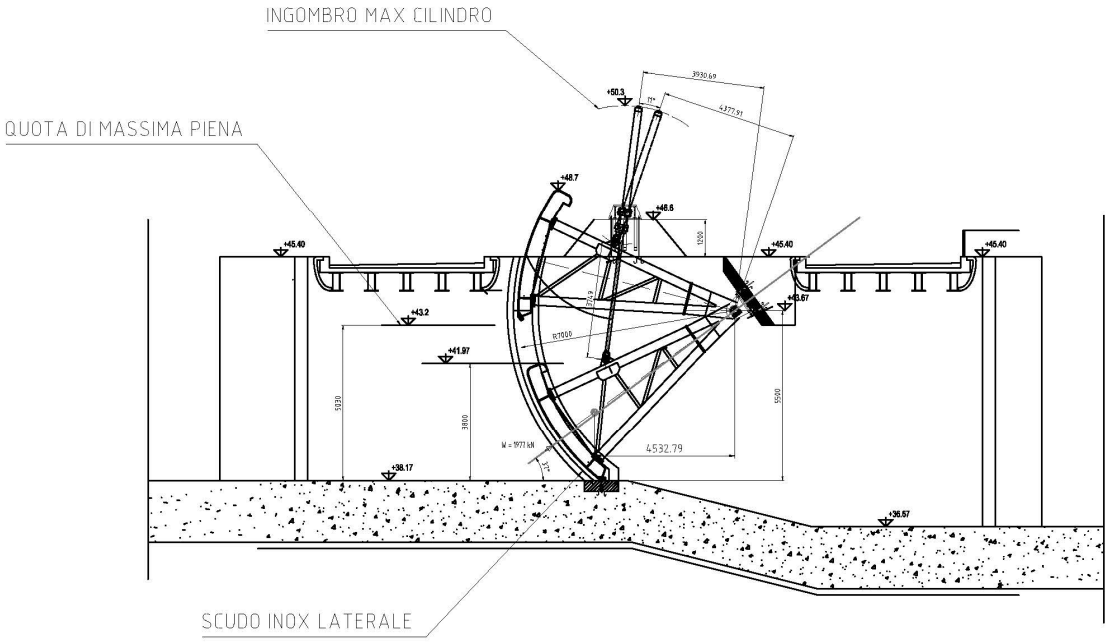


Figura 11-1 – Sezione longitudinale opera di presa - paratoia.

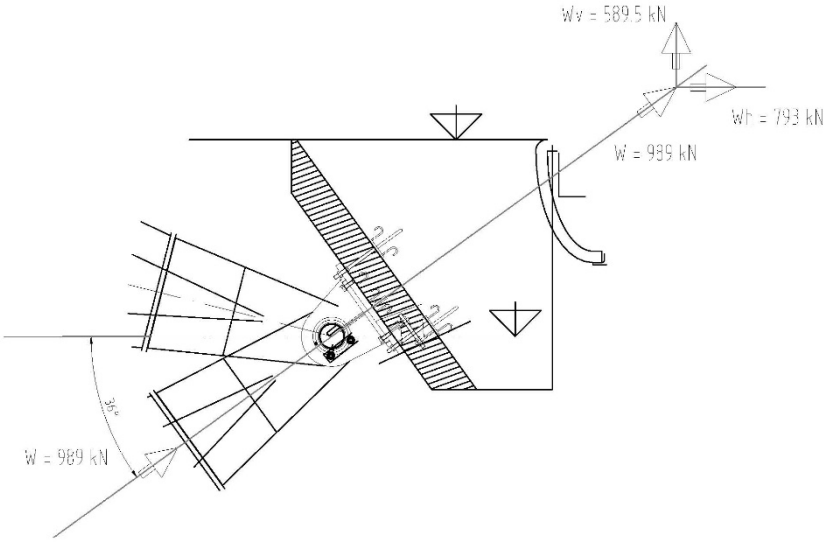


Figura 11-2 – Forze agenti su singola mensola alloggiamento – Vista laterale.

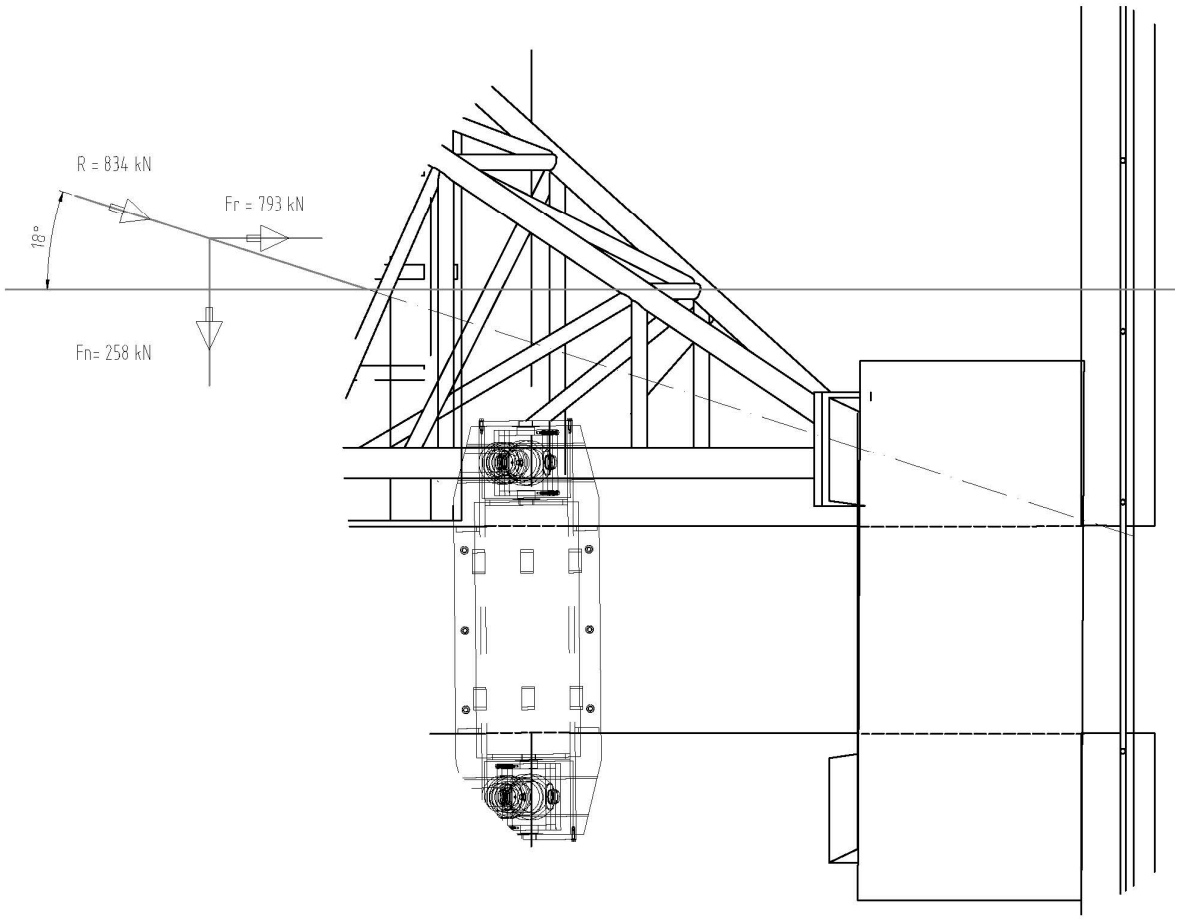


Figura 11-3 – Forze agenti su singola mensola alloggiamento – Vista in pianta.

PESO STIMATO PARATOIA = 40000 Kg
momento in chiusura dato dal peso proprio : Mc= 181280 kg m
momento resistente guarnizione e snodi (max stimato) Mr= 10% Mc =18128 kg m
momento sollevamento : Ms = 199408 kg m
forza tiro ciascun pistone (da posizione chiusura) : Fp = 25370 kg

CILINDRO : alesaggio = 200 mm
stelo = 90 mm
pressione lavoro = 100 bar

Figura 11-4 – Dati generali paratoia.

Dalla tabella 5.1.V delle Norme Tecniche Nazionali si ricavano i coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU:

		Coefficiente	EQU[1]	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Carichi permanenti non strutturali[2]	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_{Q}	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	γ_{e1}	0,90 1,00[3]	1,00 1,00[4]	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	γ_{e2}, γ_{e3}, γ_{e4}	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

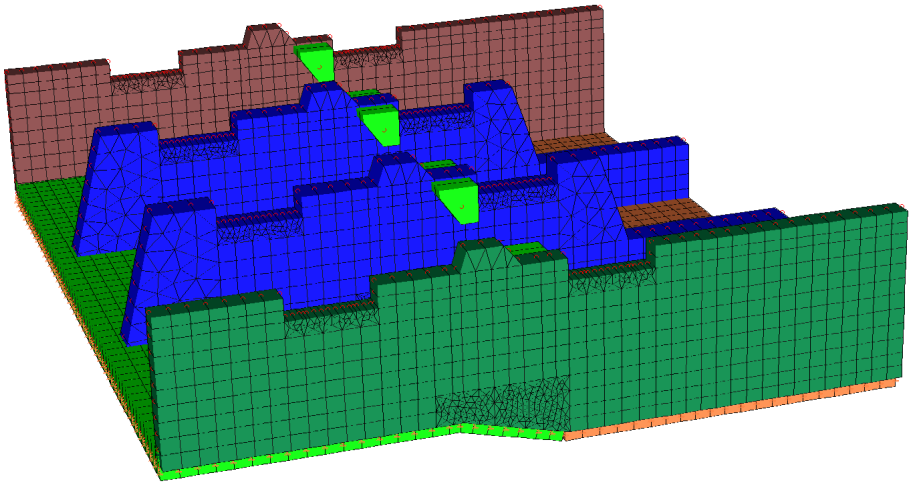


Fig. 11-5: Modello 3D struttura

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	**Opera di sbarramento**
Intestazione del lavoro	**Opera di sbarramento**
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	100 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	200 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo slv
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	1898 anni
Localita'	Genova - (GE)
ag/g	0.1092
F0	2.52
Tc	0.31
Categoria del suolo	B
Fattore topografico	1

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	50
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONE GENERICA

Codice	Ax	Ay	Az	Ix	Iy	Iz	Descrizione
1	+3.99e+000	+1.99e+000	+1.99e+000	+2.89e+000	+1.40e+000	+1.49e+000	Supporti parato

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Spinta idrostatica pareti	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.3000	1.3000
Spinta terreno pareti	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.0000	1.0000
Sovrapressione transito veicoli prima cat	4	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	10.000000	0.0000	0.0000

Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Spinta idrostatica su platea	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.0000	1.0000

CONDIZIONI DI CARICO AI NODI

Num.cond.carico	Descrizione	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	Reazioni paratoie	197	+7.93e+002		+5.90e+002			
		202	+7.93e+002		+5.90e+002			
		3937	+7.93e+002		+5.90e+002			
		3938	+7.93e+002		+5.90e+002			
		3939	+7.93e+002		+5.90e+002			
		3940	+7.93e+002		+5.90e+002			
2	Reazioni passerelle di servizio	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		258	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		325	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		1150	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		1153	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		1249	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		1252	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2669	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		2808	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2902	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2903	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2907	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2909	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2922	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			

Num.cond.carico	Descrizione							
		2923	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2927	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2929	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2934	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2935	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2939	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2941	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		2944	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		2945	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		2949	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		2951	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		3369	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		3370	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		3371	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		3372	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		3639	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		3640	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		3641	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		3642	+6.16e+001	+6.18e+001	-9.22e+002			
		3981	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		4019	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		4020	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		4021	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		4022	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		4023	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		4047	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
		4054	+3.08e+001	+3.09e+001	-4.61e+002			
3	Reazione pistone di sollevamento	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		3934			-2.53e+002			
		3936			-5.06e+002			
		4456			-2.53e+002			
		4778			-5.06e+002			
4	Azioni barre dywidag	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		155			+9.00e+002			
		156			+1.80e+003			
		157			+1.80e+003			
		158			+9.00e+002			

Num.cond.carico	Descrizione	
	160	-9.00e+002
	173	-9.00e+002
	178	-1.80e+003
	192	-1.80e+003

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.000
2	Statica + Reazioni + Transito veicoli	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.350
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.350

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.400
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.400
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.000

TABELLA MASSE ECCITATE

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	3.146e+001	5.007e+000	1.997e-001	0.000e+000
2	3.162e+001	5.032e+000	1.987e-001	0.000e+000
3	4.256e+001	6.774e+000	1.476e-001	0.000e+000
4	4.292e+001	6.831e+000	1.464e-001	0.000e+000
5	6.177e+001	9.830e+000	1.017e-001	0.000e+000
6	6.240e+001	9.931e+000	1.007e-001	0.000e+000
7	7.315e+001	1.164e+001	8.589e-002	0.000e+000
8	7.336e+001	1.168e+001	8.565e-002	0.000e+000
9	7.491e+001	1.192e+001	8.387e-002	0.000e+000
10	7.513e+001	1.196e+001	8.363e-002	0.000e+000
11	8.378e+001	1.333e+001	7.499e-002	0.000e+000
12	8.428e+001	1.341e+001	7.455e-002	0.000e+000
13	9.081e+001	1.445e+001	6.919e-002	0.000e+000
14	9.175e+001	1.460e+001	6.848e-002	0.000e+000
15	1.158e+002	1.843e+001	5.425e-002	0.000e+000
16	1.164e+002	1.852e+001	5.400e-002	0.000e+000
17	1.186e+002	1.888e+001	5.296e-002	0.000e+000
18	1.191e+002	1.895e+001	5.277e-002	0.000e+000
19	1.293e+002	2.058e+001	4.858e-002	0.000e+000
20	1.297e+002	2.064e+001	4.845e-002	0.000e+000
21	1.503e+002	2.392e+001	4.181e-002	0.000e+000
22	1.521e+002	2.421e+001	4.130e-002	0.000e+000
23	1.553e+002	2.472e+001	4.046e-002	0.000e+000
24	1.577e+002	2.510e+001	3.984e-002	0.000e+000
25	1.638e+002	2.606e+001	3.837e-002	0.000e+000
26	1.652e+002	2.629e+001	3.803e-002	0.000e+000
27	1.716e+002	2.732e+001	3.661e-002	0.000e+000
28	1.743e+002	2.775e+001	3.604e-002	0.000e+000
29	1.930e+002	3.071e+001	3.256e-002	0.000e+000
30	1.950e+002	3.104e+001	3.222e-002	0.000e+000
31	1.963e+002	3.124e+001	3.201e-002	0.000e+000
32	1.987e+002	3.162e+001	3.162e-002	0.000e+000
33	2.010e+002	3.199e+001	3.126e-002	0.000e+000
34	2.016e+002	3.208e+001	3.117e-002	0.000e+000
35	2.158e+002	3.435e+001	2.911e-002	2.719e-031
36	2.260e+002	3.597e+001	2.780e-002	0.000e+000
37	2.286e+002	3.638e+001	2.749e-002	4.117e-029
38	2.309e+002	3.675e+001	2.721e-002	1.754e-027
39	2.320e+002	3.692e+001	2.709e-002	5.897e-027
40	2.330e+002	3.708e+001	2.697e-002	1.016e-026
41	2.365e+002	3.763e+001	2.657e-002	9.767e-027
42	2.418e+002	3.849e+001	2.598e-002	1.528e-024
43	2.457e+002	3.911e+001	2.557e-002	2.992e-024
44	2.503e+002	3.983e+001	2.511e-002	2.435e-022
45	2.548e+002	4.056e+001	2.466e-002	7.519e-020
46	2.605e+002	4.145e+001	2.412e-002	2.507e-018
47	2.637e+002	4.197e+001	2.383e-002	4.771e-016
48	2.648e+002	4.215e+001	2.373e-002	2.015e-015
49	2.665e+002	4.241e+001	2.358e-002	2.986e-014
50	2.672e+002	4.253e+001	2.352e-002	7.215e-015

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	-2.161e+000	-4.171e+001

Modo	Direz.X	Direz.Y
2	-2.195e+000	4.134e+001
3	6.168e+000	-1.913e+001
4	6.133e+000	1.970e+001
5	2.700e+000	-1.274e-001
6	-2.502e+000	5.274e-001
7	-1.207e+001	8.030e+000
8	-1.153e+001	-8.761e+000
9	-3.271e+000	-5.507e-001
10	1.281e-001	-4.063e+001
11	1.093e+001	6.717e+000
12	1.098e+001	-7.156e+000
13	-2.347e+000	-2.585e+000
14	1.776e+000	-1.534e+000
15	6.085e-001	-6.995e-003
16	-7.228e-003	4.740e+000
17	2.649e+000	-9.479e-001
18	-2.786e+000	-7.946e-001
19	9.277e-001	6.963e-001
20	9.201e-001	-5.657e-001
21	-2.310e-003	-2.507e-001
22	3.628e-002	1.787e-002
23	-3.227e-003	1.082e-001
24	1.622e+001	-5.050e-003
25	2.180e-002	2.356e-002
26	3.310e-003	-1.124e+001
27	1.414e+000	9.485e+000
28	-1.265e+000	8.618e+000
29	-2.405e-001	4.771e-001
30	8.031e-001	-1.746e+001
31	7.210e+000	1.008e+000
32	-2.617e-001	1.504e+001
33	2.087e+001	4.560e+000
34	1.950e+001	-4.305e+000
35	-1.098e+000	2.713e-001
36	-3.446e-001	1.281e+001
37	-4.494e-001	-1.566e+001
38	-6.030e-001	5.856e+000
39	-1.607e+000	-2.435e+000
40	6.275e-001	-4.562e+000
41	2.029e+000	-4.668e-001
42	-1.344e-001	-5.140e-001
43	3.182e+000	-2.548e-002
44	-1.497e+000	-4.843e-001
45	-1.613e-001	4.853e+000
46	4.125e+000	-1.152e-001
47	-1.012e+001	-3.064e+000
48	3.450e+000	-7.195e+000
49	2.431e+000	3.684e+000
50	9.450e+000	-2.787e+000

MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 1	+4.32e+000	0	+1.61e+003	19	+1.21e+002	1
Progressiva	+4.32e+000	0	+1.61e+003	19	+1.21e+002	1
Modo: 2	+4.46e+000	0	+1.58e+003	18	+1.19e+002	1
Progressiva	+8.78e+000	0	+3.20e+003	37	+2.41e+002	3
Modo: 3	+3.54e+001	0	+3.82e+002	4	+6.26e+001	1
Progressiva	+4.42e+001	1	+3.58e+003	42	+3.03e+002	4

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 4	+3.50e+001	0	+4.03e+002	5	+6.82e+001	1
Progressiva	+7.92e+001	1	+3.98e+003	46	+3.71e+002	4
Modo: 5	+7.20e+000	0	+7.19e-002	0	+1.64e+001	0
Progressiva	+8.64e+001	1	+3.98e+003	46	+3.88e+002	5
Modo: 6	+6.21e+000	0	+1.45e-001	0	+1.06e+001	0
Progressiva	+9.27e+001	1	+3.98e+003	46	+3.98e+002	5
Modo: 7	+1.35e+002	2	+7.35e+001	1	+7.98e+002	9
Progressiva	+2.27e+002	3	+4.05e+003	47	+1.20e+003	14
Modo: 8	+1.23e+002	1	+8.66e+001	1	+7.23e+002	8
Progressiva	+3.50e+002	4	+4.14e+003	48	+1.92e+003	22
Modo: 9	+9.89e+000	0	+3.04e-001	0	+2.17e+001	0
Progressiva	+3.60e+002	4	+4.14e+003	48	+1.94e+003	23
Modo: 10	+1.52e-002	0	+1.60e+003	19	+1.16e-001	0
Progressiva	+3.60e+002	4	+5.74e+003	67	+1.94e+003	23
Modo: 11	+1.10e+002	1	+5.03e+001	1	+1.09e+003	13
Progressiva	+4.70e+002	5	+5.79e+003	67	+3.03e+003	35
Modo: 12	+1.12e+002	1	+5.61e+001	1	+1.13e+003	13
Progressiva	+5.82e+002	7	+5.85e+003	68	+4.16e+003	48
Modo: 13	+5.14e+000	0	+4.73e+000	0	+4.80e+001	1
Progressiva	+5.87e+002	7	+5.85e+003	68	+4.21e+003	49
Modo: 14	+2.93e+000	0	+1.27e+000	0	+2.50e+001	0
Progressiva	+5.90e+002	7	+5.85e+003	68	+4.24e+003	49
Modo: 15	+3.17e-001	0	+4.81e-005	0	+2.10e-001	0
Progressiva	+5.90e+002	7	+5.85e+003	68	+4.24e+003	49
Modo: 16	+1.98e-005	0	+2.94e+001	0	+1.52e-005	0
Progressiva	+5.90e+002	7	+5.88e+003	68	+4.24e+003	49
Modo: 17	+3.60e+000	0	+8.23e-001	0	+7.34e-003	0
Progressiva	+5.94e+002	7	+5.88e+003	68	+4.24e+003	49
Modo: 18	+4.14e+000	0	+5.76e-001	0	+5.98e-002	0
Progressiva	+5.98e+002	7	+5.88e+003	68	+4.24e+003	49
Modo: 19	+6.66e-001	0	+8.69e-001	0	+4.60e-001	0
Progressiva	+5.99e+002	7	+5.89e+003	68	+4.24e+003	49
Modo: 20	+6.60e-001	0	+6.03e-001	0	+4.08e-001	0
Progressiva	+5.99e+002	7	+5.89e+003	69	+4.24e+003	49
Modo: 21	+4.69e-006	0	+5.09e-002	0	+7.01e-005	0
Progressiva	+5.99e+002	7	+5.89e+003	69	+4.24e+003	49
Modo: 22	+5.60e-003	0	+2.51e-004	0	+1.24e+003	14
Progressiva	+5.99e+002	7	+5.89e+003	69	+5.47e+003	64
Modo: 23	+9.14e-006	0	+5.30e-003	0	+8.24e-007	0
Progressiva	+5.99e+002	7	+5.89e+003	69	+5.47e+003	64
Modo: 24	+2.52e+002	3	+1.82e-005	0	+1.22e+001	0
Progressiva	+8.52e+002	10	+5.89e+003	69	+5.49e+003	64
Modo: 25	+1.02e-004	0	+3.92e-004	0	+1.02e-001	0
Progressiva	+8.52e+002	10	+5.89e+003	69	+5.49e+003	64
Modo: 26	+9.73e-006	0	+1.07e+002	1	+1.32e-005	0
Progressiva	+8.52e+002	10	+5.99e+003	70	+5.49e+003	64
Modo: 27	+1.81e+000	0	+6.77e+001	1	+1.21e+000	0
Progressiva	+8.53e+002	10	+6.06e+003	71	+5.49e+003	64
Modo: 28	+1.46e+000	0	+5.43e+001	1	+9.42e-001	0
Progressiva	+8.55e+002	10	+6.12e+003	71	+5.49e+003	64
Modo: 29	+1.98e-001	0	+1.22e-001	0	+3.33e-001	0
Progressiva	+8.55e+002	10	+6.12e+003	71	+5.49e+003	64
Modo: 30	+6.46e-001	0	+1.70e+002	2	+3.72e-002	0
Progressiva	+8.56e+002	10	+6.29e+003	73	+5.49e+003	64
Modo: 31	+5.08e+001	1	+5.88e-001	0	+2.97e+000	0
Progressiva	+9.07e+002	11	+6.29e+003	73	+5.49e+003	64
Modo: 32	+5.90e-002	0	+1.28e+002	1	+7.99e-004	0
Progressiva	+9.07e+002	11	+6.41e+003	75	+5.49e+003	64

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
Modo: 33	+3.99e+002	5	+1.33e+001	0	+8.72e+000	0
Progressiva	+1.31e+003	15	+6.43e+003	75	+5.50e+003	64
Modo: 34	+3.49e+002	4	+1.19e+001	0	+7.20e+000	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.44e+003	75	+5.51e+003	64
Modo: 35	+1.24e+000	0	+6.98e-002	0	+9.25e-005	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.44e+003	75	+5.51e+003	64
Modo: 36	+1.08e-001	0	+1.37e+002	2	+7.18e+000	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.58e+003	77	+5.51e+003	64
Modo: 37	+1.88e-001	0	+1.91e+002	2	+8.56e+000	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.77e+003	79	+5.52e+003	64
Modo: 38	+3.46e-001	0	+1.83e+001	0	+1.09e+000	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.79e+003	79	+5.52e+003	64
Modo: 39	+2.49e+000	0	+2.80e+000	0	+5.48e-001	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.79e+003	79	+5.52e+003	64
Modo: 40	+3.75e-001	0	+9.46e+000	0	+4.69e-001	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.80e+003	79	+5.52e+003	64
Modo: 41	+4.03e+000	0	+2.69e-001	0	+2.83e+000	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.80e+003	79	+5.53e+003	64
Modo: 42	+1.60e-002	0	+2.15e-001	0	+3.36e-002	0
Progressiva	+1.66e+003	19	+6.80e+003	79	+5.53e+003	64
Modo: 43	+1.16e+001	0	+1.34e-004	0	+1.50e+001	0
Progressiva	+1.68e+003	20	+6.80e+003	79	+5.54e+003	65
Modo: 44	+1.81e+000	0	+4.74e-001	0	+5.62e+000	0
Progressiva	+1.68e+003	20	+6.80e+003	79	+5.55e+003	65
Modo: 45	+2.40e-002	0	+2.84e+001	0	+7.60e-001	0
Progressiva	+1.68e+003	20	+6.83e+003	79	+5.55e+003	65
Modo: 46	+1.56e+001	0	+2.27e-002	0	+1.40e+000	0
Progressiva	+1.69e+003	20	+6.83e+003	79	+5.55e+003	65
Modo: 47	+9.43e+001	1	+9.77e+000	0	+5.41e+001	1
Progressiva	+1.79e+003	21	+6.84e+003	80	+5.60e+003	65
Modo: 48	+1.12e+001	0	+5.18e+001	1	+7.27e+000	0
Progressiva	+1.80e+003	21	+6.89e+003	80	+5.61e+003	65
Modo: 49	+4.97e+000	0	+1.38e+001	0	+1.49e+001	0
Progressiva	+1.80e+003	21	+6.90e+003	80	+5.63e+003	65
Modo: 50	+7.94e+001	1	+7.55e+000	0	+1.00e+002	1
Progressiva	+1.88e+003	22	+6.91e+003	80	+5.73e+003	67

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z
+8.59e+003	+8.59e+003	+8.59e+003

11.1 Inviluppo sollecitazioni e verifiche pareti opera di sbarramento

Sollecitazioni e verifiche pareti e platea in c.a.

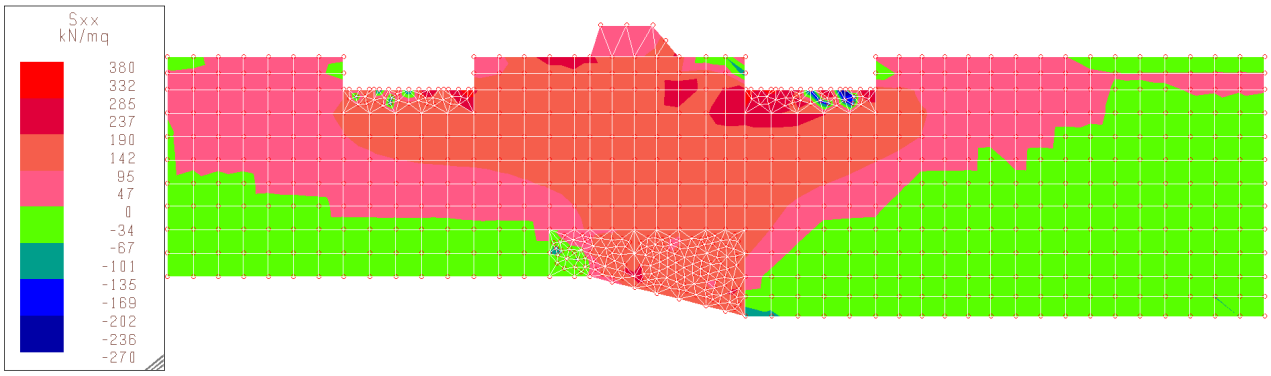


Fig. 11-6: Sforzo normale Sxx muro destra [kN/m2]

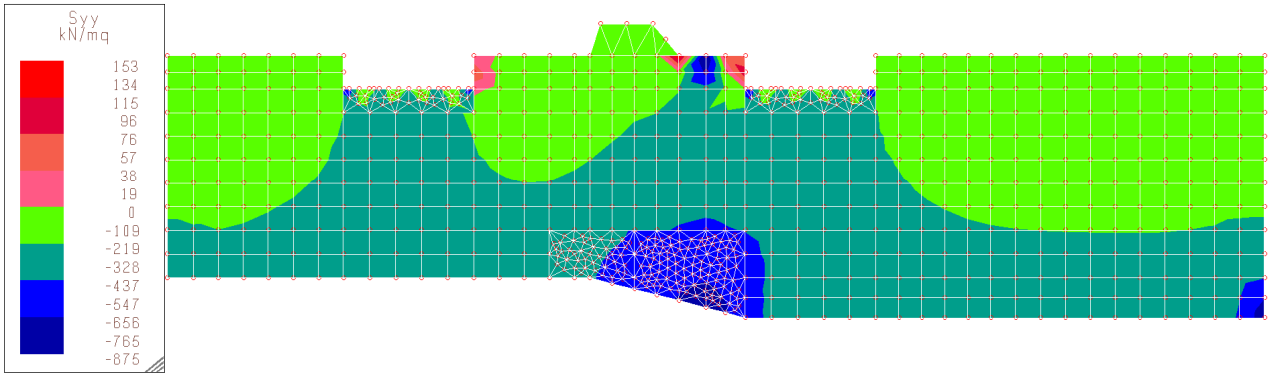


Fig. 11-7: Sforzo normale Syy muro destra [kN/m2]

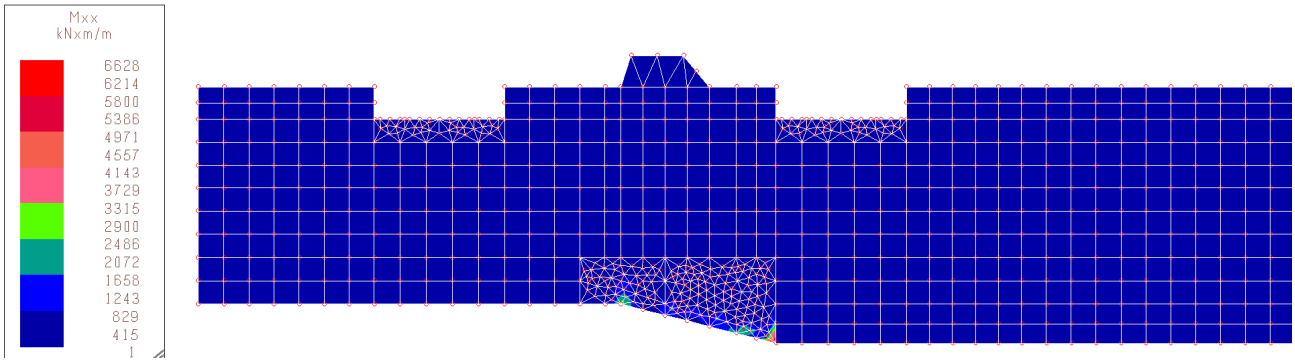


Fig. 11-8: Sollecitazioni di momento Mxx con singolarità muro destra [kNm/m]

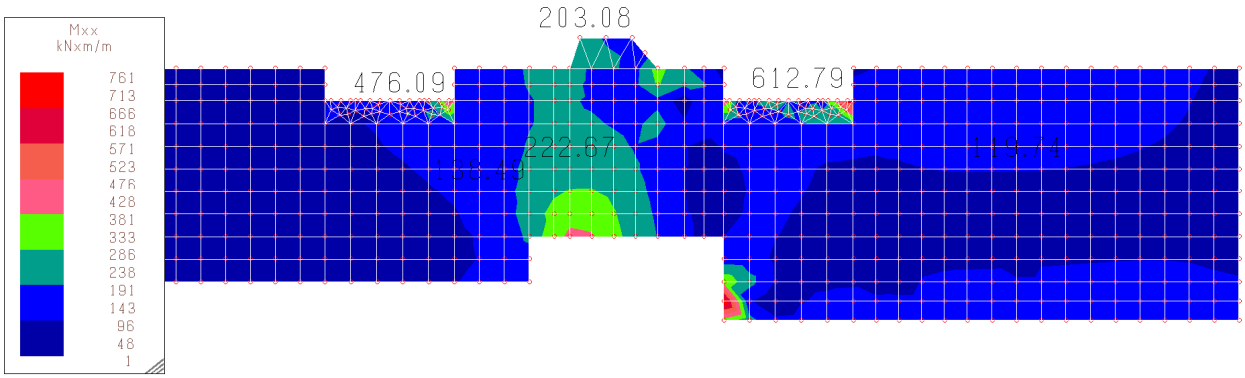


Fig. 11-9: Sollecitazioni di momento Mxx senza singolarità muro destra [kNm/m]

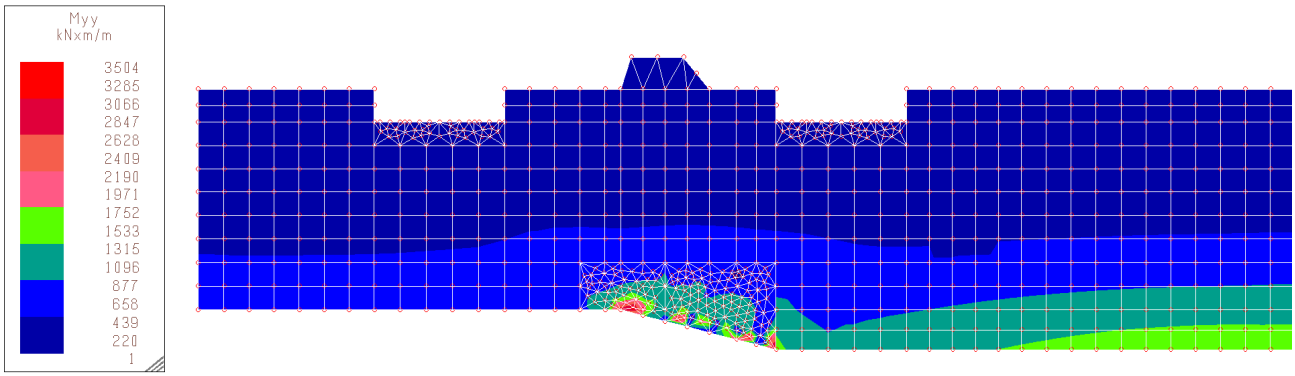


Fig. 11-10: Sollecitazioni di momento Myy con singolarità muro destra [kNm/m]

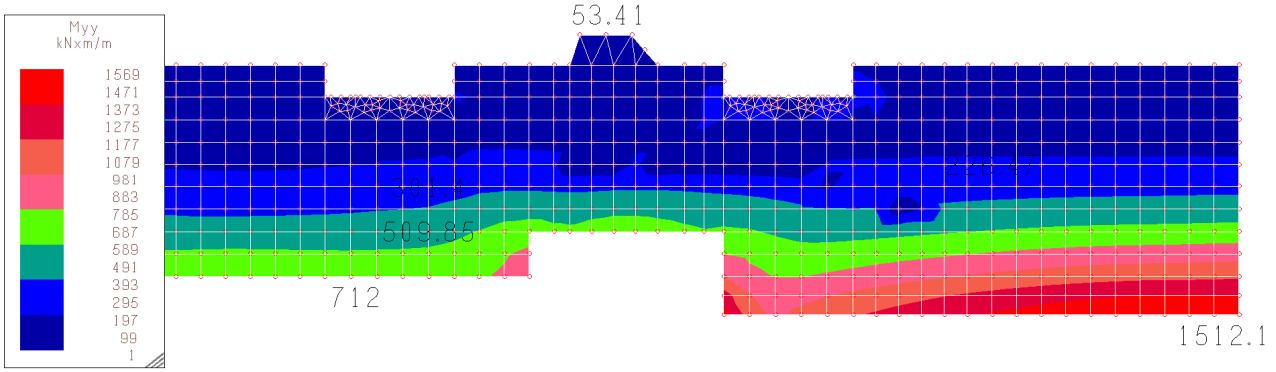


Fig. 11-11: Sollecitazioni di momento Myy senza singolarità muro destra [kNm/m]

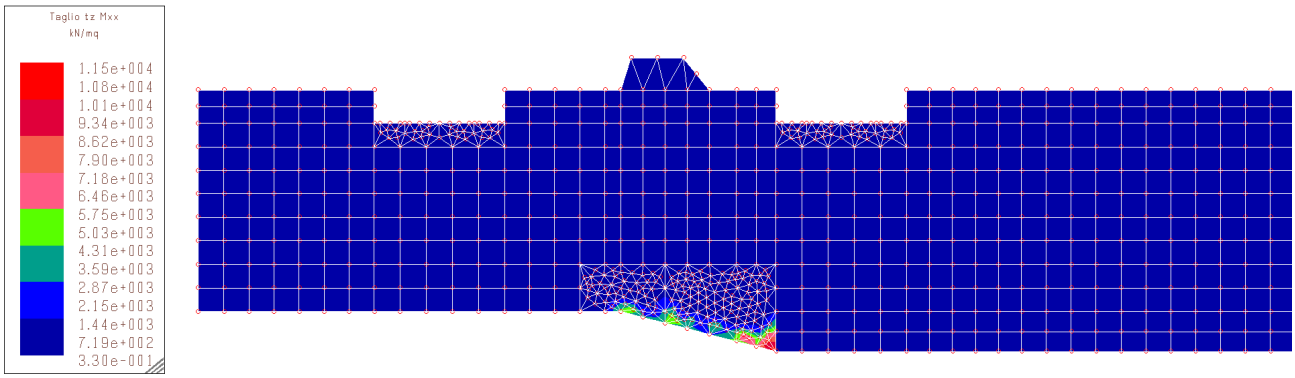


Fig. 11-12: Sollecitazioni di taglio tz Mxx con singolarità muro destra [kN/m^2]

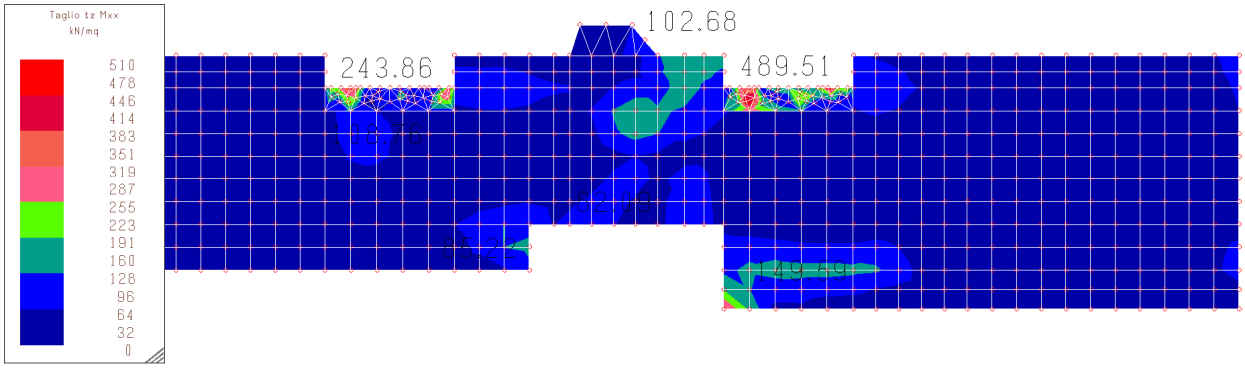


Fig. 11-13: Sollecitazioni di taglio tz Mxx senza singolarità muro destra [kN/m^2]

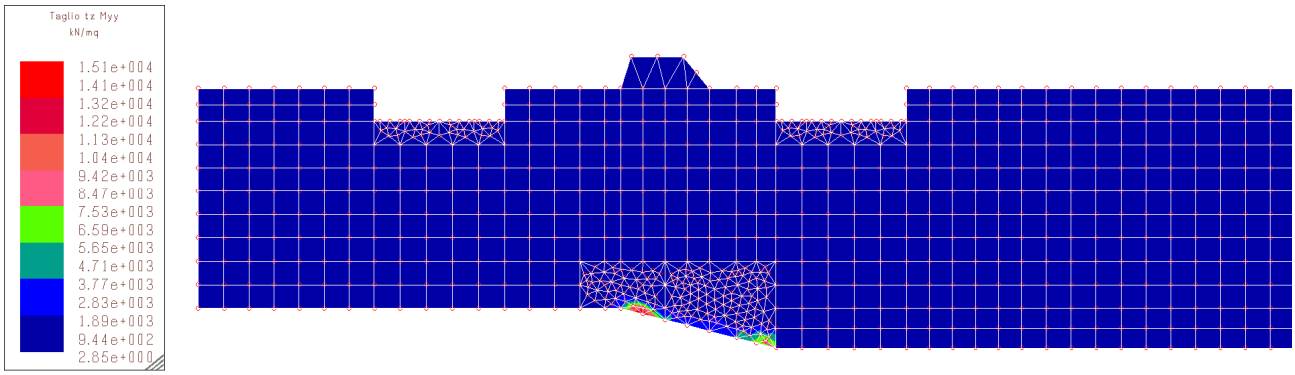


Fig. 11-14: Sollecitazioni di taglio tz Myy con singolarità muro destra [kN/m^2]

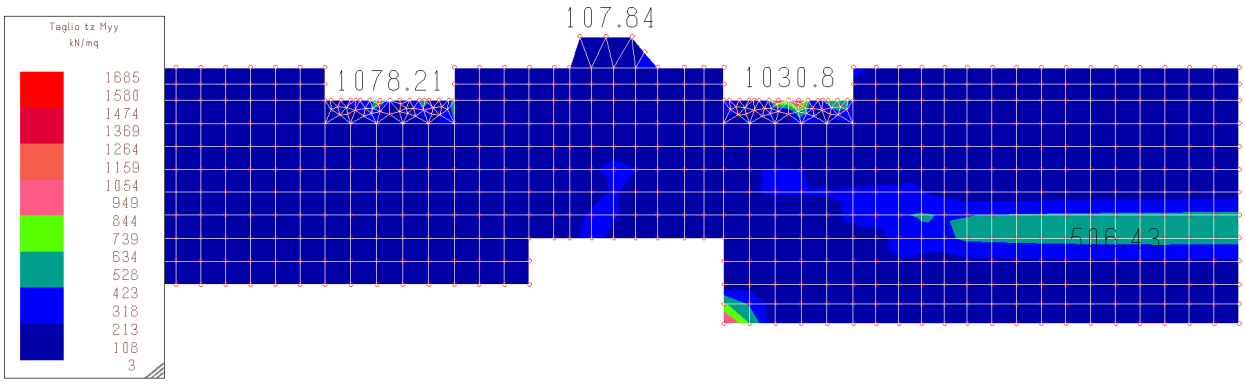
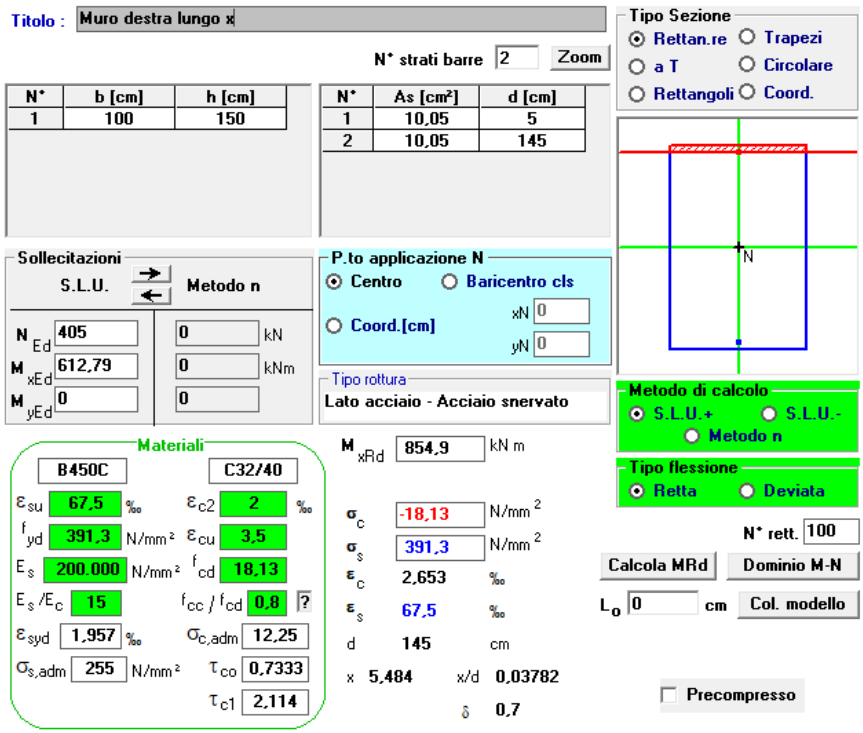


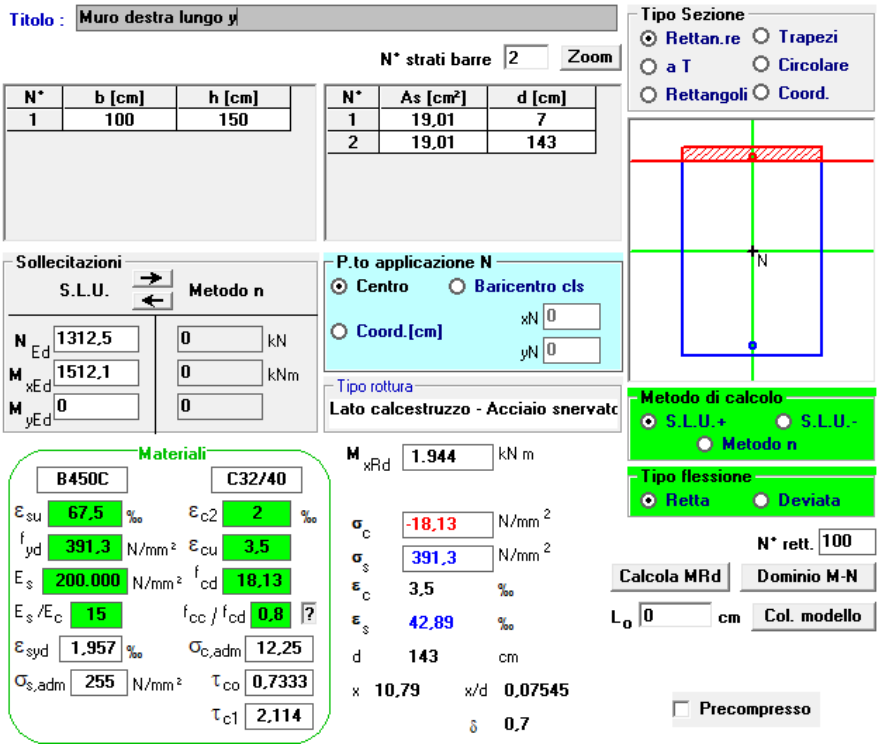
Fig. 11-15: Sollecitazioni di taglio tz Myy senza singolarità muro destra [kN/m²]

- **Verifica a pressoflessione lungo x muro destra**



M_{Rd} = 854.9 kNm > M_{Ed} = 612.79 kNm

- **Verifica a pressoflessione lungo y muro destra**



M_{Rd} = 1944 kNm > M_{Ed} = 1512.1 kNm

- **Verifica a taglio muro destra**

Il taglio massimo agente risulta in corrispondenza degli appoggi della passerella di servizio, in cui la sezione risulta armata con un'aggiunta di staffe Φ14/20 cm.

§4.1.2.1.3.2 - D.M.14.01.2008

Classe di duttilità scelta:	CD B: bassa	B: bassa	
f_{ck} =	40	MPa	
f_{yd} =	391,3	Mpa	
f_{cd} =	22,7	MPa	
$f'_{cd} = 0,5 f_{cd}$ =	11,3	MPa	
H =	1500	mm	
b_w =	1000	mm	
d =	1450	mm	
N_{Ed} =	0,E+00	N (compr)	
V_{Ed} =	733.500	N	
$\cot g\theta$ = $\in [1; 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2,50	(accettabile)	
$(\cot g\theta)^2$ =	6,25		
staffe ϕ =	14	mm	
numero bracci resistenti sezione	2		
passo "s" =	20	cm	
A_s/s =	15,39	cm^2/m	
α =	90	° = 1,5708 rad	
$A_C = b_w H$ =	1.500.000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c$ =	0,000	Mpa	
α_C =	1,00		
V_{Rsd} = (eq. 6.13 - E.C.2)	2,E+06	N = 1965,20 kN	
$V_{Rd,max}$ = (eq. 6.14 - E.C.2)	5,E+06	N = 5100,00 kN	
$V_{Ed\,lim} = 0,5\, b_w d\, 0,6(1 - f_{ck}/250) f_{cd}$ = (eq. 6.5 - E.C.2)	8,E+06	N = 8282,40 kN	

V_{Ed} =	733,50 kN	<	V_{Rds} =	1965,20 kN	(soddisfacente)
V_{Ed} =	733,50 kN	<	$V_{Rd,max}$ =	5100,00 kN	(soddisfacente)
V_{Ed} =	733,50 kN	<	$V_{Ed\,lim}$ =	8282,40 kN	(soddisfacente)

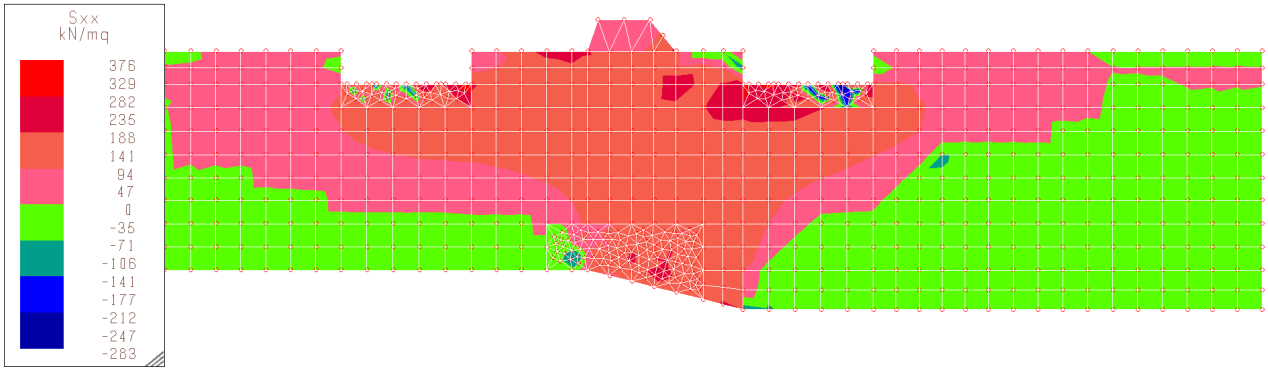


Fig. 11-16: Sforzo normale Sxx muro sinistra [kN/m²]

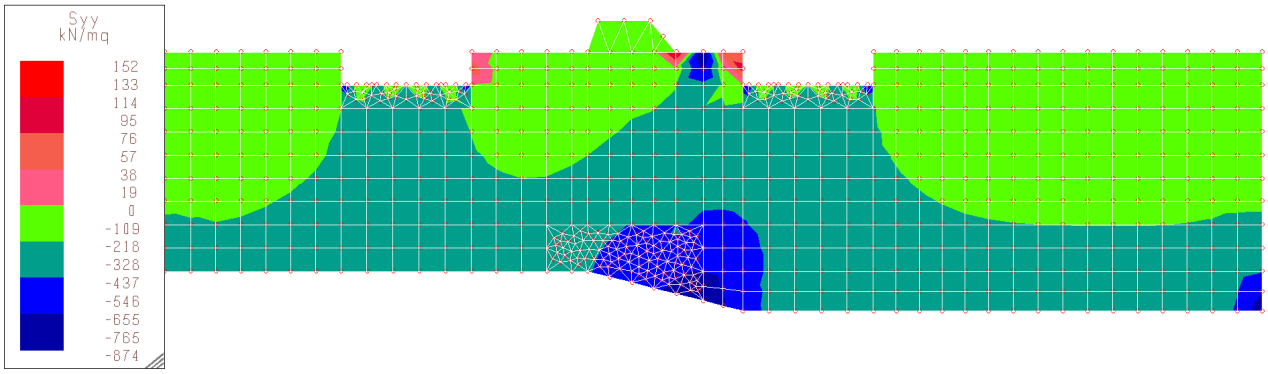


Fig. 11-17: Sforzo normale Syy muro sinistra [kN/m²]

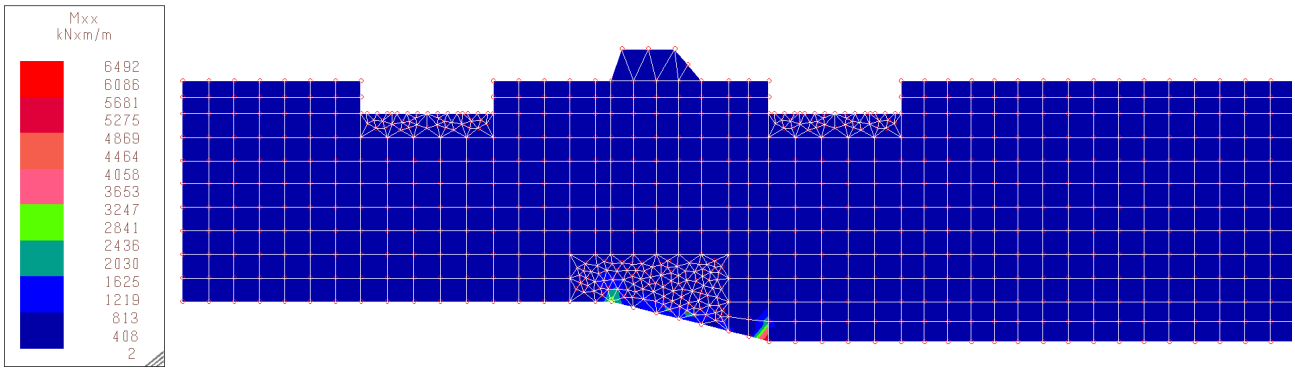


Fig. 11-18: Sollecitazioni di momento Mxx con singolarità muro sinistra [kNm/m]

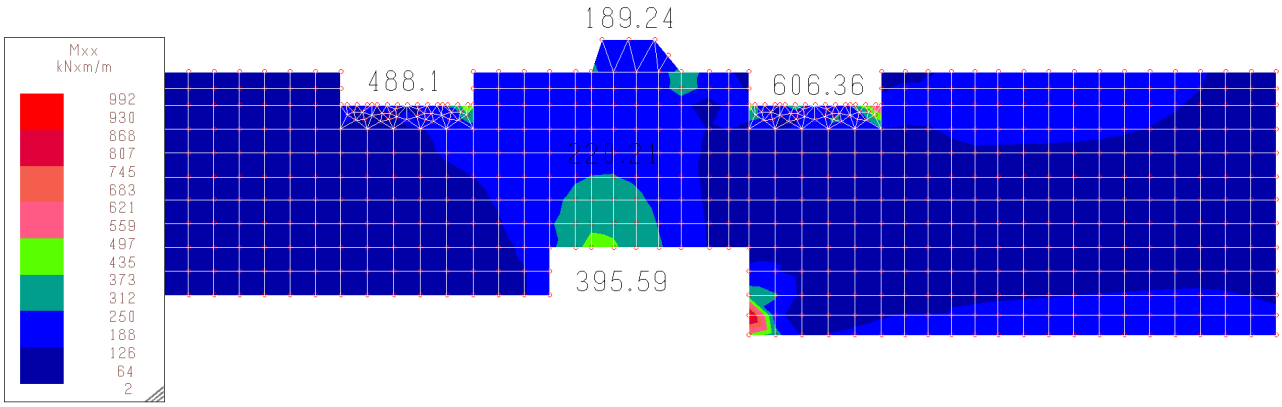


Fig. 11-19: Sollecitazioni di momento Mxx senza singolarità muro sinistra [kNm/m]

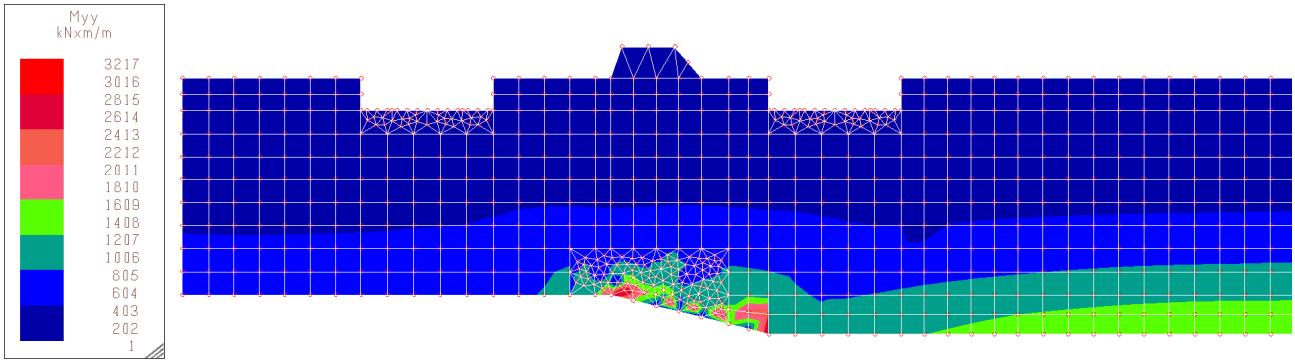


Fig. 11-20: Sollecitazioni di momento Myy con singolarità muro sinistra [kNm/m]

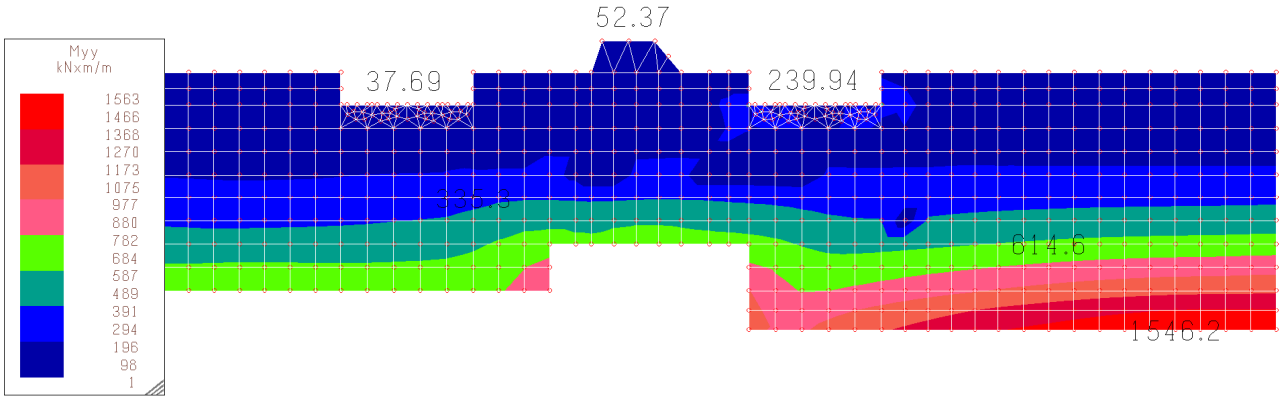


Fig. 11-21: Sollecitazioni di momento Myy senza singolarità muro sinistra [kNm/m]

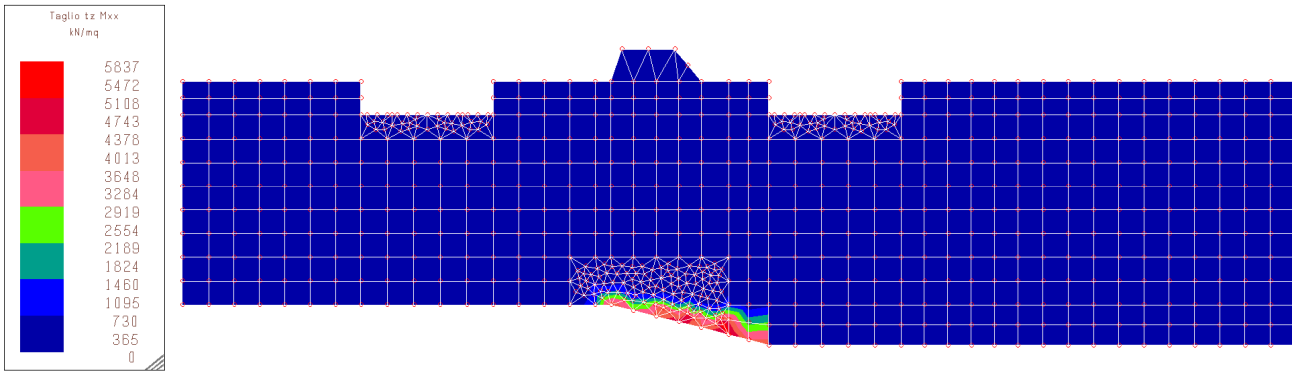


Fig. 11-22: Sollecitazioni di taglio tz Mxx con singolarità muro sinistra [kN/m²]

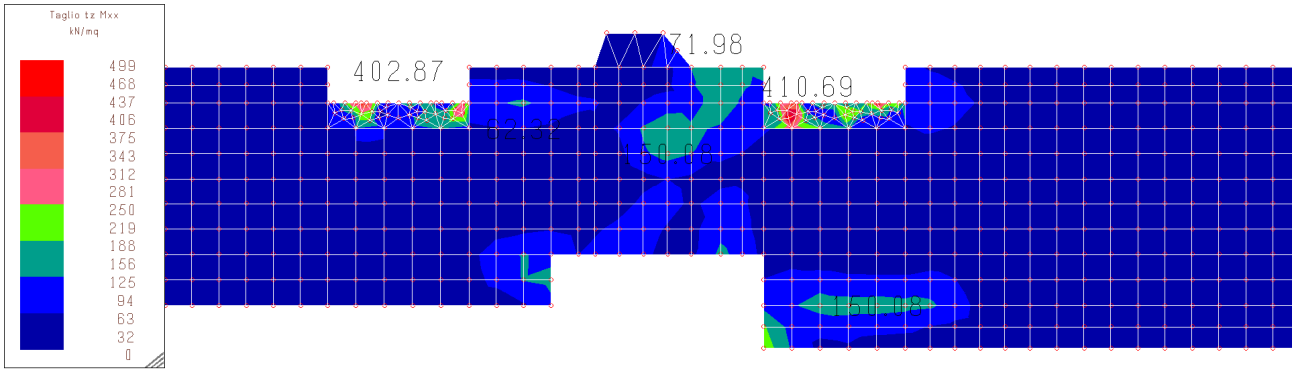


Fig. 11-23: Sollecitazioni di taglio tz Mxx senza singolarità muro sinistra [kN/m²]

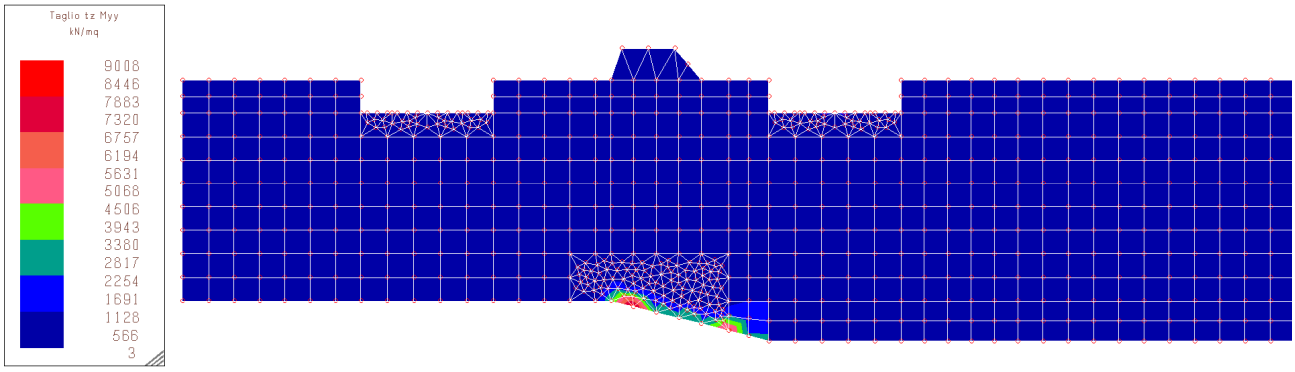


Fig. 11-24: Sollecitazioni di taglio tz Myy con singolarità muro sinistra [kN/m²]

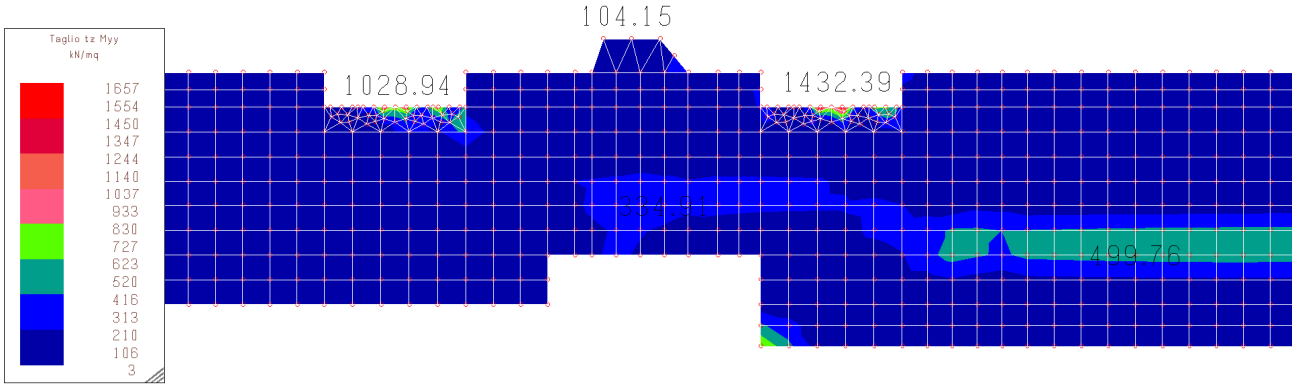
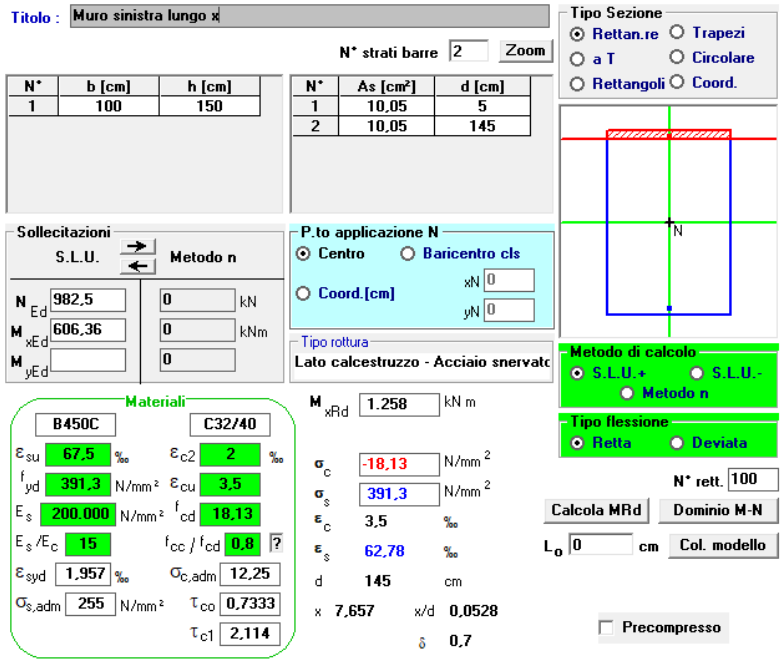


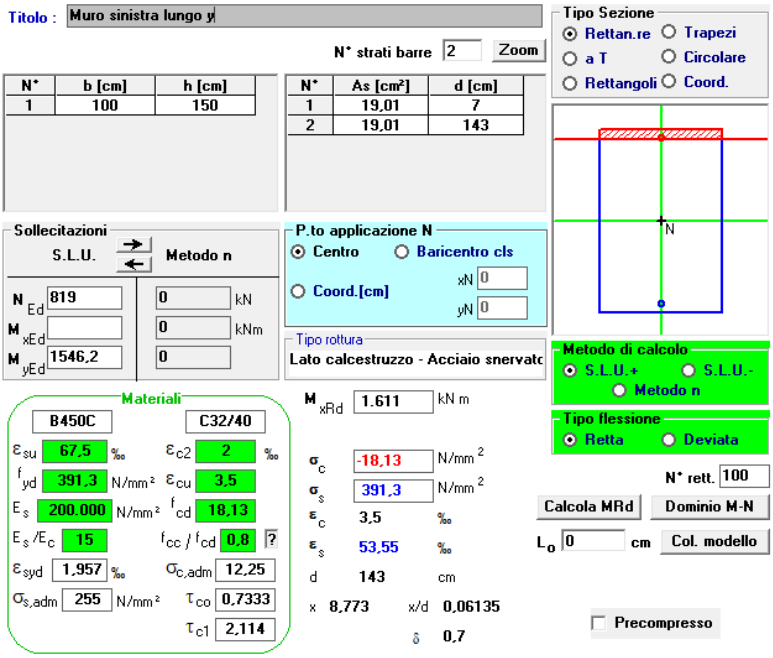
Fig. 11-25: Sollecitazioni di taglio tz Myy senza singolarità muro sinistra [kN/m²]

- **Verifica a pressoflessione lungo x muro sinistra**



M_{Rd} = 1258 kNm > M_{Ed} = 606.36 kNm

- **Verifica a pressoflessione lungo y muro sinistra**



M_{Rd} = 1611 kNm > M_{Ed} = 1546.2 kNm

- **Verifica a taglio muro sinistra**

Il taglio massimo agente risulta in corrispondenza degli appoggi della passerella di servizio, in cui la sezione risulta armata con un'aggiunta di staffe Φ14/20 cm.

§4.1.2.1.3.2 - D.M.14.01.2008

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	B: bassa		
f_{ck} =		40	MPa		
f_{yd} =		391,3	Mpa		
f_{cd} =		22,7	MPa		
$f'_{cd} = 0,5 f_{cd}$ =		11,3	MPa		
H =		1500	mm		
b_w =		1000	mm		
d =		1450	mm		
N_{Ed} =		0,E+00	N (compr)		
V_{Ed} =		616.100	N		
cotgθ =	∈ [1; 2,5] (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2,50	(accettabile)		
$(cotg\theta)^2$ =		6,25			
staffe ϕ =		14	mm		
numero bracci resistenti sezione		2			
passo "s" =		20	cm		
A_s/s =		15,39	cm^2/m		
α =		90	° =	1,5708	rad
$A_C = b_w H$ =		1.500.000	mmq		
$\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c$ =		0,000	Mpa		
α_C =		1,00			
V_{Rsd} =	(eq. 6.13 - E.C.2)	2,E+06	N =	1965,20	kN
$V_{Rd,max}$ =	(eq. 6.14 - E.C.2)	5,E+06	N =	5100,00	kN
$V_{Ed\,lim} = 0,5\, b_w d\, 0,6(1 - f_{ck}/250) f_{cd}$ =	(eq. 6.5 - E.C.2)	8,E+06	N =	8282,40	kN

V_{Ed} =	616,10 kN	<	V_{Rds} =	1965,20 kN	(soddisfacente)
V_{Ed} =	616,10 kN	<	$V_{Rd,max}$ =	5100,00 kN	(soddisfacente)
V_{Ed} =	616,10 kN	<	$V_{Ed\,lim}$ =	8282,40 kN	(soddisfacente)

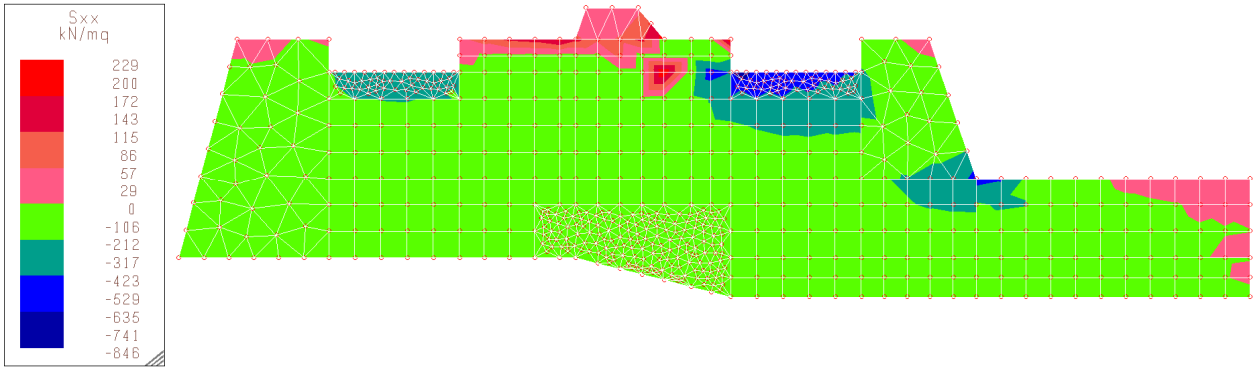


Fig. 11-26: Sforzo normale Sxx setto centrale destra [kN/m²]

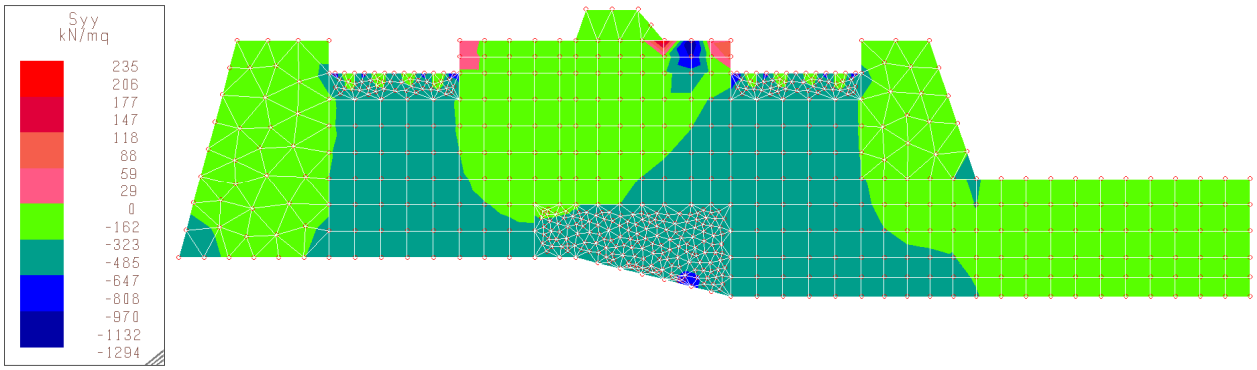


Fig. 11-27: Sforzo normale Syy setto centrale destra [kN/m²]

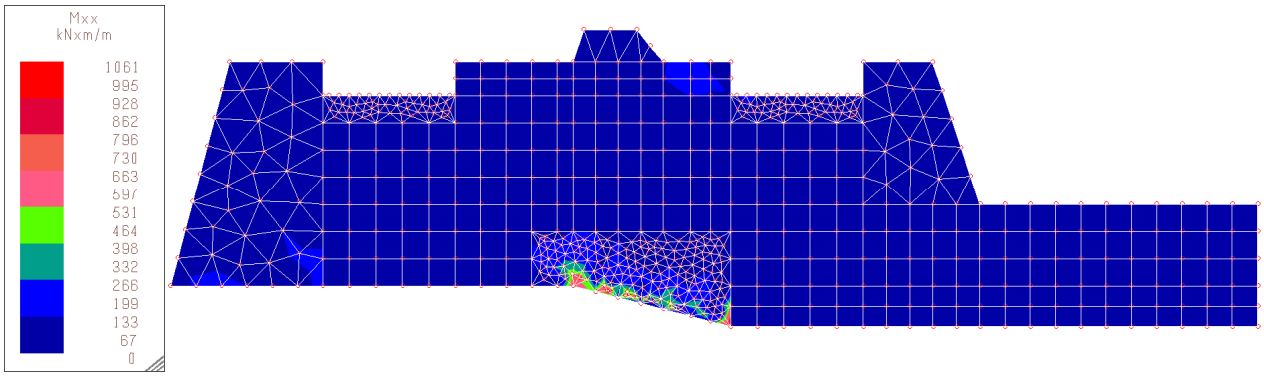


Fig. 11-28: Sollecitazioni di momento Mxx con singolarità setto centrale destra [kNm/m]

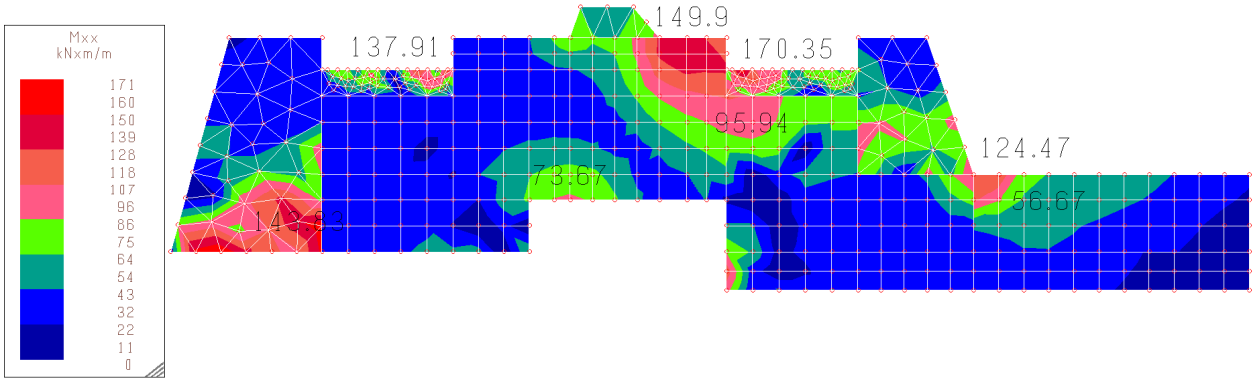


Fig. 11-29: Sollecitazioni di momento Mxx senza singolarità setto centrale destra [kNm/m]

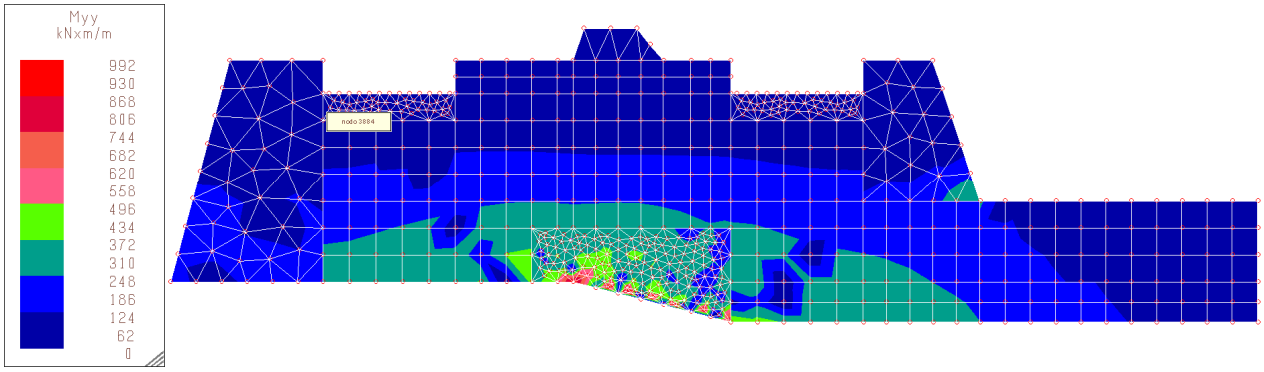


Fig. 11-30: Sollecitazioni di momento Myy con singolarità setto centrale destra [kNm/m]

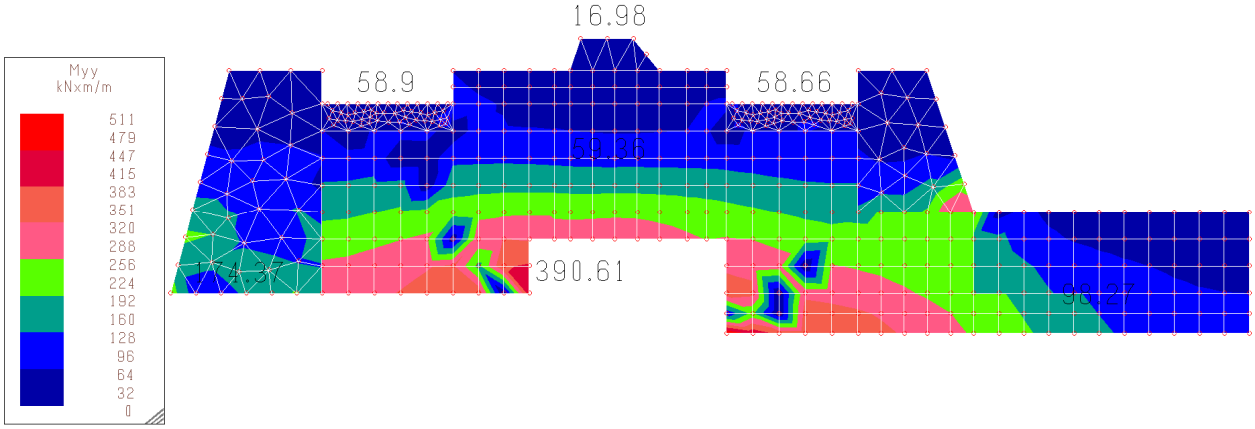


Fig. 11-31: Sollecitazioni di momento Myy senza singolarità setto centrale destra [kNm/m]

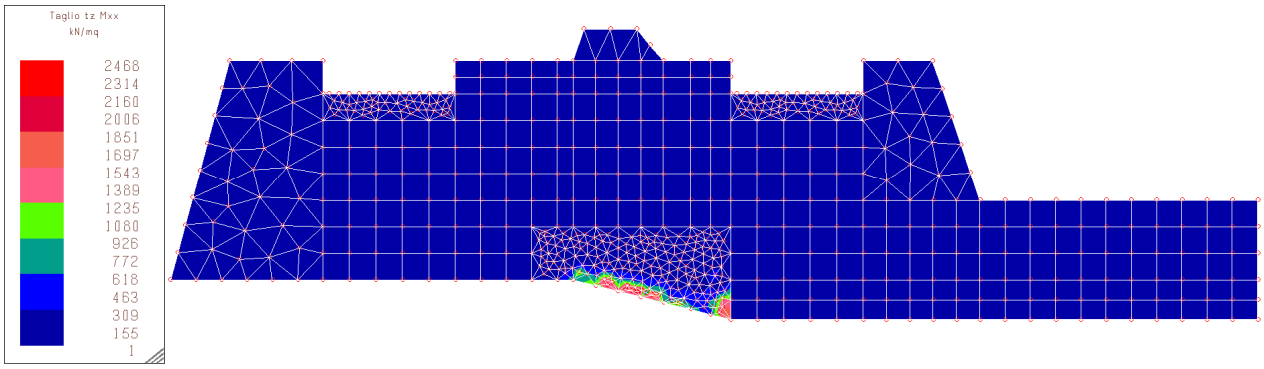


Fig. 11-32: Sollecitazioni di taglio tz Mxx con singolarità setto centrale destra [kN/m²]

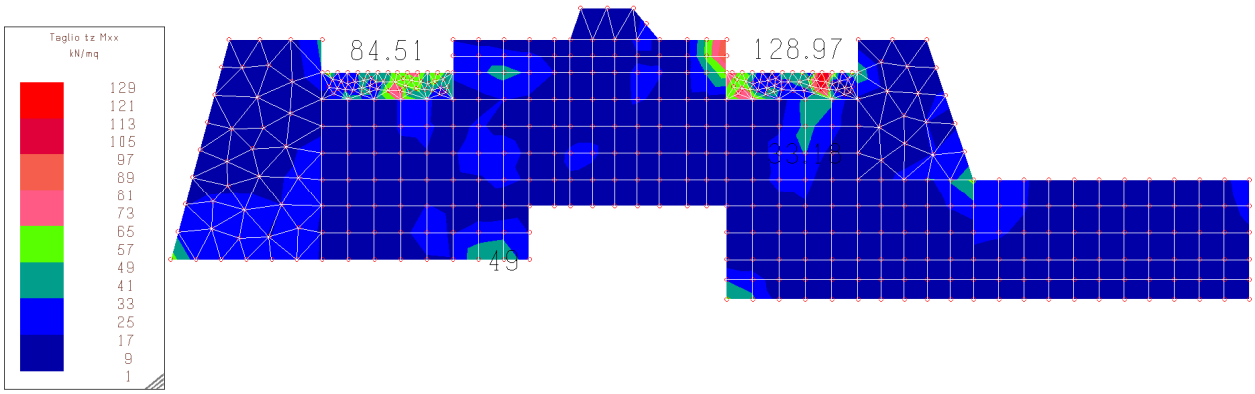


Fig. 11-33: Sollecitazioni di taglio tz Mxx senza singolarità setto centrale destra [kN/m²]

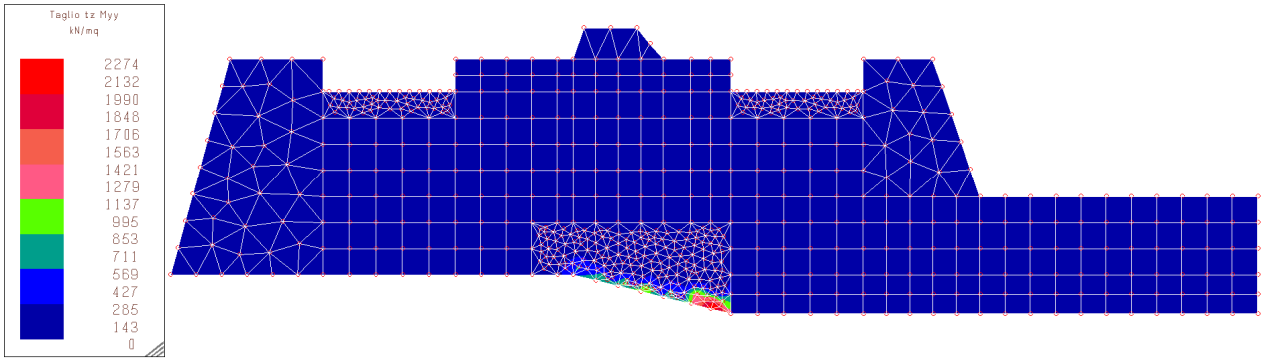


Fig. 11-34: Sollecitazioni di taglio tz Myy con singolarità setto centrale destra [kN/m²]

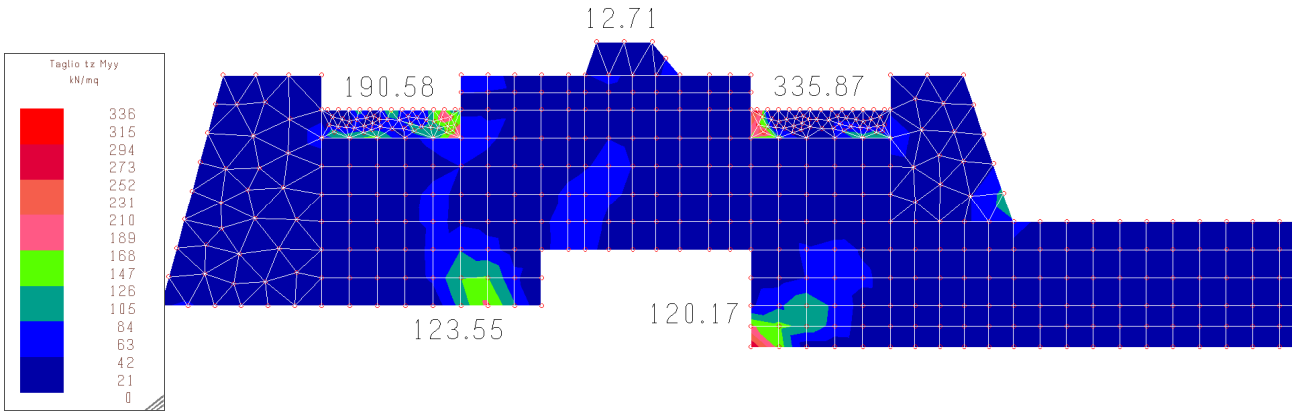
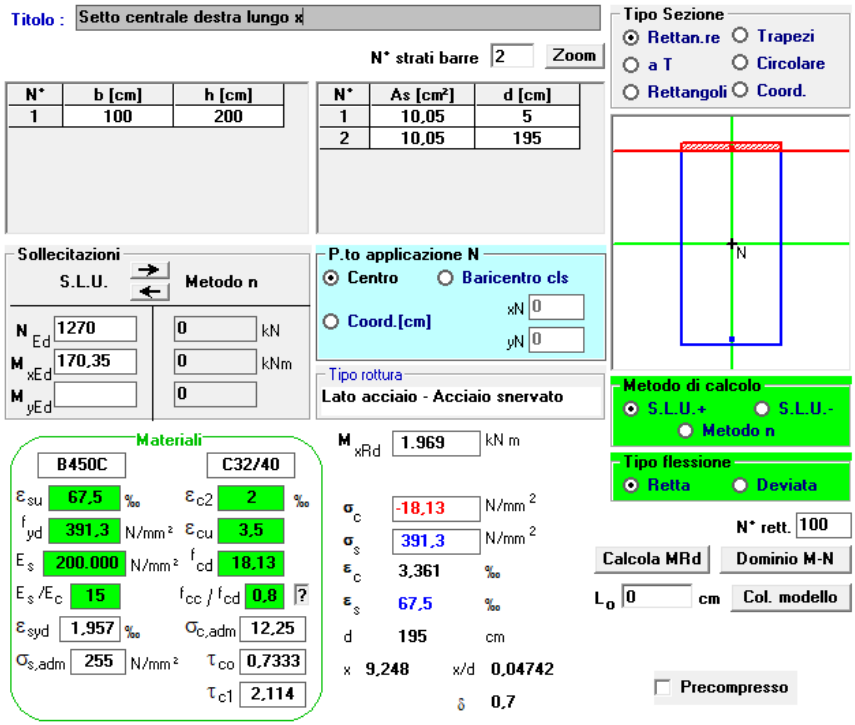


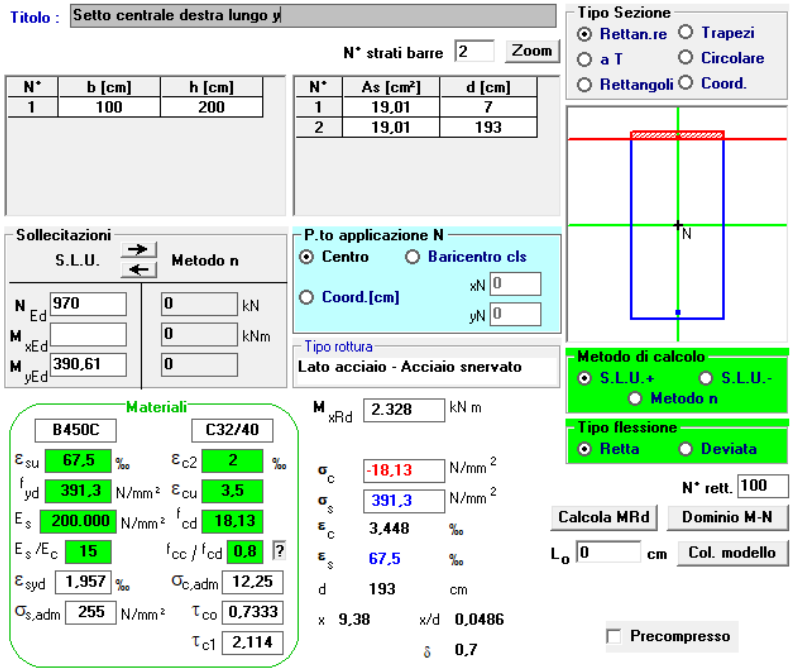
Fig. 11-35: Sollecitazioni di taglio tz Myy senza singolarità setto centrale destra [kN/m²]

- **Verifica a pressoflessione lungo x setto centrale destra**



M_{Rd} = 1969 kNm > M_{Ed} = 170.35 kNm

- **Verifica a pressoflessione lungo y setto centrale destra**



M_{Rd} = 2328 kNm > M_{Ed} = 390.61 kNm

- **Verifica a taglio setto centrale destra**

Il taglio massimo agente risulta in corrispondenza degli appoggi della passerella di servizio, in cui la sezione risulta armata con un'aggiunta di staffe Φ14/20 cm.

§4.1.2.1.3.2 - D.M.14.01.2008

Classe di duttilità scelta:	CD B: bassa	B: bassa	
f_{ck} =	40	MPa	
f_{yd} =	391,3	Mpa	
f_{cd} =	22,7	MPa	
$f'_{cd} = 0,5 f_{cd}$ =	11,3	MPa	
H =	2000	mm	
b_w =	1000	mm	
d =	1950	mm	
N_{Ed} =	0,E+00	N (compr)	
V_{Ed} =	258.000	N	
cotgθ = ∈ [1; 2,5] (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2,50	(accettabile)	
$(cotg\theta)^2$ =	6,25		
staffe ϕ =	14	mm	
numero bracci resistenti sezione	2		
passo "s" =	20	cm	
A_s/s =	15,39	cm^2/m	
α =	90	° = 1,5708 rad	
$A_C = b_w H$ =	2.000.000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c$ =	0,000	Mpa	
α_C =	1,00		
V_{Rsd} = (eq. 6.13 - E.C.2)	3,E+06	N = 2642,85 kN	
$V_{Rd,max}$ = (eq. 6.14 - E.C.2)	7,E+06	N = 6858,62 kN	
$V_{Ed\,lim} = 0,5\, b_w d\, 0,6(1 - f_{ck}/250) f_{cd}$ = (eq. 6.5 - E.C.2)	1,E+07	N = 11138,40 kN	

V_{Ed} =	258,00 kN	<	V_{Rds} =	2642,85 kN	(soddisfacente)	
V_{Ed} =	258,00 kN	<	$V_{Rd,max}$ =	6858,62 kN	(soddisfacente)	
V_{Ed} =	258,00 kN	<	$V_{Ed\,lim}$ =	11138,40 kN	(soddisfacente)	

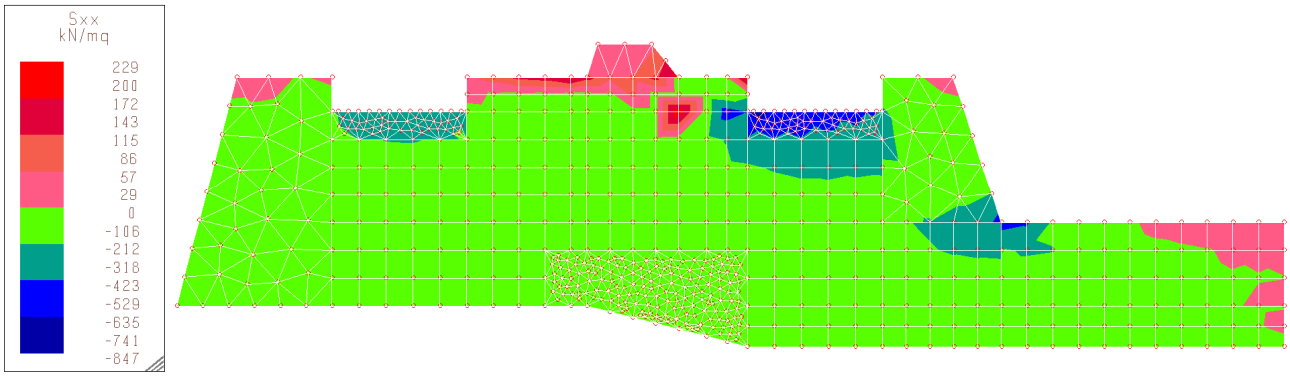


Fig. 11-36: Sforzo normale Sxx setto centrale sinistra [kN/m^2]

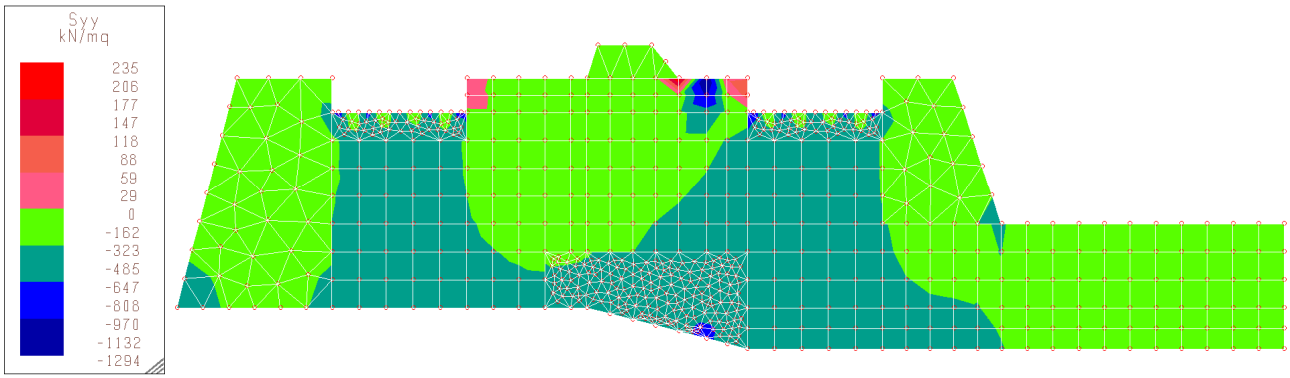


Fig. 11-37: Sforzo normale Syy setto centrale sinistra [kN/m^2]

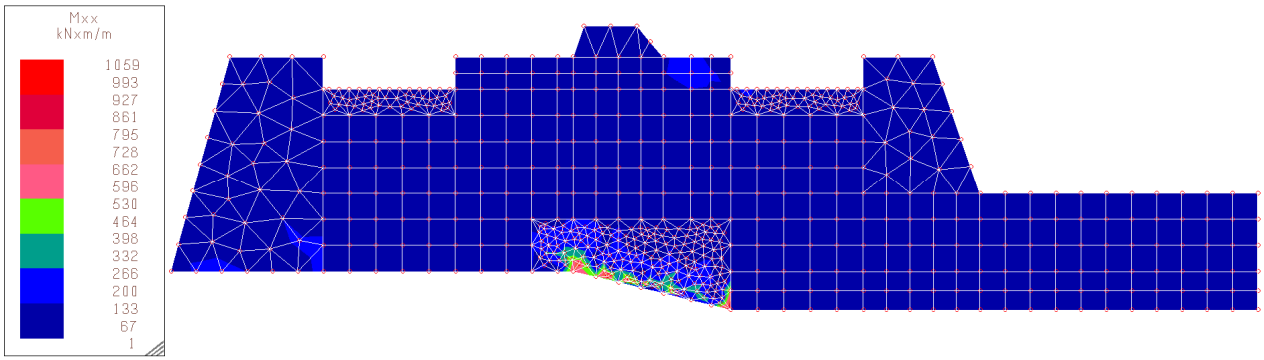


Fig. 11-38: Sollecitazioni di momento Mxx con singolarità setto centrale sinistra [kNm/m]

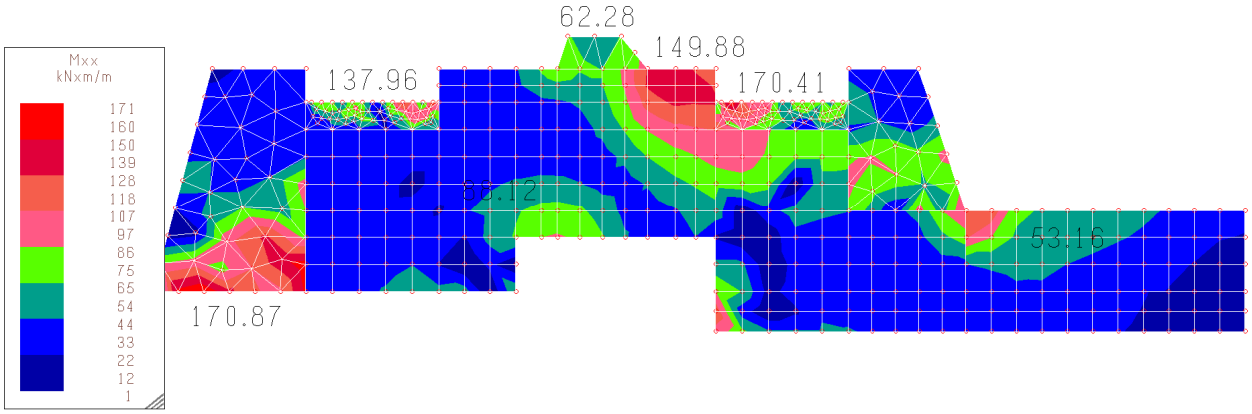


Fig. 11-39: Sollecitazioni di momento Mxx senza singolarità setto centrale sinistra [kNm/m]

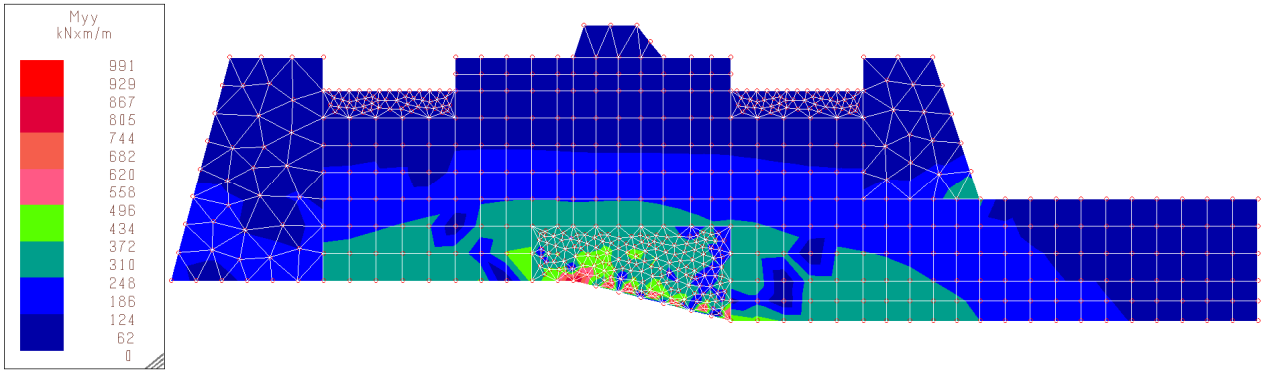


Fig. 11-40: Sollecitazioni di momento Myy con singolarità setto centrale sinistra [kNm/m]

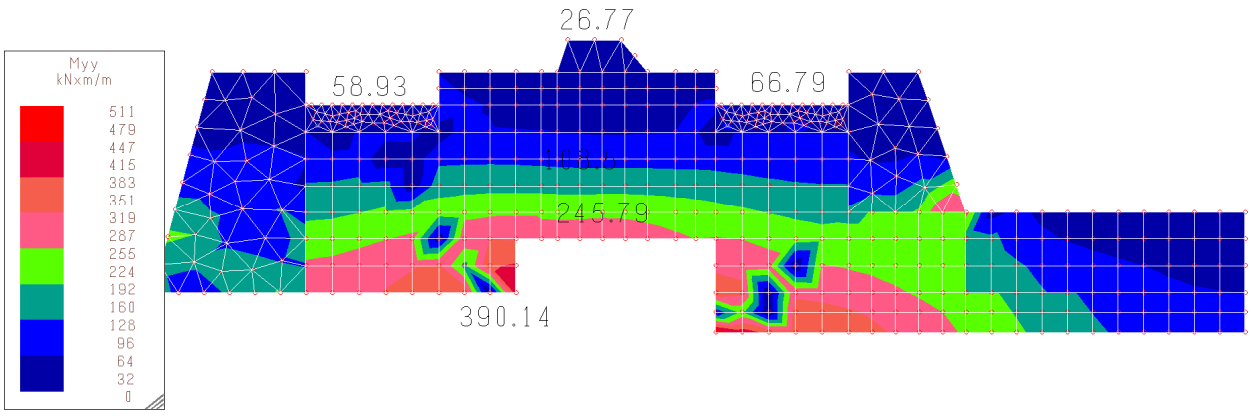


Fig. 11-41: Sollecitazioni di momento Myy senza singolarità setto centrale sinistra [kNm/m]

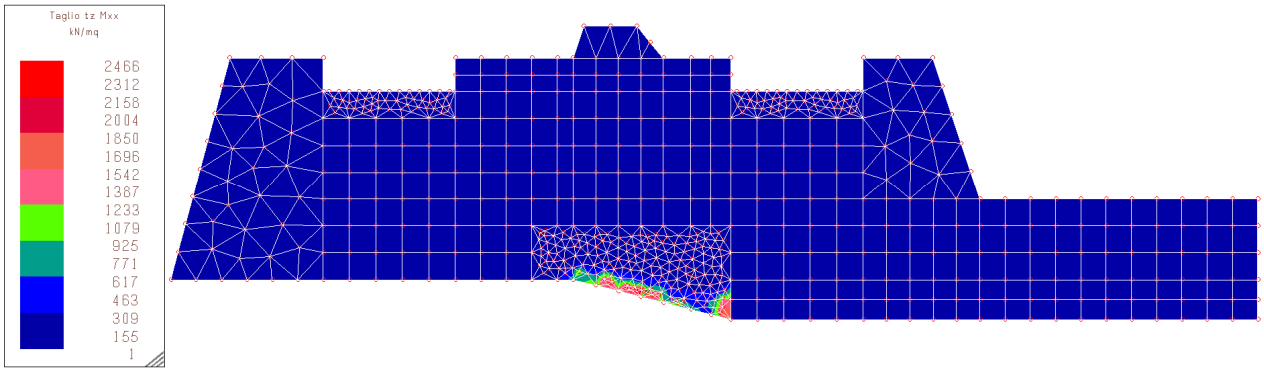


Fig. 11-42: Sollecitazioni di taglio tz Mxx con singolarità setto centrale sinistra [kN/m^2]

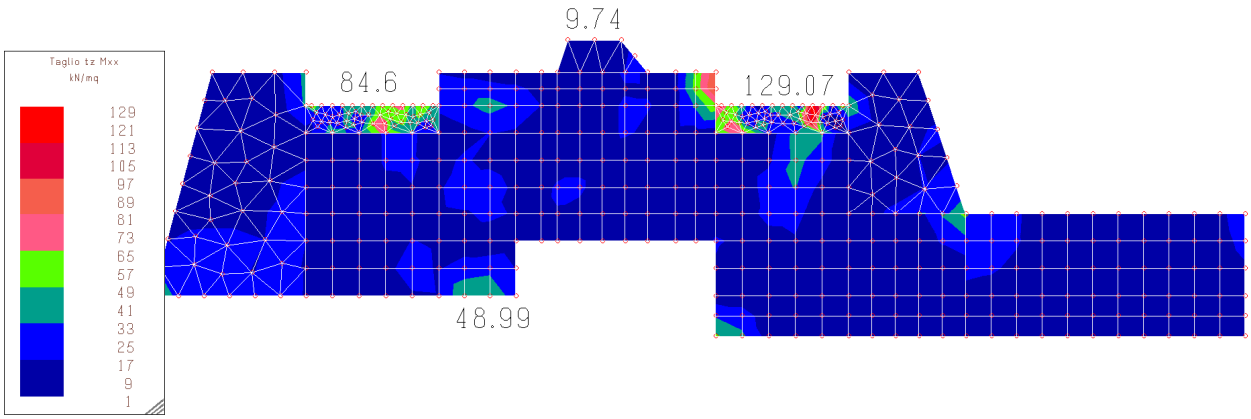


Fig. 11-43: Sollecitazioni di taglio tz Mxx senza singolarità setto centrale sinistra [kN/m^2]

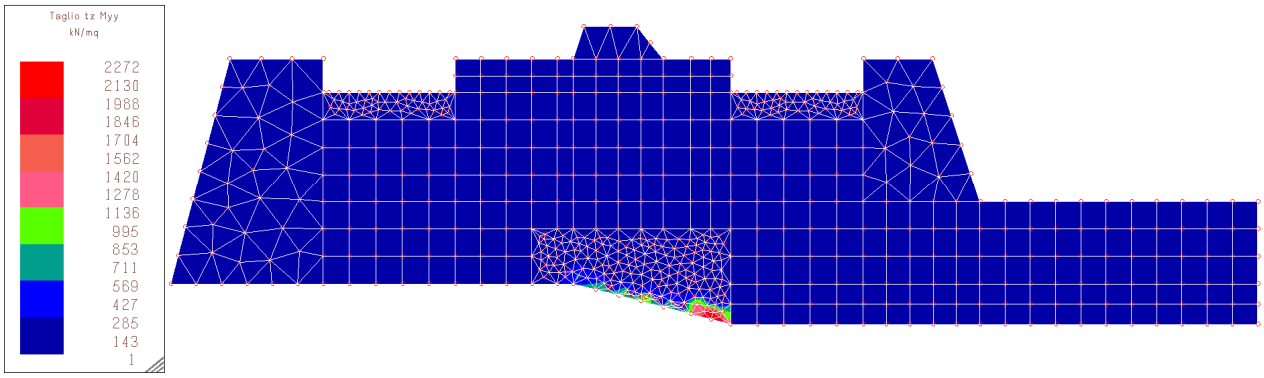


Fig. 11-44: Sollecitazioni di taglio tz Myy con singolarità setto centrale sinistra [kN/m^2]

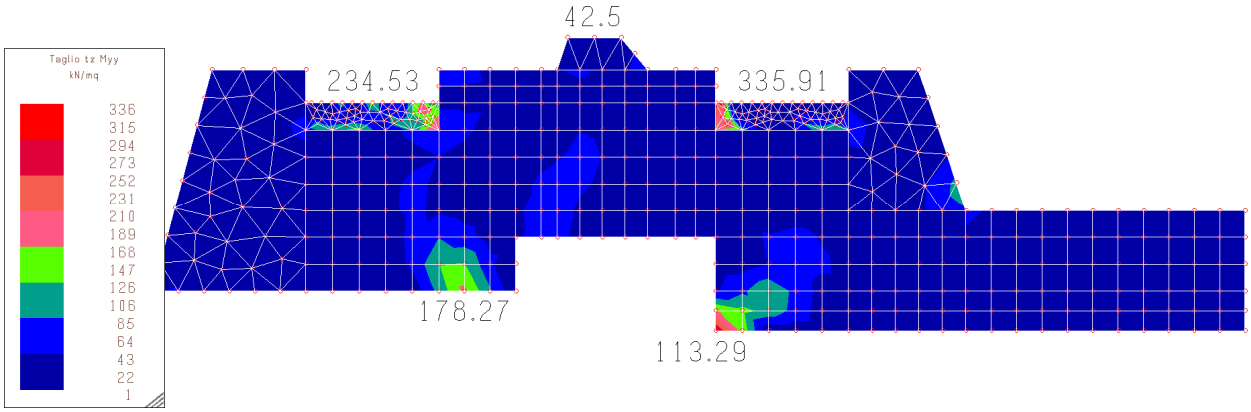
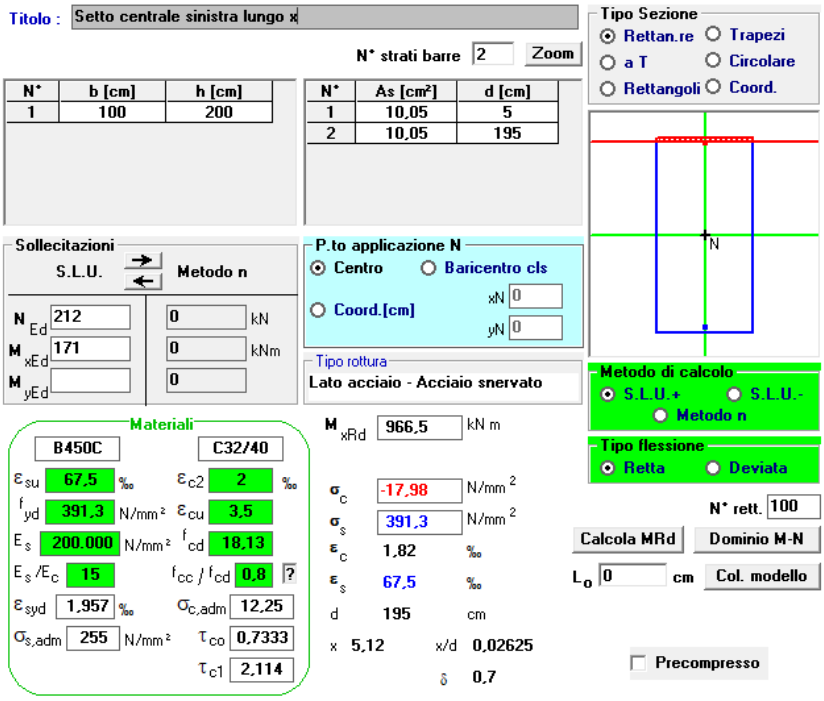


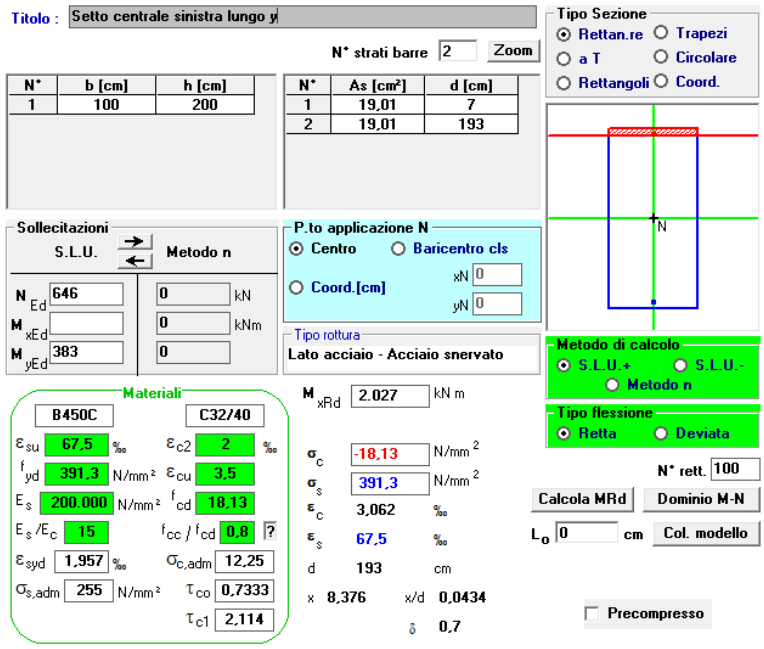
Fig. 11-45: Sollecitazioni di taglio tz Myy senza singolarità setto centrale sinistra [kN/m²]

- **Verifica a pressoflessione lungo x setto centrale sinistra**



M_{Rd} = 966.5 kNm > M_{Ed} = 171 kNm

- **Verifica a pressoflessione lungo y setto centrale sinistra**



M_{Rd} = 2027 kNm > M_{Ed} = 383 kNm

- **Verifica a taglio setto centrale sinistra**

Il taglio massimo agente risulta in corrispondenza degli appoggi della passerella di servizio, in cui la sezione risulta armata con un'aggiunta di staffe Φ14/20 cm.

§4.1.2.1.3.2 - D.M.14.01.2008

Classe di duttilità scelta:	CD B: bassa	B: bassa	
f_{ck} =	40	MPa	
f_{yd} =	391,3	Mpa	
f_{cd} =	22,7	MPa	
$f'_{cd} = 0{,}5 f_{cd}$ =	11,3	MPa	
H =	2000	mm	
b_w =	1000	mm	
d =	1950	mm	
N_{Ed} =	0,E+00	N (compr)	
V_{Ed} =	258.000	N	
$\cot g\theta$ = $\in [1; 2{,}5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2,50	(accettabile)	
$(\cot g\theta)^2$ =	6,25		
staffe ϕ =	14	mm	
numero bracci resistenti sezione	2		
passo "s" =	20	cm	
A_s/s =	15,39	cm^2/m	
α =	90	° = 1,5708 rad	
$A_C = b_w H$ =	2.000.000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c$ =	0,000	Mpa	
α_C =	1,00		
V_{Rsd} = (eq. 6.13 - E.C.2)	3,E+06	N = 2642,85 kN	
$V_{Rd,max}$ = (eq. 6.14 - E.C.2)	7,E+06	N = 6858,62 kN	
$V_{Ed\,lim} = 0{,}5\, b_w d\, 0{,}6(1 - f_{ck}/250) f_{cd}$ = (eq. 6.5 - E.C.2)	1,E+07	N = 11138,40 kN	

V_{Ed} =	258,00 kN	<	V_{Rds} =	2642,85 kN	(soddisfacente)
V_{Ed} =	258,00 kN	<	$V_{Rd,max}$ =	6858,62 kN	(soddisfacente)
V_{Ed} =	258,00 kN	<	$V_{Ed\,lim}$ =	11138,40 kN	(soddisfacente)

11.2 Inviluppo sollecitazioni e verifiche platee opera di sbarramento

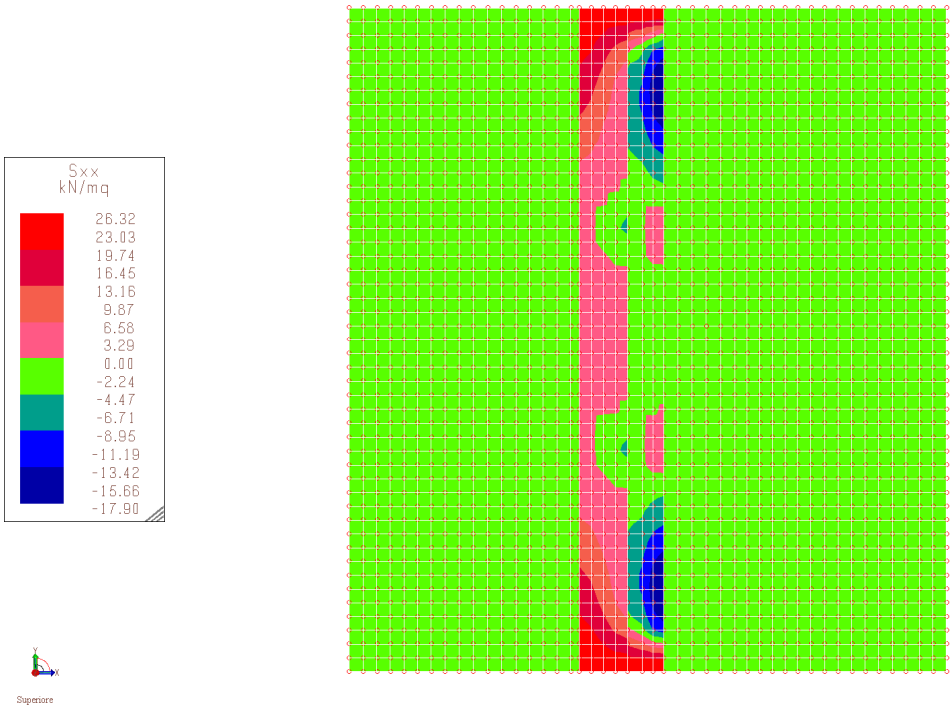


Fig. 11-46: Sforzo normale Sxx platea [kN/m²]

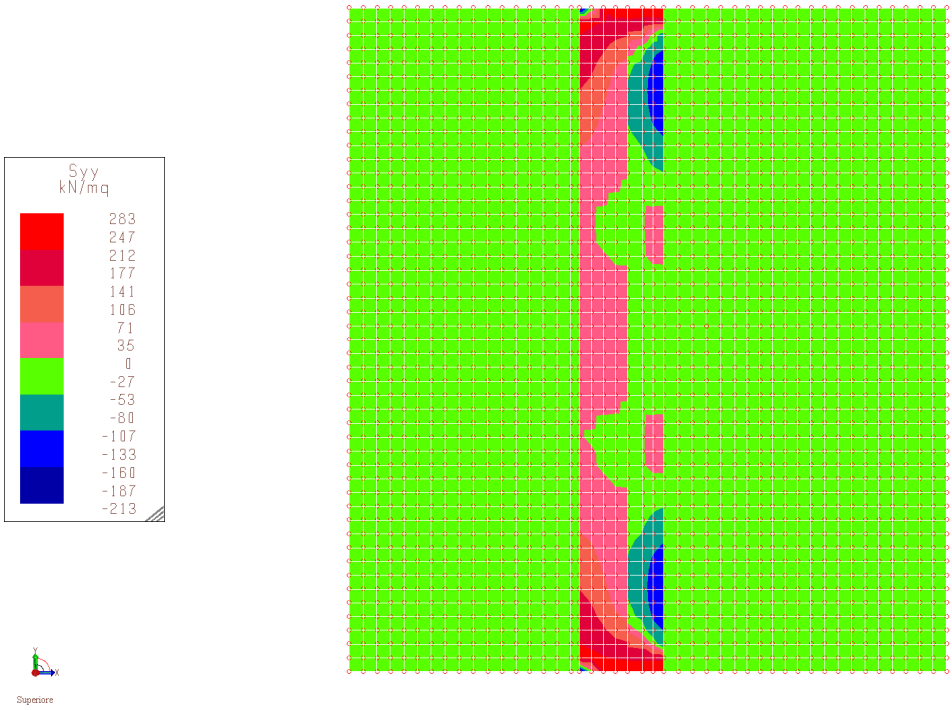


Fig. 11-47: Sforzo normale Syy platea [kN/m²]

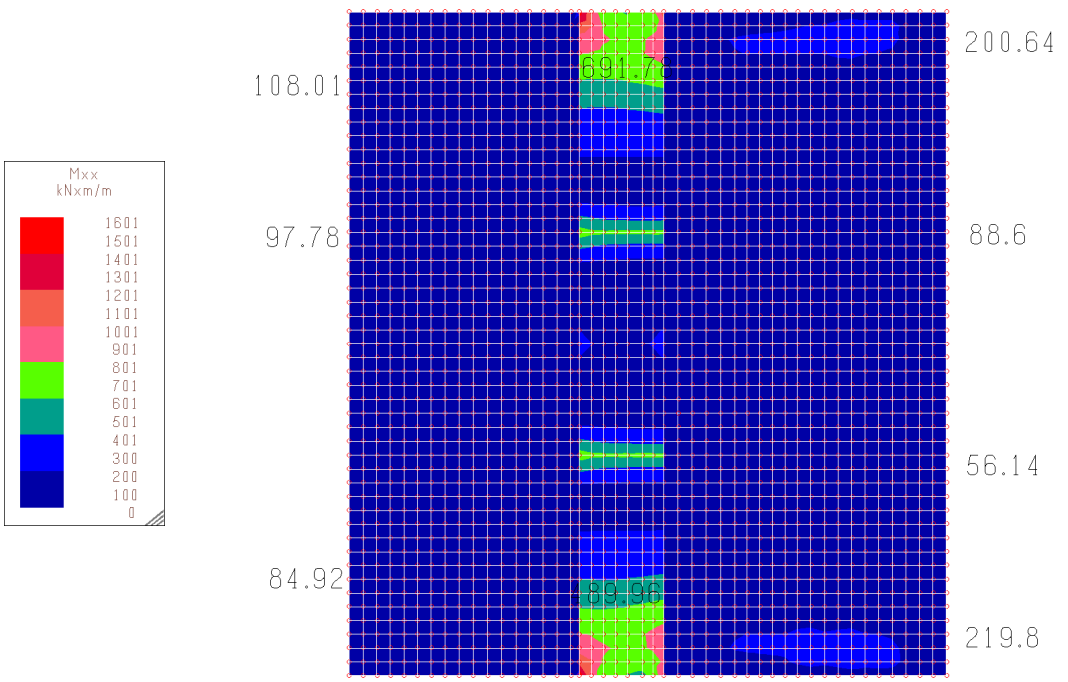


Fig. 11-48: Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

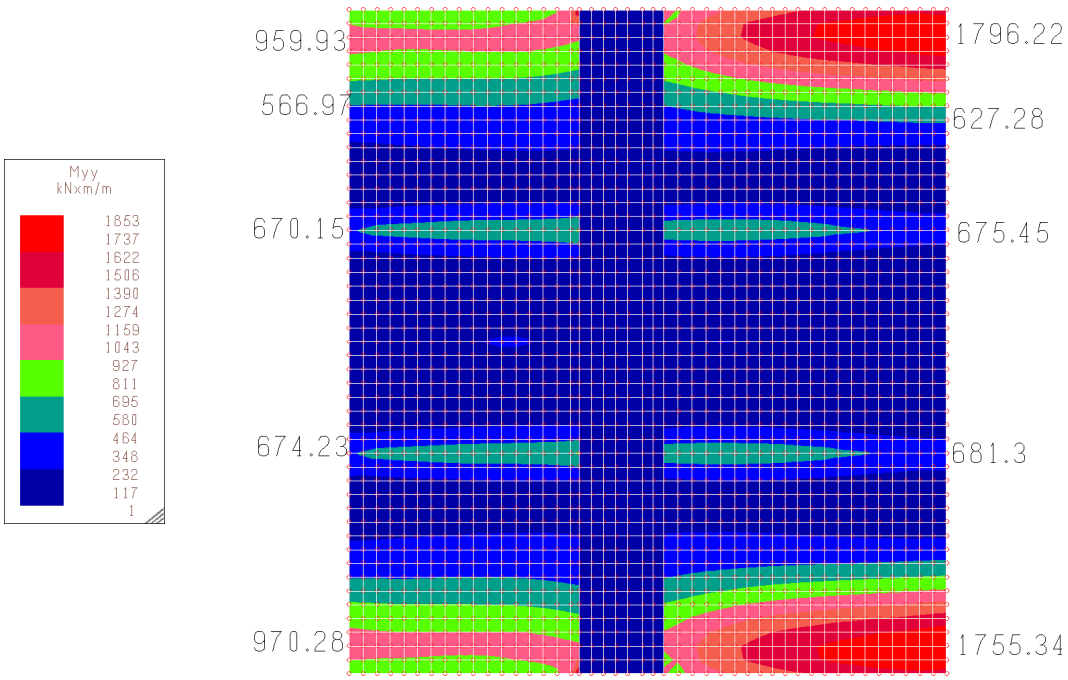


Fig. 11-49: Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]

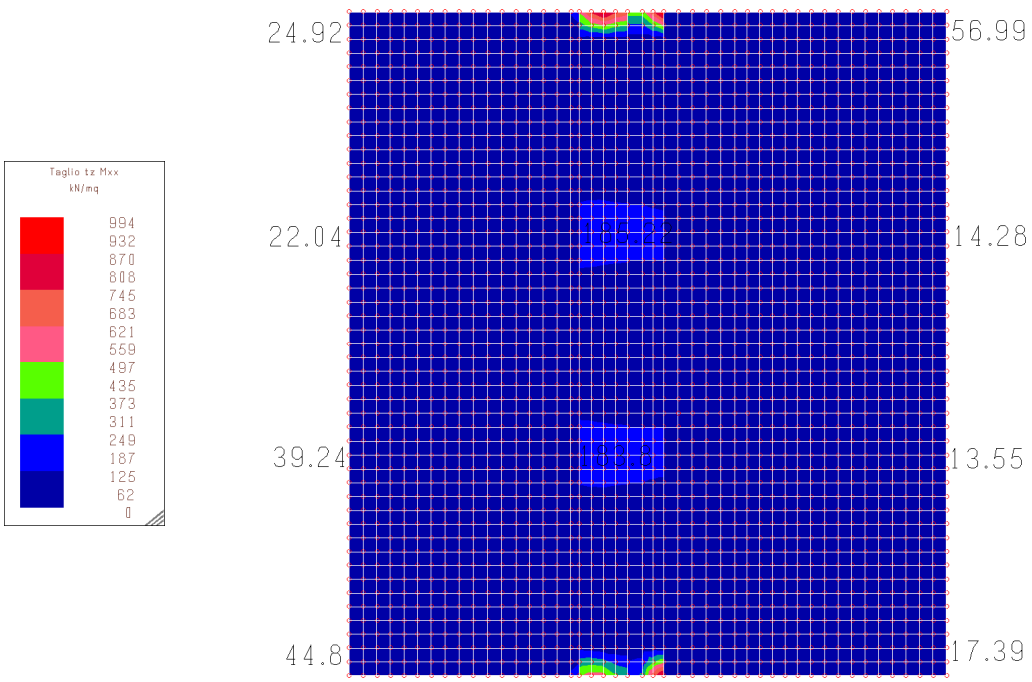


Fig. 11-50: Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m²]

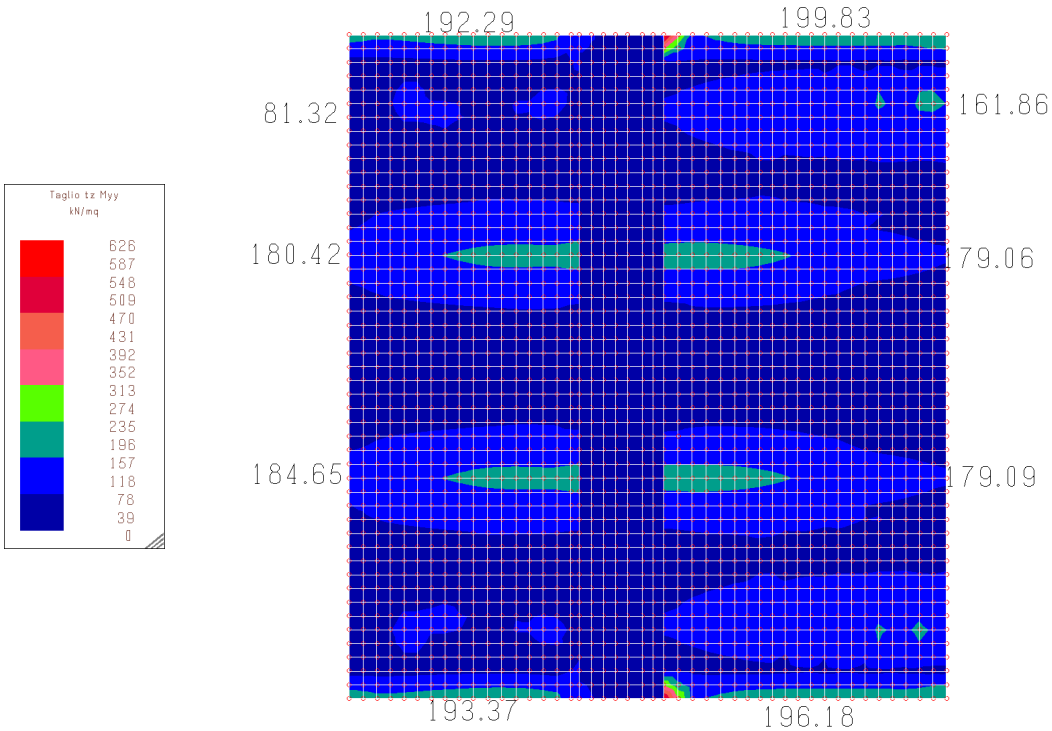


Fig. 11-51: Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m²]

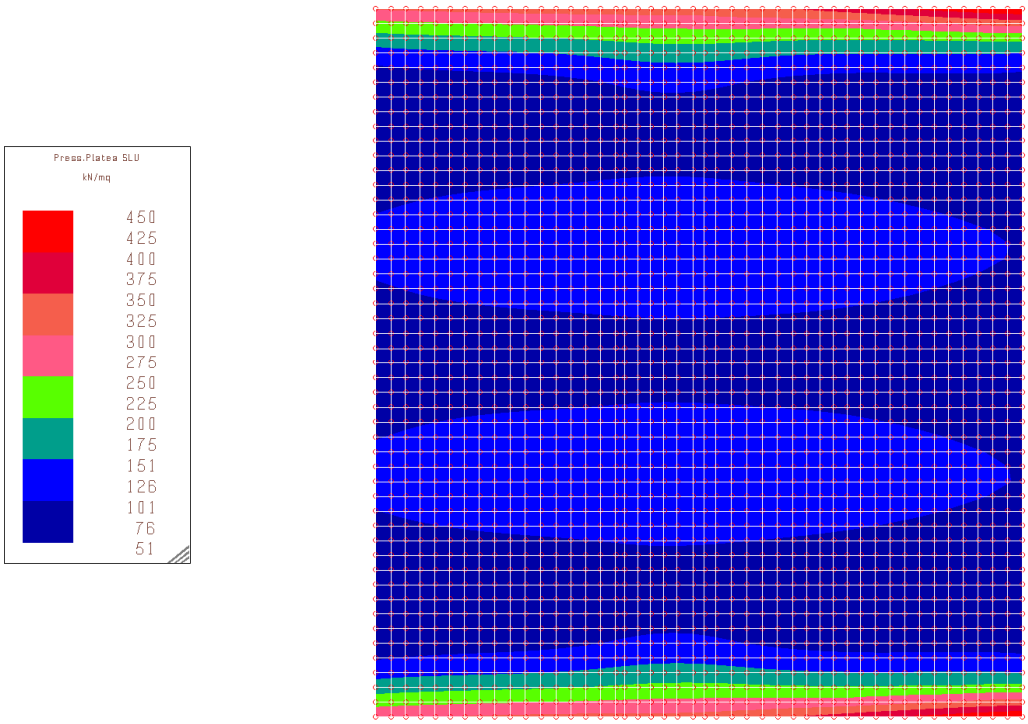
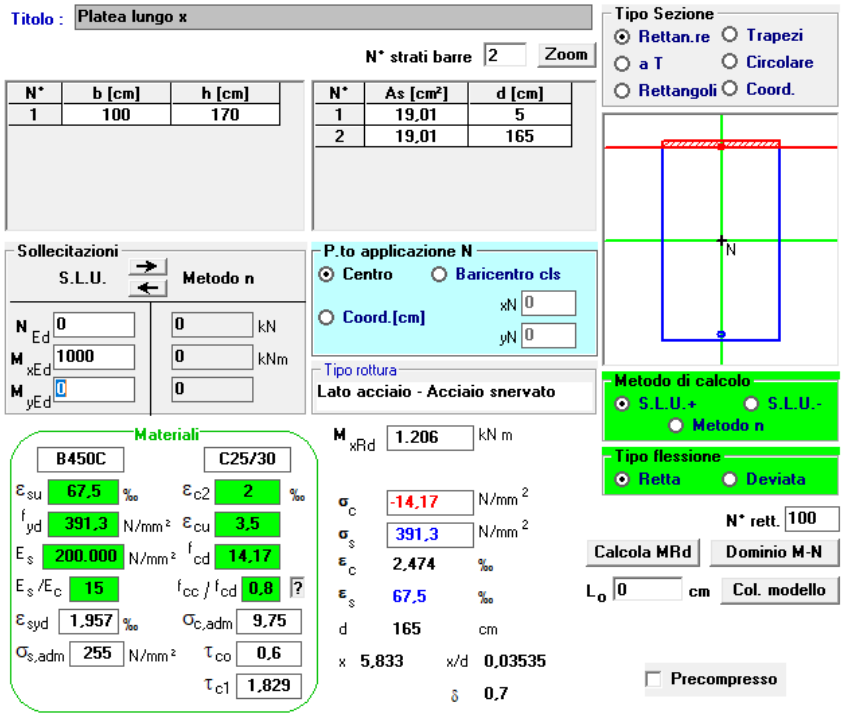


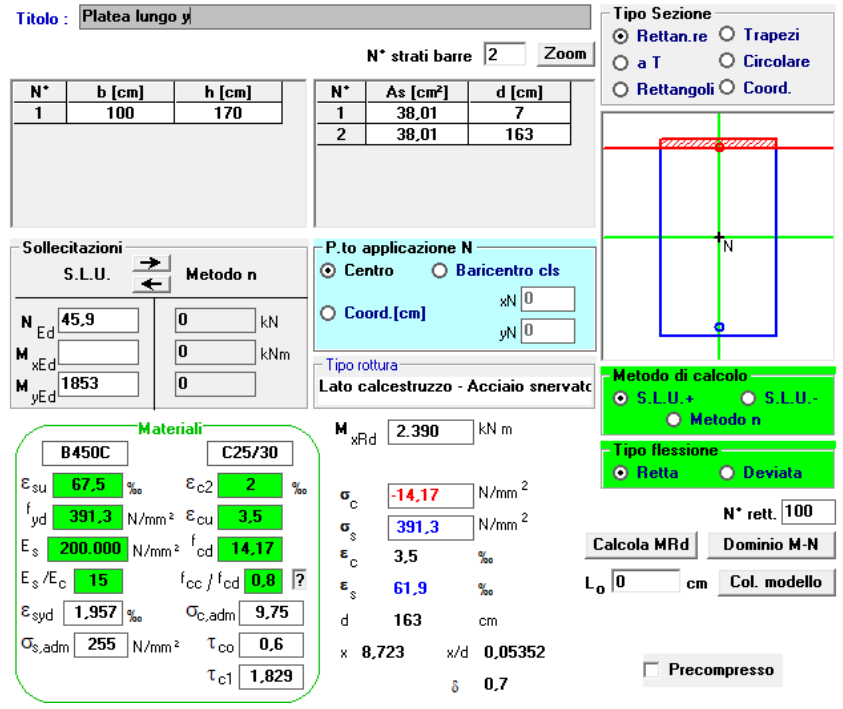
Fig. 11-52: Pressioni sul suolo platea [kN/m^2]

- **Verifica a pressoflessione lungo x platea**



M_{Rd} = 1206 kNm > M_{Ed} = 1000 kNm

- **Verifica a pressoflessione lungo y platea**



M_{Rd} = 2390 kNm > M_{Ed} = 1853 kNm

- Verifica a taglio platea

§4.1.2.1.3.1 - D.M.14.01.2008

f_{ck} =	25	Mpa
γ_C =	1,5	
f_{cd} =	14,17	Mpa
N_{Ed} =	0	N (compr)
V_{Ed} =	340.000	N
H =	1700	mm
b_w =	1000	mm
d =	1650	mm
$A_C = b_w H$ =	1.700.000	mmq
k =	1,348	
v_{min} =	0,274	
A_{sl} =	38,01	cmq/tesi
ρ_{sl} =	0,0023	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ =	0,000	Mpa
$[0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}]b_w d$ =	451.993 N	= 451,99 kN
$(v_{min} + 0,15\sigma_{cp})b_w d$ =	451.993 N	= 451,99 kN
V_{Rd} = (eq. 6.2.a - E.C.2)	478.472 N	= 478,47 kN
$V_{Rd} \geq V_{Rd,min} = (v_{min} + 0,15\sigma_{cp})b_w d$	(soddisfacente)	

(E.C.2 – Parte 1.1 - §6.2.2 – eq. 6.2.a e 6.2.b).

NOTA: in presenza di significativi sforzi di trazione, la resistenza al taglio del calcestruzzo è da considerarsi nulla e, in tal caso, non è possibile adottare elementi sprovvisti di armatura trasversale.

$V_{Ed\,lim} = 0,5\, b_w d\, 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd}$ = 6.311.250 N = 6311,25 kN
(eq. 6.5 - E.C.2)

V_{Ed} =	340,00 kN	<	V_{Rd} =	478,47 kN	(soddisfacente)
V_{Ed} =	340,00 kN	<	$V_{Ed\,lim}$ =	6311,25 kN	(soddisfacente)

- Verifica a capacità portante platea

Caratteristiche geotecniche del terreno:
Peso specifico terreno: **19000** N/m³ Cu, coesione: **0.000** N/mm²
Angolo di attrito: **36.00** gradi Profondità di posa: **200.0** cm
Angolo di attrito terreno-fondazione **24.00** gradi Adesione terreno-fondazione: **0.013** N/mm²

Metodo di calcolo della capacità portante:
Criterio di: **Terzaghi**

Coefficienti sismici globali:
Coefficiente sismico [khiX]: **0.328**
Coefficiente sismico [khiY]: **0.328**
Coefficiente sismico [khk]: **0.026**

Tipo fondazione: **platea**
Area: **19555352** cmq
Lato medio: **4422** cm
Fattore di riduzione (Bowles) rγ: **0.664**, Base ridotta B': **2936** cm

Combinazione: **1** Descrizione: **Dinamica** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno
Tangente angolo res. taglio: **1.00**
Coesione efficace: **1.00**
Resistenza non drenata: **1.00**
Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU
Capacita' portante: **1.00**
Scorrimento: **1.00**

Fattore Nq: **49.38** Fattore Nc: **65.38**
Fattore Nγ: **54.00**
Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.
Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00**
Fattore di forma [sγ]: **1.00**
Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00**
Fattore di profondita' [dγ]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eγiX]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante
QUlt (sisma in dir.X): **16936.250** kN/m²
QUlt (sisma in dir.Y): **16936.250** kN/m²
Max pressione suolo: **450.212** kN/m²
Indice di resistenza: **0.03**

Verifica a scorrimento
Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: **27673.59** kN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: **27673.59** kN
Carico verticale agente sulla fondazione: **84301.96** kN
Forza resistente per attrito: **63346.72** kN
Indice di resistenza: **0.44**

Combinazione: **2** Descrizione: **Statica + Reazioni** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno
Tangente angolo res. taglio: **1.00**
Coesione efficace: **1.00**
Resistenza non drenata: **1.00**
Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU
Capacita' portante: **1.00**

Scorrimento: **1.00**

Fattore Nq: **49.38** Fattore Nc: **65.38**
Fattore Nγ: **54.00**
Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.
Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00**
Fattore di forma [sγ]: **1.00**
Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00**
Fattore di profondita' [dγ]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eγiX]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante
QUlt: **16936.250** kN/m²
Max pressione suolo: **362.580** kN/m²
Indice di resistenza: **0.02**

Combinazione: **3** Descrizione: **Rara** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno
Tangente angolo res. taglio: **1.00**
Coesione efficace: **1.00**
Resistenza non drenata: **1.00**
Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coeff. sicurezza SLE: **3.0**

Fattore Nq: **49.38** Fattore Nc: **65.38**
Fattore Nγ: **54.00**
Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.
Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00**
Fattore di forma [sγ]: **1.00**
Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00**
Fattore di profondita' [dγ]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eγiX]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante
QUlt: **16936.250** kN/m²
Max pressione suolo: **210.460** kN/m²
Indice di resistenza: **0.04**

Combinazione: **4** Descrizione: **Frequente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno
Tangente angolo res. taglio: **1.00**
Coesione efficace: **1.00**
Resistenza non drenata: **1.00**
Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coeff. sicurezza SLE: **3.0**

Fattore Nq: **49.38** Fattore Nc: **65.38**
Fattore Nγ: **54.00**
Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.
Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00**
Fattore di forma [sγ]: **1.00**
Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00**
Fattore di profondita' [dγ]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eγiX]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eγiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante
QUlt: **16936.250** kN/m²
Max pressione suolo: **210.460** kN/m²
Indice di resistenza: **0.04**

Combinazione: **5** Descrizione: **Quasi permanente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio:	**1.00**
Coesione efficace:	**1.00**
Resistenza non drenata:	**1.00**
Peso dell'unita' di volume:	**1.00**

Coeff. sicurezza SLE: **3.0**

Fattore Nq: **49.38** Fattore Nc: **65.38**
Fattore Nγ: **54.00**
Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.

Fattore di forma [sq]:	**1.00**	Fattore di forma [sc]:	**1.00**
Fattore di forma [sγ]:	**1.00**		
Fattore di profondita' [dq]:	**0.00**	Fattore di profondita' [dc]:	**0.00**
Fattore di profondita' [dγ]:	**0.00**		
Coefficiente correttivo [eγk]:	**0.00**	Coefficiente correttivo [eγiX]:	**0.00**
Coefficiente correttivo [eγiY]:	**0.00**		

Verifica della capacità portante

QUlt:	**16936.250**	kN/m^2
Max pressione suolo:	**210.460**	kN/m^2
Indice di resistenza:	**0.04**	

11.3 Inviluppo sollecitazioni e verifiche travi fissaggio paratoie

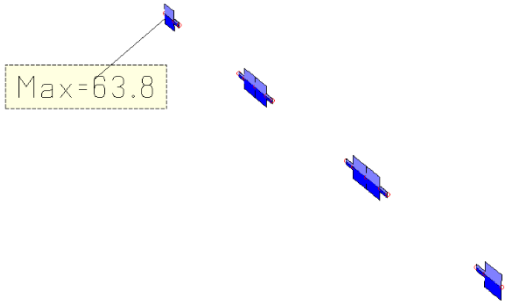


Fig. 11-53: Sollecitazioni normali Fx travi [kN]

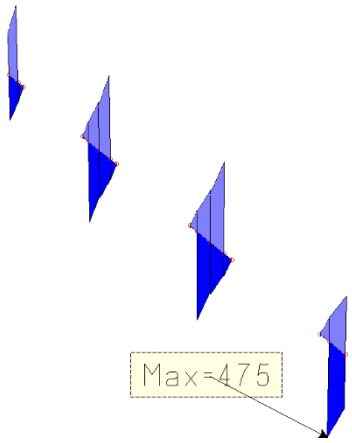


Fig. 11-54: Sollecitazioni taglianti Fy travi [kN]

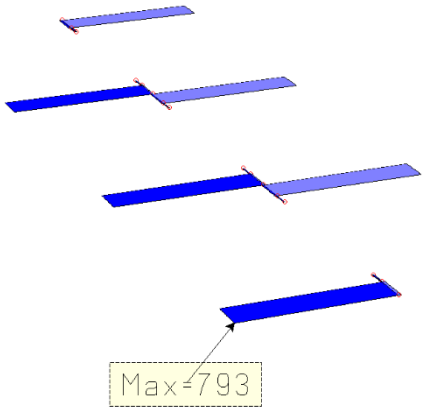


Fig. 11-55: Sollecitazioni taglianti Fz travi [kN]

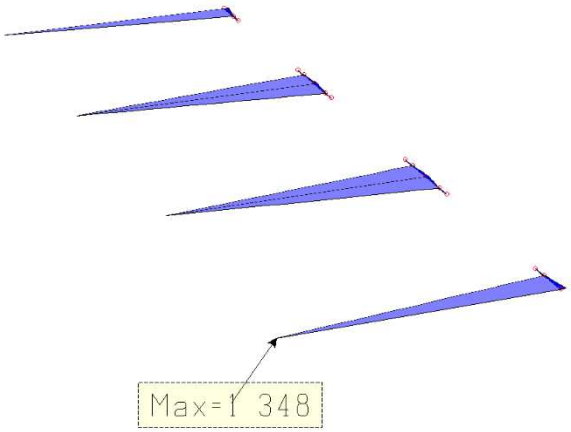


Fig. 11-56: Sollecitazioni di momento My travi [kNm]

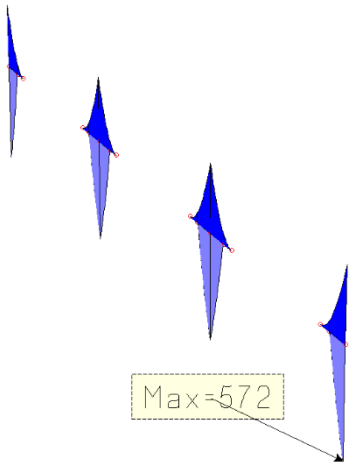


Fig. 11-57: Sollecitazioni di momento Mz travi [kNm]

- Verifica a travi in c.a. sostegno paratoie

Dati

Nome sezione: sezione trapezia

Tipo sezione	Sezione generica	
Dimensione massima direzione X	229.0	[cm]
Dimensione massima direzione Y	220.0	[cm]

Coordinate dei vertici :

Nr. poligono	Nr. vertici	X[cm]	Y[cm]
	1	0.00	0.00
	2	106.00	0.00
	3	106.00	220.00
	4	-123.00	220.00
	5	-123.00	173.00

Caratteristiche geometriche

Area sezione	39740.50 [cmq]	
Inerzia in direzione X	138357002.6	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	148568293.4	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	-45592581.4	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X_G = 11.18	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y_G = 124.01	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

 Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	
1	83.67	211.60	18	2.54
2	65.23	211.60	18	2.54
3	46.80	211.60	18	2.54
4	28.37	211.60	18	2.54
5	9.93	211.60	18	2.54
6	-8.50	211.60	18	2.54
7	-26.93	211.60	18	2.54
8	-45.37	211.60	18	2.54
9	-63.80	211.60	18	2.54
10	-82.23	211.60	18	2.54
11	-100.67	211.60	18	2.54
12	-119.10	211.60	18	2.54
13	102.10	3.90	18	2.54
14	102.10	27.48	18	2.54
15	102.10	51.06	18	2.54
16	102.10	74.63	18	2.54
17	102.10	98.21	18	2.54
18	102.10	121.79	18	2.54
19	102.10	145.37	18	2.54
20	102.10	168.94	18	2.54
21	102.10	192.52	18	2.54
22	102.10	216.10	18	2.54
23	3.90	3.90	18	2.54
24	62.82	3.90	18	2.54

25	82.46	3.90	18	2.54
26	23.54	3.90	18	2.54
27	51.88	3.60	18	2.54
28	23.54	3.90	18	2.54
29	43.18	3.90	18	2.54
30	-117.56	172.08	18	2.54
31	-104.40	153.57	18	2.54
32	-91.23	135.05	18	2.54
33	-78.07	116.53	18	2.54
34	-64.90	98.02	18	2.54
35	-51.74	79.50	18	2.54
36	-38.57	60.99	18	2.54
37	-25.41	42.47	18	2.54
38	-12.25	23.95	18	2.54
39	0.92	5.44	18	2.54
40	-119.10	196.50	18	2.54

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15.00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1.00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450000	[kPa]
Tensione snervamento acciaio	450000	[kPa]
Modulo elastico E	205942924	[kPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1.00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M_Y	M_X	M_t	T_Y	T_X	VD	VT
1	0.0000 SLER	572.0000	1348.0000	0.0000	475.0000	793.0000		SI

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Xc posizione asse neutro espresso in [cm]

 inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc		(xi; yi)	(xf; yf)
1	57.13	-71.13	(-123.00; 713.40)	(232.64; -327.21)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

$\sigma_{c\text{-}max}$ Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kPa]

$\sigma_{c\text{-}min}$ Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kPa]

$\sigma_{f\text{-}max}$ Tensione massima nel ferro espresso in [kPa]

$\sigma_{f\text{-}min}$ Tensione minima nel ferro espresso in [kPa]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kPa]

N°	$\sigma_{c\text{-}max}$	$\sigma_{c\text{-}min}$	τ_c	$\sigma_{f\text{-}max}$	$\sigma_{f\text{-}min}$
1	4914	0	320	67315	-219204

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0.0000	3494.0909	1482.6558	2.59
0.0000	3550.9982	572.0000	2.63
0.0000	1348.0000	3654.6358	6.39

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° indice della combinazione

Dir Direzione di azione del taglio

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

nb Numero bracci staffe

Diametro e passo staffe, riportate nell'ultima colonna, sono i più cautelativi ottenuti dalla verifica a taglio nelle due direzioni.

N°	Dir	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	nb	Diametro e passo staffe
1	X	793.0000	--	11988.8232	2529.9781	2	14.00 - 20.00 [cm]
1	Y	475.0000	--	12045.3784	2880.0636	2	14.00 - 20.00 [cm]

Diagramma Mx-My

Simbologia adottata

N° numero d'ordine

M_X momento di calcolo lungo X espresso in [kNm]

M_Y momento di calcolo lungo Y espresso in [kNm]

Combinazione n° 1

Sforzo normale della combinazione di carico **N = 0.0000 [kN]**

N°	M_X	M_Y
1	4971.5192	-594.8429
2	4591.1918	3361.6374
3	4066.9934	4305.9076
4	3087.2977	4799.0584
5	-1071.9550	5176.6860

6	-5038.4093	4777.4953
7	-5962.3311	4377.7253
8	-6292.7420	3994.0427
9	-6415.7068	3449.4182
10	-5728.6575	1638.0160
11	-1757.0222	-4076.5138
12	472.9529	-5832.7886
13	2060.8485	-6214.0369
14	3142.0468	-5994.2041
15	3878.1383	-5503.7432

Inviluppo verifiche a taglio

Simbologia adottata

Dir. Direzione di verifica

Ved Taglio agente espresso in [kN]

VRd Taglio resistente espresso in [kN]

FS Fattore di sicurezza

Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - sezione trapezia

Dir.	Ved	VRd	FS	Comb.
X	793.00	2529.98	3.190	1
Y	475.00	2880.06	6.063	1

11.4 Verifiche a galleggiamento tappo di fondo in condizione provvisionale

Si riportano nel seguito le verifiche a galleggiamento di un tratto maggiormente sollecitato di tappo di fondo, realizzato in fase provvisionale per di realizzare l'opera di sbarramento, che risulta essere ad una quota inferiore a quella di falda, ipotizzata in fase provisionale posta a quota +38.0 mslm

Spessore colonna jet grouting =	4.50 m
Quota estradosso jet grouting (sotto falda) =	-3.53 m
Quota intradosso jet grouting (sotto falda) =	-8.03 m
Pressione massima sottospinta = 1.1 x 8.03 x 10.0 =	88.33 kPa
Peso colonna jet grouting = 0.9 x 22.0 x 4.5 =	89.19 kPa

FS = 89.19 / 88.33 = 1.01 > 1 (Verificato)

12 ALLEGATO 3

Vasca alloggiamento panconi

Geometria scatolare

Altezza esterna	4.40	[m]
Larghezza esterna	3.80	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.40	[m]
Spessore piedritto destro	0.40	[m]
Spessore fondazione	0.40	[m]

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati

Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati

F_y componente Y del carico concentrato

F_x componente X del carico concentrato

M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale

V_{ti} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{tf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D_{ti} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Sovraccarichi veicoli)

Distr Terreno X_i= 3.80 X_f= 8.20 V_{ni}= 20.00 V_{nf}= 20.00

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*fck)^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*bw*d>(vmin+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$

$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*fyd*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$

$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*fcd'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha)/(1.0+ctg\theta^2)$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatuta trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

$fcd'=0.5*fcd$

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

$vmin=0.035*k^{3/2}*fck^{1/2}$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)	0.60 f_{ck}
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)	0.45 f_{ck}
Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)	0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w1=0.20 w2=0.30 w3=0.40

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 2

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

γ_{G1fav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

γ_{G2sfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali

γ_{G2fav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali

γ_{Q} Coefficiente parziale sulle azioni variabili

$\gamma_{tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

$\gamma_{c'}$ Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60

Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{\varepsilon fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{\varepsilon sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	**γ**	**Ψ**	**C**
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sovraccarichi veicoli	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X	ascisse (espresse in m) positive verso destra
Y	ordinate (espresse in m) positive verso l'alto
M	momento espresso in kNm
V	taglio espresso in kN
SN	sforzo normale espresso in kN
ux	spostamento direzione X espresso in cm
uy	spostamento direzione Y espresso in cm
σ_t	pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Spinta sui piedritti

Attiva [combinazione 1]
Attiva [combinazione 2]
Attiva [combinazione 3]
Attiva [combinazione 4]
Attiva [combinazione 5]
Attiva [combinazione 6]
Attiva [combinazione 7]
Attiva [combinazione 8]
Attiva [combinazione 9]
Attiva [combinazione 10]

Attiva	[combinazione 11]
Attiva	[combinazione 12]
Attiva	[combinazione 13]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.407062
Longitudine	8.933989
Comune	Genova
Provincia	Genova
Regione	Liguria
Punti di interpolazione del reticolo	16918 - 16696 - 16695 - 16917

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera di importanza strategica
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso molto pericolose	IV - Opere strategiche ed industrie
Vita di riferimento	200 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g =	1.07 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 3.15
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 1.57

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g =	0.50 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss)$ = 1.09
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 0.55
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Mononobe-Okabe
Angolo diffusione sovraccarico	30.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.235	0.000
2	0.235	0.000
3	0.235	0.256
4	0.235	0.249
5	0.235	0.256
6	0.235	0.249
7	0.235	0.256
8	0.235	0.249
9	0.235	0.256
10	0.235	0.249
11	0.235	0.000
12	0.235	0.000
13	0.235	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	37
Numero elementi piedritto sinistro	44
Numero elementi piedritto destro	44
Numero molle piedritto sinistro	45
Numero molle piedritto destro	45

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 23.3209 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 23.3209 [kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000

3.80	8.20	27.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 23.3209 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 5.7937 [kPa] Pressione inf. 29.1146 [kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.8122 [kPa] Pressione inf. 0.8122 [kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 17.9391 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.5306 [kPa]	Pressione inf. 0.5306 [kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000
3.80	8.20	20.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 4.2917 [kPa] Pressione inf. 22.2308 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.8122 [kPa] Pressione inf. 0.8122 [kPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000
3.80	8.20	20.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 4.2917 [kPa] Pressione inf. 22.2308 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.5306 [kPa] Pressione inf. 0.5306 [kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 17.9391 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.8122 [kPa]	Pressione inf. 0.8122 [kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 17.9391 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.5306 [kPa] Pressione inf. 0.5306 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000
3.80	8.20	20.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 4.2917 [kPa] Pressione inf. 22.2308 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 1.2008 [kPa] Pressione inf. 1.2008 [kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000

3.80	8.20	20.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 4.2917 [kPa] Pressione inf. 22.2308 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.7844 [kPa] Pressione inf. 0.7844 [kPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000
3.80	8.20	20.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 4.2917 [kPa] Pressione inf. 22.2308 [kPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000
3.80	8.20	20.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 4.2917 [kPa] Pressione inf. 22.2308 [kPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.04	3.80	0.0000
3.80	8.20	20.0000
8.20	18.20	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 17.9391 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 4.2917 [kPa] Pressione inf. 22.2308 [kPa]

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.20	-65.47	-47.64	-52.33	-38.89	36.49	58.82
1.06	-36.59	-21.58	-26.60	-3.91	36.75	58.82
1.90	-40.55	-16.05	-3.70	25.36	37.01	58.82
2.74	-71.10	-21.58	20.29	49.51	36.75	58.82
3.60	-116.57	-47.64	38.92	53.48	36.49	58.82

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.20	-65.47	-47.64	34.66	46.75	40.54	53.55
2.30	-8.77	-5.62	8.34	11.69	20.27	26.77
4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.20	-116.57	-47.64	-71.08	-34.66	40.54	53.55
2.30	-20.97	-5.62	-23.85	-8.34	20.27	26.77
4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

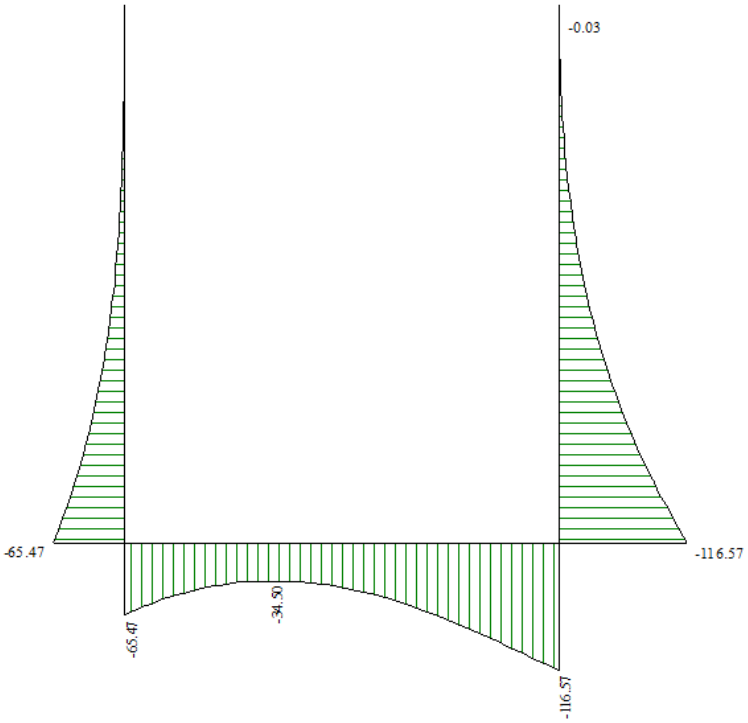


Fig. 12-1: Inviluppo sollecitazioni di momento flettente [kNm/m]

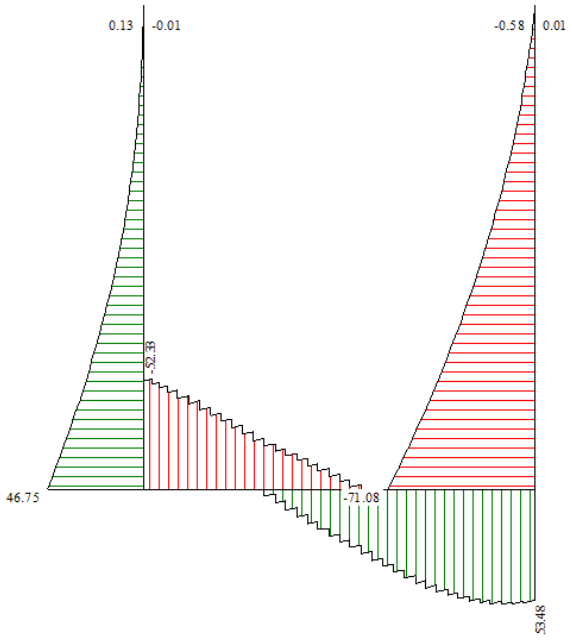


Fig. 12-2: Inviluppo sollecitazioni di taglio [kN/m]

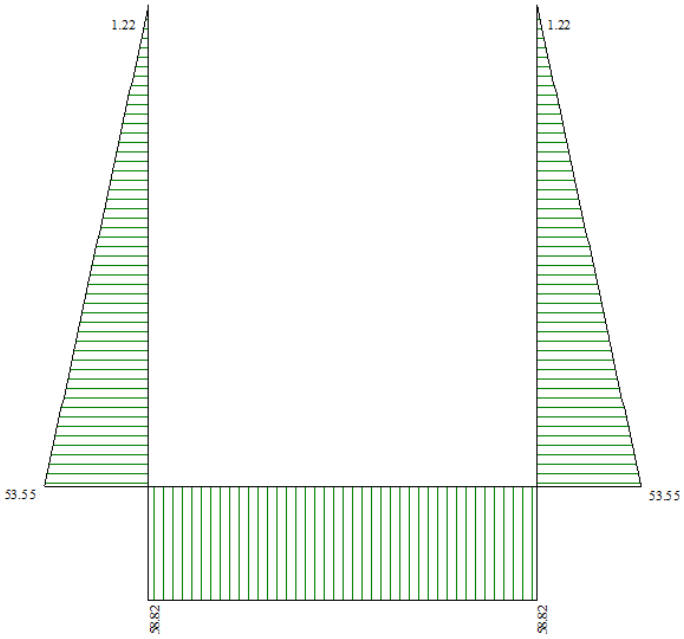


Fig. 12-3: Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale [kN/m]

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0.20	21	58
1.06	32	59
1.90	36	51
2.74	23	45
3.60	0	36

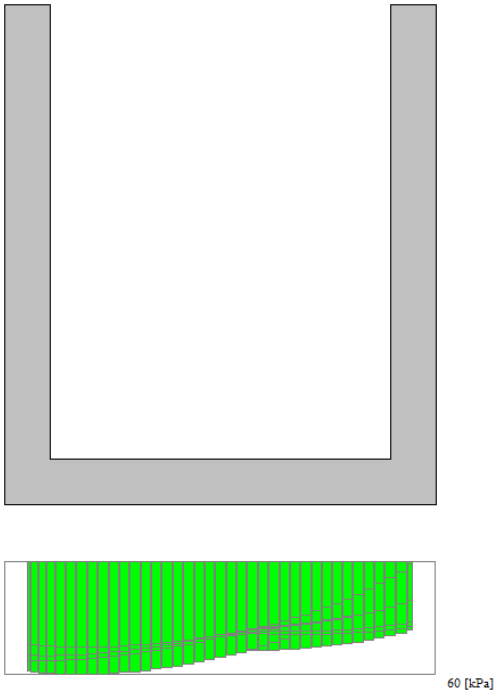


Fig. 12-4: Inviluppo pressioni su terreno di fondazione [kPa]

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.20	20.11	10.05	3.67
1.06	10.05	10.05	4.27
1.90	10.05	10.05	3.54
2.74	10.05	10.05	1.77
3.60	20.11	10.05	2.52

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.20	191.39	0.00	0.00	0.00
1.06	155.73	0.00	0.00	0.00

1.90	155.73	0.00	0.00	0.00
2.74	155.73	0.00	0.00	0.00
3.60	191.39	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.20	10.05	10.05	2.44
2.30	7.70	7.70	11.73
4.40	7.70	7.70	1000.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.20	156.69	0.00	0.00	0.00
2.30	152.97	0.00	0.00	0.00
4.40	149.26	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	CS
0.20	10.05	10.05	1.28
2.30	7.70	7.70	4.35
4.40	7.70	7.70	1000.00

Y	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0.20	156.69	0.00	0.00	0.00
2.30	152.97	0.00	0.00	0.00
4.40	149.26	0.00	0.00	0.00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	20.11	10.05	2322	65326	26710
1.06	10.05	10.05	1650	60903	17808
1.90	10.05	10.05	1799	68350	19261
2.74	10.05	10.05	3117	134973	32026
3.60	20.11	10.05	3998	121705	45236

X	τ_c	A_{sw}
0.20	-126	0.00
1.06	-29	0.00
1.90	58	0.00
2.74	119	0.00
3.60	131	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	10.05	10.05	2933	30083	127527
2.30	7.70	7.70	413	4727	11924
4.40	7.70	7.70	0	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.20	114	0.00
2.30	29	0.00
4.40	0	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 40.00 cm

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	10.05	10.05	5089	50877	237597
2.30	7.70	7.70	1049	10639	47037
4.40	7.70	7.70	0	0	0

Y	τ_c	A_{sw}
0.20	-172	0.00
2.30	-57	0.00
4.40	0	0.00

13 ALLEGATO 4

Copertura vasca alloggiamento panconi

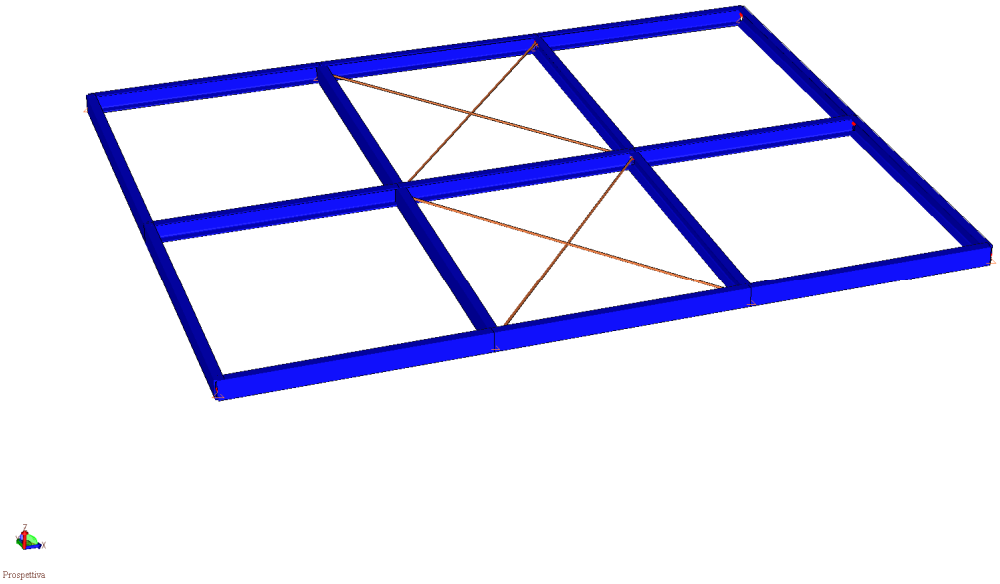


Fig. 13-1: Modello 3D

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche della copertura in carpenteria metallica dei panconi, soggetta ai seguenti carichi:

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	**Copertura Panconi - Scolamatore Bisagno (GE)**
Intestazione del lavoro	**Copertura Panconi - Scolamatore Bisagno (GE)**
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	100 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	200 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo slv
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	1898 anni
Localita'	Genova - (GE)

ag/g	0.1092
F0	2.52
Tc	0.31
Categoria del suolo	B
Fattore topografico	1

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	3
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=2
Duttilita'	Bassa Duttilita'

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONE CIRCOLARE PIENA

Codice	Diametro
2	0.012

SEZIONE PROFILO SEMPLICE

Codice	Codice sezione	Asse Y capovolto
1	UNP 120	No

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Carico neve	1	Condizione 1	Variabile: Neve	0.800000	0.000	0.800000	0.000	0.0000	0.0000
Peso proprio lamiera di alluminio	2	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	0.800000	0.000	0.800000	0.000	1.0000	1.0000

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 1	0.000

Sollecitazioni e verifiche elementi di carpenteria metallica

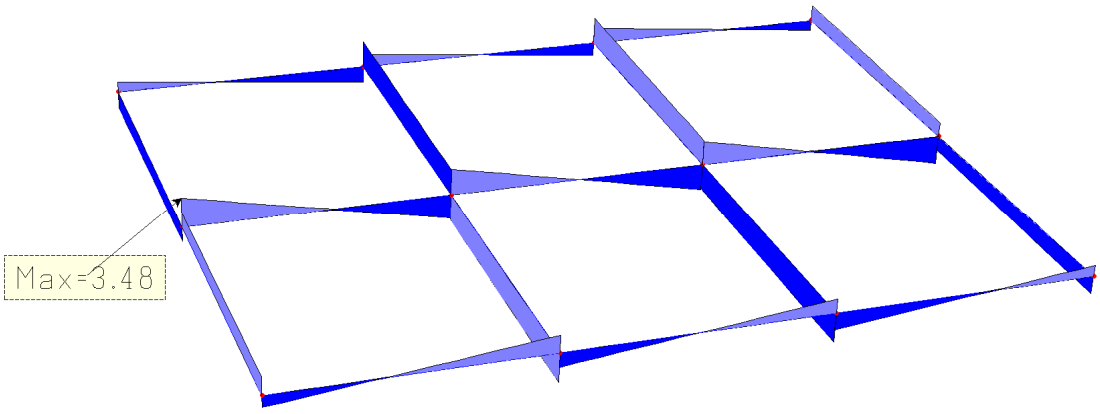


Fig. 13-2: Sollecitazioni di taglio Fy copertura UPN 120 [kN]

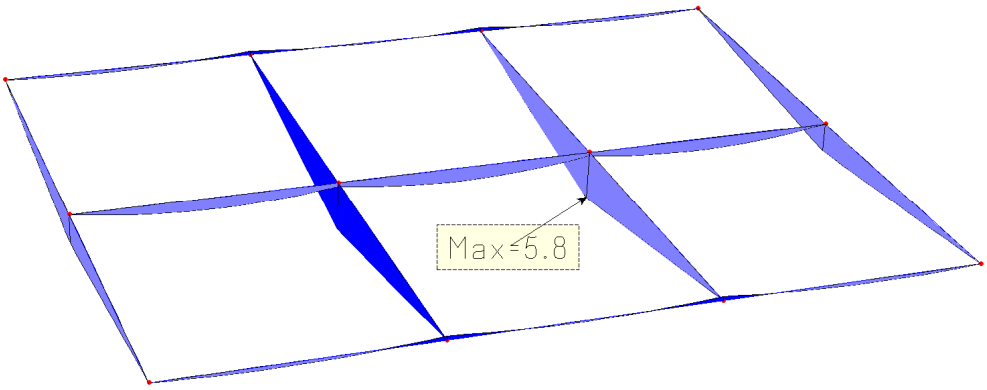


Fig. 13-3: Sollecitazioni di momento flettente Mz copertura UPN 120 [kNm]

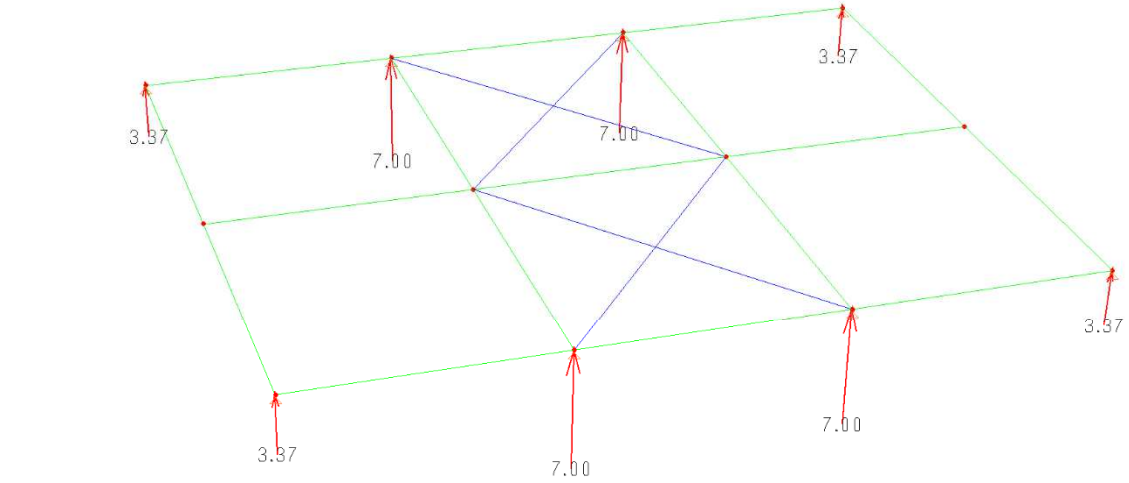


Fig. 13-4: Reazioni vincolari copertura UPN 120 [kN]

- Verifiche e tassi di sfruttamento elementi in carpenteria metallica

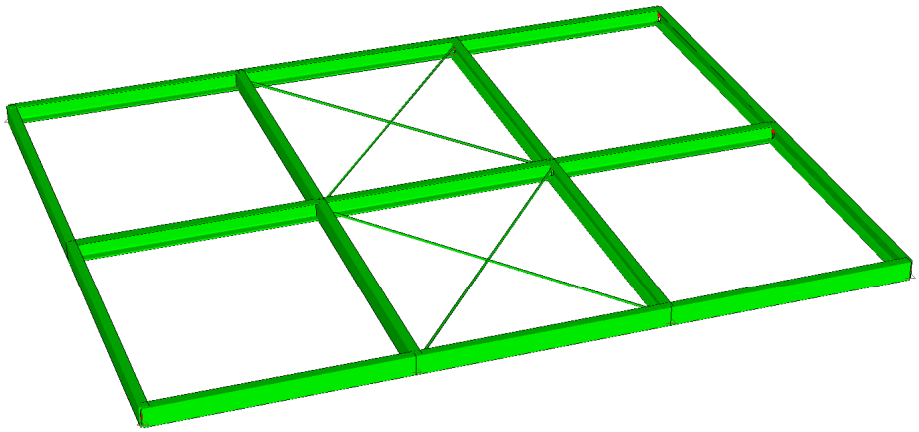




Fig. 13-5: Verifica globale a slu per gli elementi in acciaio (Colore verde = Verifiche soddisfatte)

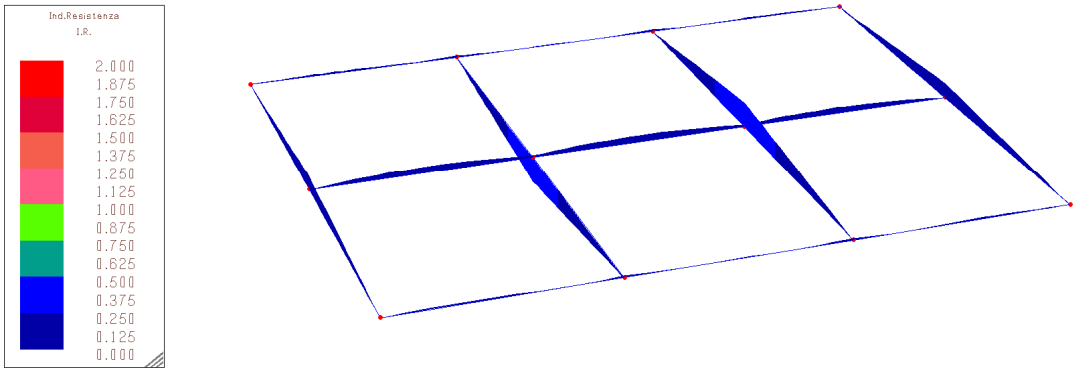


Fig. 13-6: Indici di resistenza a flessione copertura UPN 120 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

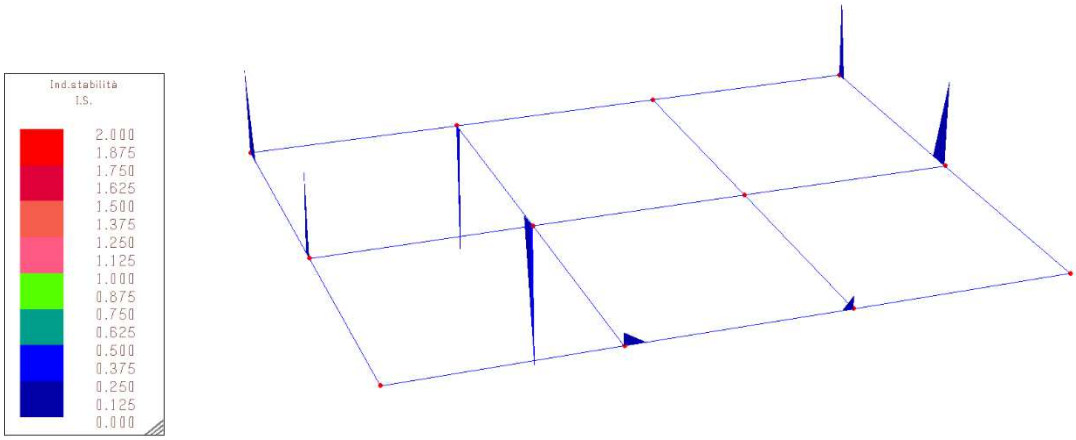


Fig. 13-7: Indici di stabilità della sezione (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

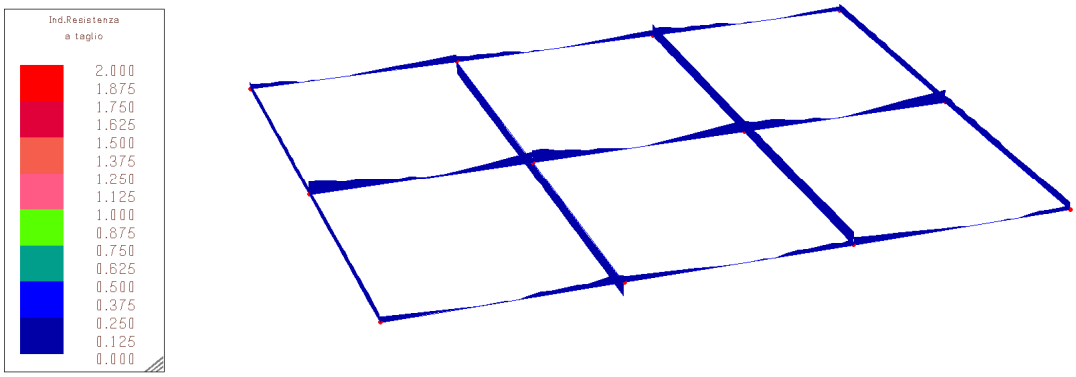


Fig. 13-8: Indici di resistenza a taglio e torsione copertura UPN 120 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)

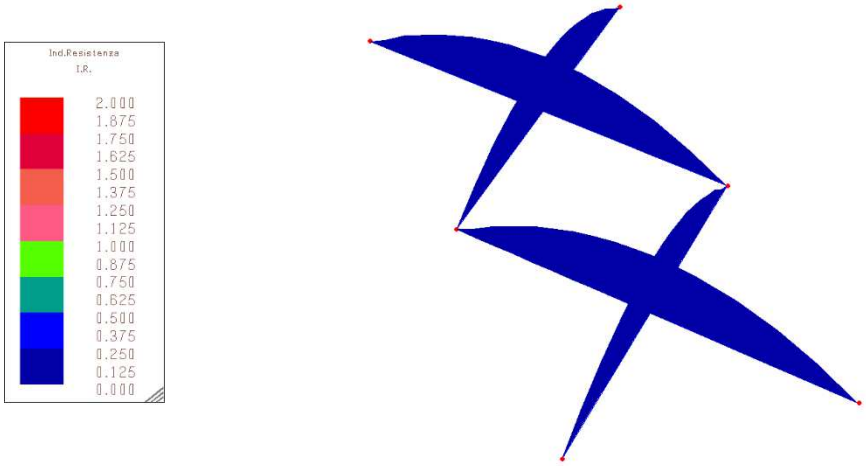


Fig. 13-9: Indici resistenza a trazione controventi Φ12 (Valori < 1 = Verifiche soddisfatte)