

S.F.T.R.F. S.A.
Société Française du Tunnel du Fréjus
S.I.T.A.F. S.p.A.
Società Italiana Traforo Autostradale Fréjus

TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS GALLERIA DI SICUREZZA PARALLELA OPERE ESTERNE LATO ITALIA: PARCHEGGIO SOTTOPASSO INTERRATO

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo opere geotecniche e strutturali

 **LOMBARDI SA**
INGENIEURS-CONSEILS

 **SITEC** engineering s.r.l.



INDICE

	pagina
1. Premesse.....	1
2. Descrizione dell'opera in progetto	1
3. Normativa di riferimento.....	4
4. Caratteristiche dei materiali	6
5. Caratterizzazione dei terreni.....	7
6. Azioni di progetto: sottopasso interrato.....	8
6.1 Azioni permanenti	8
6.1.1 Peso proprio della struttura.....	8
6.1.2 Carichi permanenti	8
6.1.3 Azioni geostatiche	8
6.2 Azioni variabili	9
6.2.1 Carichi mobili	9
6.2.2 Incremento dinamico dei carichi mobili dovuto ad azioni dinamiche.....	10
6.2.3 Azione longitudinale di frenamento	10
6.2.4 Sovraccarico terrapieno	10
6.2.5 Azioni sismiche	10
7. Azioni di progetto: opere di sostegno.....	12
7.1 Azioni permanenti geostatiche sui manufatti esistenti- calcolo delle spinte.....	13
7.2 Azioni geostatiche generate dalle fasi di scavo.....	16
8. Criteri di verifica: stati limite.....	17
8.1 Stato Limite Ultimo: condizioni di verifica con azione sismica	18
8.2 Stato Limite Ultimo: condizioni di verifica senza azione sismica.....	19
8.3 Stati Limite di Esercizio: condizioni di verifica	19
8.4 Stati Limite di Danno: condizioni di verifica	20
9. Metodo di calcolo - schema statico: sottopasso	21
10. Metodo di calcolo: opere di sostegno	22
10.1 Opere di sostegno lato monte	22
10.1.1 Verifica sezioni resistenti	24
10.1.2 Verifica lunghezza di infissione	25
10.1.3 Verifica trave di ripartizione 2° ordine di tiranti	26
10.1.4 Verifica tiranti di ancoraggio	26
10.2 Opere di sostegno lato valle	27
10.2.1 Verifica sezioni resistenti	29
10.2.2 Verifica di infissione	30

10.2.3	Verifica delle travi di ripartizione del 1° e 2° ordine di tiranti.....	- 30 -
10.2.4	Verifica tirante di ancoraggio	- 31 -
ALLEGATO 1:	indagini geognostiche.....	- 33 -
ALLEGATO 2:	sezioni muro esistente.....	- 45 -
ALLEGATO 3:	analisi codice CDWWin del muro esistente.....	- 47 -
ALLEGATO 4:	risultati analisi AXIS VM7 del sottopasso.....	- 48 -
ALLEGATO 5:	risultati analisi AXIS VM7 della berlinese	- 49 -
ALLEGATO 6:	nota integrativa a seguito del Comitato di Sicurezza del 09/05/2005 di Parigi	- 50 -
ALLEGATO 7:	profilo geologico	- 51 -

1. Premesse

La presente relazione illustra i calcoli strutturali di predimensionamento per la costruzione del passaggio della piattaforma antistante il pedaggio del Tunnel del Frejus lato Italia attraverso una struttura sotterranea adibita a parcheggio in direzione perpendicolare al flusso di utenza del tunnel.

L'intervento è inserito nell'ambito della sistemazione generale del piazzale italiano del Traforo del Fréjus nei lavori di costruzione della galleria di sicurezza.

Gli elaborati grafici, la relazione di calcolo e predimensionamento sono redatti ai sensi dell'art. 31 del DPR 554/99 e costituiscono parte integrante del progetto definitivo

2. Descrizione dell'opera in progetto

L'intervento prevede la costruzione di un passaggio sotterraneo adibito a parcheggio all'altezza della piattaforma di accesso al tunnel antistante il pedaggio. Esso occupa l'intera larghezza della piattaforma, dall'attuale muro di contenimento (lato a monte) fino alla testa della scarpata (lato a valle), per una lunghezza di circa 100 metri. Sono previsti 68 posti auto di 4.75 metri di profondità e 2.5 metri di larghezza, disposti su due allineamenti intervallati da una corsia centrale di manovra di 5.50 metri di larghezza per una luce netta totale di 15 metri.

I collegamenti tra il parcheggio sotterraneo e l'esterno sono consentiti attraverso una via d'entrata a senso unico (uscita della A32, lato a monte) e una via di uscita a senso unico (uscita del tunnel, lato a valle). E' stata, inoltre, prevista una seconda via di entrata speculare alla prima via di entrata il cui accesso è consentito alle sole ambulanze al fine di consentirne il passaggio indisturbato in caso di emergenza. Le vie di accesso e di uscita destinate al personale degli uffici direzionali sono a senso unico costituite da rampe con pendenza di 11.80% con raggi di curvatura in asse pari a 11.00 metri per una lunghezza totale di circa 35 metri. La via di entrata dei mezzi di soccorso, invece, ha una pendenza del 12% per una lunghezza totale di circa 34 m. La larghezza delle rampe è di 3.00 metri con l'aggiunta di un camminamento di larghezza pari a 0.60 metri per una luce totale di 3.60 metri.

Il raccordo tra l'autorimessa e l'edificio della direzione del Traforo del Frejus è fatto per mezzo di una galleria pedonale di circa 37.00 metri di lunghezza e di 2 metri di larghezza che sfocia in una bussola dalla quale si accede a due locali tecnici, rispettivamente di 38.64 e 47.93 mq.

Dovendo scavare in adiacenza a opere già esistenti, si rende necessario il preconsolidamento del fronte di scavo al fine di garantire la sicurezza della strada e del cantiere.

In vicinanza dei manufatti già esistenti (muro di sostegno di monte) e a valle del sottopasso, le trincee sono effettuate mediante una paratia tipo berlinese, realizzata con micropali trivellati e due ordini di tiranti in corrispondenza della luce del sottopassaggio di luce L pari a 15.00 m.

La berlinese lato monte è così costituita:

- 30 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza L=8 m e interasse i=50 cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 6 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 t di lunghezza L=17.00 m e interasse i=2.50 m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota -2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

In corrispondenza delle 2 rampe, la paratia tipo berlinese è realizzata con micropali trivellati e due ordini di tiranti (rampa tratto 1), il secondo dei quali è parzialmente realizzato in funzione dell'altezza del fronte di scavo (rampa tratto 2).

La rampa 1, di lunghezza pari a circa 13.00 m, è così costituita:

- 26 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della profondità da 8 m a 5.50 m e interasse i=50 cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 5 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 t di lunghezza L=17.00 m e interasse i=2.50 m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota -2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

La rampa 2, di lunghezza pari a circa 13.00 m, è così costituita:

- 26 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della pendenza da 5.50 m a 4.00 m e interasse $i=50$ cm.
- 1 ordine di tiranti, costituito da 5 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 t di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m).

La berlinese lato valle in corrispondenza del sottopasso $L=20.00$ m è così costituita:

- 40 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza $L=8$ m e interasse $i=50$ cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 6 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 ton di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota -2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

In corrispondenza dell'unica rampa lato valle la berlinese è così costituita da 2 tratti di 13.00 m circa ciascuno, in funzione dell'inclinazione della rampa. Il primo tratto è realizzato come segue:

- 30 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della pendenza da 8 m a 5.50 m e interasse $i=50$ cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 5 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 ton di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota -2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

Il secondo tratto è realizzato come segue:

- 30 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della pendenza da 5.50 m a 4.00 m e interasse $i=50$ cm.
- 1 ordine di tiranti, costituito da 5 tiranti da 45 ton costituiti da 3 trefoli da 15 ton di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m).

Al fine di garantire maggiormente la stabilità del manufatto e dello scavo, il muro esistente di monte viene tirantato ad interasse 2.50 in modo sfalsato rispetto ai tiranti della berlinese.

Dopo le opere di sostegno e terminati gli scavi, vengono messi in opera i manufatti prefabbricati destinati al sostegno dei terreni.

Le azioni di progetto sono riferite ai ponti stradali di 1^a categoria, $q_{1,a}$ ai sensi del D. M. 04/05/1990 (carico mezzi pesanti).

L'opera generale è realizzata con i seguenti elementi:

- **galleria autorimessa, passaggio pedonale di collegamento e muri di sostegno e contenimento terreno:** strutture prefabbricate in cemento armato ordinario (fondazioni, muri) e precompresso (copertura)
- **completamenti e opere di preconsolidamento degli scavi:** calcestruzzo armato gettato in opera e carpenteria metallica.

3. Normativa di riferimento

Per la realizzazione delle strutture in oggetto si fa riferimento alle seguenti norme in vigore riguardanti la valutazione delle condizioni di carico, il calcolo delle sollecitazioni, il dimensionamento delle sezioni e altre considerazioni progettuali:

- Legge 5/11/1971 n°1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. 14/02/1992 "Norme tecniche relative per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche". Per la parte concernente le norme di calcolo e le verifiche col metodo delle tensioni ammissibili e le relative regole di progettazione e di esecuzione;

- D.M. 09/01/1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi";
- Circolare Min. LL. PP. 04/07/1996, n. 156AA.GG./STC. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/1996;
- Circolare Min. LL. PP. 15/10/1996, n. 252AA.GG./STC. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09/01/1996;
- D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- UNI 9858 ENV 206 "Calcestruzzo: Prestazioni Procedure Posa in opera e Criteri di Conformità";
- CNR-UNI 10011, giugno 1988 - "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- D.M. 04/05/1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".
- Circolare n. 34233 del 25/02/1991 "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali";
- Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- CNR 10024/84: "Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo".

4. Caratteristiche dei materiali

Per la realizzazione dell'opera sono previsti i materiali sottoelencati e in base alle norme vigenti le caratteristiche meccaniche e di resistenza dei materiali sono valutate come segue:

CLS sottofondazioni (cemento 32,5 o 42,5)		
Classe di resistenza		C 12/15
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	f_{ck}	12 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$f_{ck,cub}$	15 N/mm ²
CLS fondazioni (cemento 32,5 o 42,5)		
Classe di resistenza		C 20/25
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	f_{ck}	20 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$f_{ck,cub}$	25 N/mm ²
CLS strutture di elevazione (cemento 32,5 o 42,5)		
Classe di resistenza		C 25/30
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	f_{ck}	25 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$f_{ck,cub}$	30 N/mm ²
CLS strutture di elevazione (cemento 32,5 o 42,5)		
Classe di resistenza		C 30/37
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	f_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$f_{ck,cub}$	37 N/mm ²
Acciaio per trefoli sezione nominale 28.2 mm²		
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{p(1)k}$	1860 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{ptk}	2060 N/mm ²
Acciaio in barre ad aderenza migliorata per armatura lenta FeB 44 k controllato in stabilimento		
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	≥ 430 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	≥ 540 N/mm ²
Modulo di elasticità normale	E	206 kN/mm ²
Modulo di elasticità tangenziale	G	78400 N/mm ²
Acciaio per carpenteria metallica Fe 430 B (spessori ≤ 40 mm)		
Tensione di rottura a trazione	430 N/mm ² ≤ f_t ≤ 560 N/mm ²	
Tensione di snervamento	f_y	≥ 275 N/mm ²
Resilienza	KV	27 J

Allungamento percentuale a rottura per profilati e piatti ε_t		≥ 24
Acciaio Fe 510 B (spessori ≤ 40 mm)		
Tensione di rottura a trazione	$510 \text{ N/mm}^2 \leq f_t \leq 650 \text{ N/mm}^2$	
Tensione di snervamento	f_y	$\geq 355 \text{ N/mm}^2$
Resilienza	KV	27 J
Allungamento percentuale a rottura per profilati e piatti ε_t		≥ 22
Bulloni A.R. - Classe vite 8.8		
Resistenza a rottura per trazione	f_t	800 N/mm^2
Resistenza allo snervamento	f_y	640 N/mm^2
Resistenza caratteristica di un bullone a taglio	$f_{k,N}$	396 N/mm^2
Resistenza caratteristica di un bullone a trazione	$f_{k,N}$	560 N/mm^2
Forza di trazione nel gambo in fase di serraggio $N_5=0,8 f_{k,N} A_{Res}$ (per bullone $\varnothing 18$, $A_{Res}=192 \text{ mm}^2$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV)		86 kN
Forza di trazione nel gambo in fase di serraggio $N_5=0,8 f_{k,N} A_{Res}$ (per bullone $\varnothing 20$, $A_{Res}=245 \text{ mm}^2$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV)		110 kN
Forza di trazione nel gambo in fase di serraggio $N_5=0,8 f_{k,N} A_{Res}$ (per bullone $\varnothing 22$, $A_{Res}=303 \text{ mm}^2$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV)		136 kN
Forza di trazione nel gambo in fase di serraggio $N_5=0,8 f_{k,N} A_{Res}$ (per bullone $\varnothing 24$, $A_{Res}=353 \text{ mm}^2$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV)		158 kN
Coppia di serraggio per indurre N_5 (per d diam. nominale di filettatura del bullone $\varnothing 18$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV) $T_5 0,2 N_5$ d		309 N m
Coppia di serraggio per indurre N_5 (per d diam. nominale di filettatura del bullone $\varnothing 20$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV) $T_5 0,2 N_5$ d		439 N m
Coppia di serraggio per indurre N_5 (per d diam. nominale di filettatura del bullone $\varnothing 22$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV) $T_5 0,2 N_5$ d		597 N m
Coppia di serraggio per indurre N_5 (per d diam. nominale di filettatura del bullone $\varnothing 24$, cfr. UNI 10011 prospetto 4-IV) $T_5 0,2 N_5$ d		759 N m

5. Caratterizzazione dei terreni

Per la caratterizzazione si fa riferimento sia alle indagini geotecniche condotte dalla SITAF (1966 e 1973) e dal Settore geologico della Regione (1973) allegato al progetto preliminare MUSI.NET, sia alla campagna di indagini effettuate nel novembre 2004 dalla società GEOTECNO (ALLEGATO 1: indagini geognostiche). Sono, pertanto, impiegati i seguenti parametri geomeccanici per il dimensionamento delle fondazioni:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

Viene calcolata la spinta a riposo agente sulle pareti di altezza $H = 4.05$ m, in quanto la struttura è considerata rigida, per cui:

$$P_0 = \gamma \cdot H \cdot K_0 = 3848 \frac{\text{daN}}{\text{m}}$$

con K_0 coefficiente di spinta a riposo pari a:

$$K_0 = 1 - \sin \phi = 0.5$$

A tale valore va sommato il contributo della spinta dovuto al sovraccarico S_t (vedi paragrafo 6.2.4) e alla pavimentazione bituminosa (vedi paragrafo 6.1.2) pari a:

- $S_t \cdot K_0 = 1250$ daN/m
- Pav. bit. $\cdot K_0 = 150$ daN/m

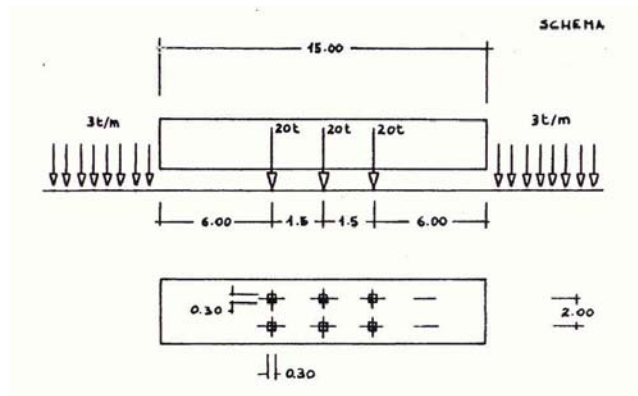
L'andamento è di tipo trapezoidale (somma dell'andamento triangolare di P_0 e uniforme di S_t e della pavimentazione bituminosa) con base minore pari a 1400 daN/m e base maggiore pari a 5200 daN/m.

6.2 Azioni variabili

Nel calcolo delle azioni variabili (denominate con la lettera Q) vengono prese in conto le seguenti azioni.

6.2.1 Carichi mobili

Data la destinazione d'uso dell'opera (1^a categoria secondo il D. M. 04/05/90: ponti stradali per il transito dei carichi mobili con il loro intero valore), si prende in considerazione il carico di mezzo convenzionale da 60 t a tre assi e il carico ripartito pari a 3t/m disposto lungo l'asse di una corsia d'ingombro secondo lo schema riportato nella figura seguente:



per cui $q_{1,a} = 60000 \text{ daN}$

e $q_{1,b} = 3000 \text{ daN/m}$

E' allora presa in considerazione la combinazione definita come riportato in figura ed essendo la luce del sottopasso pari a 15 m non viene considerato il carico di 3t/m.

6.2.2 Incremento dinamico dei carichi mobili dovuto ad azioni dinamiche

L'entità dei carichi mobili deve essere maggiorata per tener conto degli effetti dinamici. L'incremento dinamico q_2 è fornito da

$$q_2 = (\phi - 1) \cdot q_1$$

dove ϕ vale

$$\phi = 1.4 - \frac{L - 10}{150} = 1.36$$

dove L è nel caso in esame la luce di calcolo della campata su cui è applicato $q_{1,a}$, ed è pari a circa L=15 m.

Per cui $q_2 = 0.36 \times 60 = 21600 \text{ daN}$

e $q_2 = 0.36 \times 3 = 1080 \text{ daN/m}$

6.2.3 Azione longitudinale di frenamento

La forza di frenamento si assume agente nella direzione dell'asse della strada ed al livello della superficie stradale, con intensità pari ad 1/10 della singola colonna di carico più pesante per ciascuna carreggiata. Essa deve comunque risultare non inferiore al 20% (ponti di 1° categoria) del totale del carico $q_{1,a}$ che può interessare la struttura.

Per cui $q_3 = 12000 \text{ daN}$

6.2.4 Sovraccarico terrapieno

Per l'opera in oggetto viene considerato un sovraccarico sul terrapieno che permette il transito veicolare con sicurezza durante i lavori pari a:

$$S_t = 2500 \text{ daN/mq}$$

6.2.5 Azioni sismiche

Secondo l'Allegato 1 alla Ord. P.C.M. 20/03/2003, n. 3274, contenente la nuova classificazione sismica di tutti i Comuni di Italia, il sito di realizzazione dell'opera si trova in zona 3.

Per il calcolo dell'azione sismica si procede con l'identificazione di alcuni parametri descritti nel seguito:

- Categoria di suolo di fondazione

Il suolo di fondazione in esame è classificato: D

“depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati, oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 <180 m/s (NSPT<15, cu<70 kPa)” sulla base dello “Studio geologico - tecnico per la valutazione di un’area da adibire a piano di posa del materiale di risulta del traforo”, redatto dal Servizio geologico Regione Piemonte 1973 e dalle recenti indagini geognostiche effettuate nel novembre 2004 dalla società GEOTECNO, i cui risultati sono riportati in ALLEGATO 1: indagini geognostiche.

- Valore dell’accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A a_g

Il valore di a_g espresso come frazione dell’accelerazione di gravità da adottare nella zona sismica 3 della suddivisione del territorio nazionale è pari a $0.15 \cdot g$.

- Spettro di risposta elastico

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale moltiplicata per il valore dell’accelerazione massima del terreno che caratterizza il sito.

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito da:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left(1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2.5 - 1) \right) \text{ per } 0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \text{ per } T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \text{ per } T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \text{ per } T_D \leq T$$

I valori di T_B T_C T_D e S da assumere dipendono dalla categoria di suolo di fondazione (vedi tabella 2 del D.M., progettazione/ponti).

Per ricavare lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale, è necessario calcolare T , periodo di vibrazione dell’oscillatore semplice, calcolato secondo la seguente espressione:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K}}$$

dove m è la massa agente sulla soletta (data dal peso proprio della soletta con i carichi portati, peso proprio del terreno, carichi variabili e sovraccarichi) e K è la rigidezza della struttura.

η è un fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ , espresso in punti percentuali, diverso da 5:

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito da:

$$S_{ve}(T) = 0.9 \cdot a_g \cdot S \cdot \left(1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3 - 1) \right) \text{ per } 0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3 \text{ per } T_B \leq T < T_C$$

$$S_{ve}(T) = 0.9 \cdot a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \text{ per } T_C \leq T < T_D$$

$$S_{ve}(T) = 0.9 \cdot a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 3 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \text{ per } T_D \leq T$$

I valori di T_B , T_C , T_D e S da assumere sono tabellati in 3 dell'Ordinanza 3274, progettazione/ponti.

Lo spettro di risposta elastico dello spostamento, derivato direttamente dallo spettro di risposta dell'accelerazione, è definito da:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2$$

7. Azioni di progetto: opere di sostegno

Dovendo scavare in adiacenza a opere già esistenti, si rende necessario il preconsolidamento del fronte di scavo al fine di garantire la sicurezza della strada e del cantiere. In particolare vengono verificate le opere per:

- messa in sicurezza dello scavo sul piazzale al fine di permettere sia le lavorazioni per la costruzione del sottopasso sia l'esercizio veicolare durante i lavori in aree adiacenti;

- per il tratto relativo alle due rampe di accesso, che sono previste in adiacenza oltre che all'area del piazzale anche al muro di sostegno in cemento armato, le strutture provvisoriale sono progettate per garantire la sicurezza dello scavo e del manufatto.

Le opere destinate al preconsolidamento degli scavi non sono dimensionate con carichi sismici in quanto si tratta di opere a carattere provvisoriale che vengono sostituite in rapida successione dalle opere definitive.

Le azioni da prendere in conto sono:

- Spinte geostatiche sui manufatti esistenti con carico variabile (se presente)
- Spinte geostatiche generate dalla presenza del cantiere con carico mobile

7.1 Azioni permanenti geostatiche sui manufatti esistenti- calcolo delle spinte

Nel presente paragrafo sono determinate le sollecitazioni (M, N, T) che il terreno trasmette al muro e le pressioni esercitate dal muro sul suolo di fondazione.

In dipendenza del tipo di deformazione del materiale costituente il terrapieno possono distinguersi due situazioni limiti per le azioni di contatto. La prima, corrispondente alla spinta attiva, si verifica quando gli spostamenti dell'opera sono tali da indurre nel terreno da questa sostenuto una dilatazione in direzione laterale; la seconda, corrispondente alla spinta passiva, si verifica quando le deformazioni laterali del terreno sono di compressione.

Il calcolo della spinta attiva e passiva viene effettuato mediante la teoria di Coulomb che considera l'equilibrio limite globale di un cuneo di terreno delimitato dal paramento dell'opera di sostegno, dalla superficie limite del terreno e dalla potenziale superficie di scorrimento. Il procedimento dell'equilibrio limite è stato esteso successivamente per via analitica da Muller-Breslau a casi generali, in cui il terrapieno sia soggetto a un carico q uniformemente distribuito e infinitamente esteso. Si ricavano, quindi, la spinta attiva e la spinta passiva come:

$$P_A = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot H^2 \cdot K_A + q \cdot K_A \cdot H$$

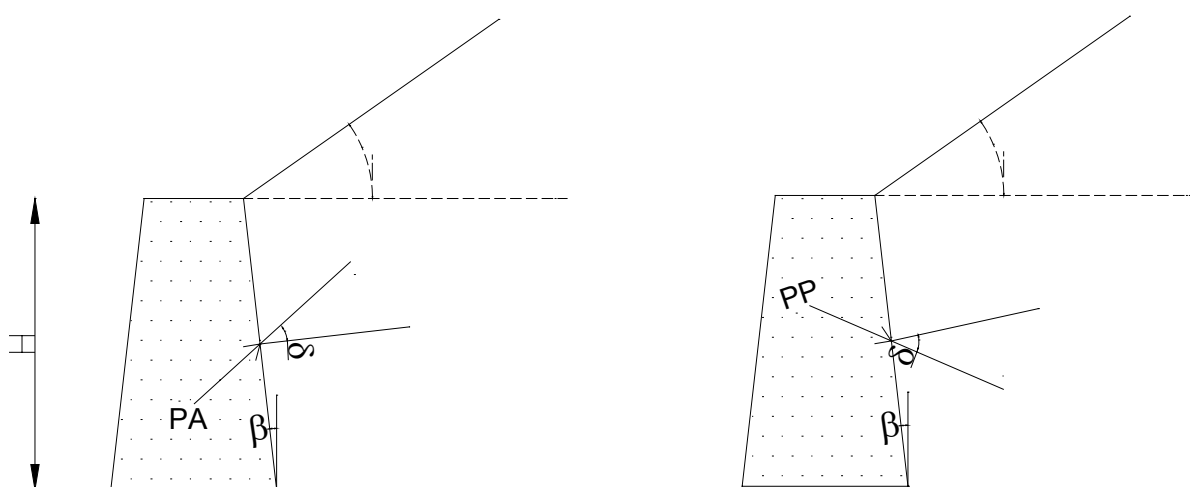
$$P_P = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot H^2 \cdot K_P + q \cdot K_P \cdot H$$

dove K_A e K_P sono date dalle seguenti relazioni:

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta) \cdot \sin(\phi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\phi' + \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta) \cdot \sin(\phi' + i)}{\cos(\beta - \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

nelle quali i simboli fanno riferimento al seguente schema.



Con riferimento agli elaborati grafici in ALLEGATO 2: sezioni muro esistente (documentazione SITAF), si hanno i seguenti parametri per il pannello a cui corrisponde alla situazione più sfavorevole.

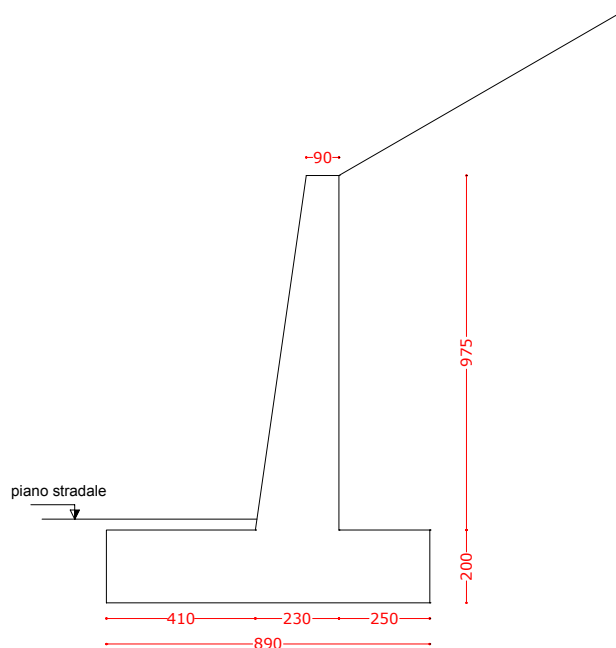
$$\beta=0$$

$$i=30^\circ$$

$$\delta=2/3\phi$$

Il calcolo delle spinte e delle sollecitazioni viene effettuato con il codice di calcolo CDWWin (ALLEGATO 2) in condizioni di spinta attiva.

Di seguito, è riportata la sezione del muro schematizzata con il codice CDWWin.



Nella tabella seguente sono riportati i valori delle sollecitazioni al piede del muro.

combinazioni	M (daNm)	N (daN)	T (daN)
permanente	205602	47365	61750
perm.+variabile	221237	48373	65312

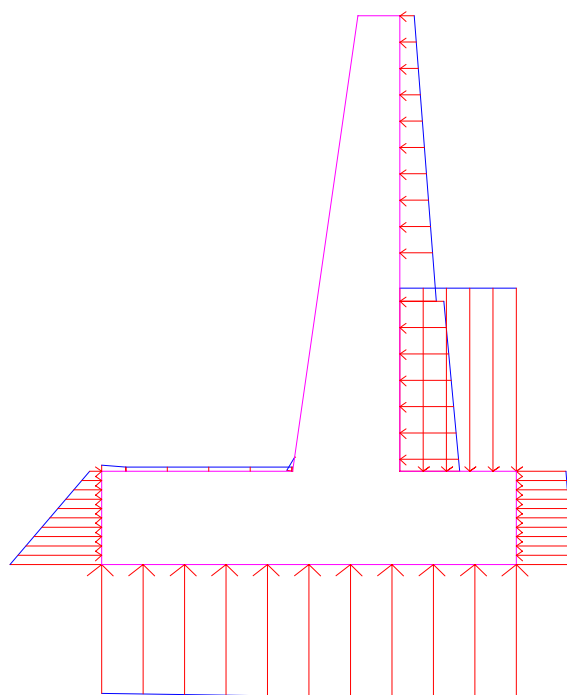
Tali sollecitazioni di progetto insistono sulla palificata di sostegno. In via conservativa, in corrispondenza della luce del sottopasso, il muro esistente viene dotato di tiranti per assorbire il taglio T. Inoltre, si prende in considerazione la combinazione che induce sollecitazioni maggiori.

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle pressioni al piede del muro.

combinazioni	Pressione sx (daN/mq)	Pressione dx(daN/mq)
permanente	20373	19573
perm.+variabile	21708	19232

In via conservativa, si considera una distribuzione uniforme delle pressioni pari a 21708 daN/mq, data dalla combinazione più sfavorevole.

Nella figura seguente è raffigurato il muro esistente e le pressioni esercitate dal muro. I valori delle pressioni sono riportati in ALLEGATO 3: analisi codice CDWWin.



Per realizzare il sottopasso, è necessario tagliare il piede del muro per un tratto pari a $l = 3.50$ m. Per cui, il valore della risultante per tale lunghezza del piede è pari a 75978 daN per un tratto di muro pari a 1.00 metro. La risultante, applicata nel baricentro, è traslata di 2.10 metri verso monte (posizione dei pali). Per conservare l'equilibrio alla rotazione, è necessario maggiore la risultante di un valore pari a 715/505 cm. Per cui, la risultante è pari a 107573 daN.

Nella nuova configurazione (piede del muro tagliato dopo aver realizzato la berlinese), si verifica la berlinese con la risultante e un carico geostatico calcolato con spinta a riposo a monte della palificata, spinta passiva a valle con coefficiente di sicurezza pari a 2 e sovraccarico di 20000daN/m.

7.2 Azioni geostatiche generate dalle fasi di scavo

Per quanto riguarda l'opera di sostegno a valle del sottopasso, si procede calcolando la spinta del terreno (permanente) e del sovraccarico.

Viene calcolata la spinta a riposo per un'altezza $H = 8.00$ m, per cui:

$$P_0 = \gamma \cdot H \cdot K_0 = 7600 \frac{\text{daN}}{\text{m}}$$

con K_0 coefficiente di spinta a riposo pari a:

$$K_A = 1 - \sin \phi = 0.5$$

A tale valore va sommato il contributo della spinta dovuto al sovraccarico S_t (vedi paragrafo 6.2.4) pari a:

$$- S_t \cdot K_0 = 1250 \text{ daN/m}$$

8. Criteri di verifica: stati limite

Le verifiche di predimensionamento sono effettuate con il metodo degli Stati Limite. Gli Stati Limite sono stati al di là dei quali la struttura non soddisfa più le esigenze di comportamento per le quali è stata progettata. Date le recenti disposizioni, la struttura del sottopasso viene verificata secondo le regole generali dell'Ord. P.C.M. 20/03/2003, n. 3274, del D. M. 04/05/90 e del D. M. 09/01/96 per le parti vigenti e per quanto riguarda le azioni e per quanto riguarda i materiali. Si tralascia, invece, la verifica sismica per le opere provvisorie di sostegno.

Per ciò che riguarda le azioni, esse sono distinte in:

- Valori caratteristici F_k delle azioni (definiti dal cliente o dal progettista o dai codici relativi ai carichi)
- Valori rappresentativi principali delle azioni variabili Q_k e Q_k moltiplicati per i fattori ψ_i , specificati dalla normativa vigente. Questi ultimi sono definiti come segue:

$$\text{valore di combinazione: } \psi_0 Q_k$$

$$\text{valore frequente: } \psi_1 Q_k$$

$$\text{valore quasi-permanente: } \psi_2 Q_k$$

- Valori di calcolo delle azioni espressi in termini generali come:

$$F_d = \gamma_F F_k$$

dove i vari γ_F sono i fattori di sicurezza per l'azione considerata.

Per ciò che riguarda i materiali, essi sono distinti in:

- Valori caratteristici X_k specificati in norme appropriate
- Valori di calcolo definito come

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

dove γ_M è il fattore di sicurezza parziale della proprietà del materiale definito dalla normativa.

E' necessario verificare che nessuno stato limite significativo sia superato e prendere in conto tutte le situazioni di progetto e i casi di carico significativi. Le verifiche sono distinte in Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite di Esercizio (SLE), e per il sottopasso in Stati Limite di Danno, descritte nel seguito.

8.1 Stato Limite Ultimo: condizioni di verifica con azione sismica

La verifica allo SLU deve essere effettuata per la seguente combinazione degli effetti dell'azione sismica con le altre azioni:

$$\gamma_1 \cdot E + G_K$$

dove

$\gamma_1 \cdot E$ azione sismica per lo SLU (γ_1 è definito fattore di importanza ed è pari a 1.3)

G_K carichi permanenti al loro valore caratteristico

Ai fini del progetto e per evitare il ricorso ad analisi non lineari, le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso un fattore riduttivo delle forze elastiche, denominato fattore di struttura q . L'azione sismica di progetto $S_d(T)$ è in tal caso data dallo spettro di risposta elastico con le ordinate ridotte utilizzando il fattore q .

Trattandosi di un'opera interrata, non viene considerata l'azione sismica in direzione orizzontale in quanto si ipotizza che la struttura sia solidale al terreno. Si considera solo l'azione verticale.

Lo spettro di progetto per le componenti verticali è definito come:

$$S_d(T) = 0.9 \cdot a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{3}{q} - 1 \right) \right] \text{ per } 0 \leq T < T_B$$

$$S_d(T) = 0.9 \cdot a_g \cdot S \cdot \frac{3}{q} \text{ per } 0 \leq T < T_B$$

$$S_{vd}(T) = 0.9 \cdot a_g \cdot S \cdot \frac{3}{q} \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right) \text{ per } T_c \leq T < T_D$$

$$S_d(T) = 0.9 \cdot a_g \cdot S \cdot \frac{3}{q} \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right) \text{ per } T_D \leq T$$

Nel caso in esame q è pari a 1.

8.2 Stato Limite Ultimo: condizioni di verifica senza azione sismica

La normativa relativa alla progettazione in zona sismica suggerisce la verifica agli SLU senza considerare il sisma, ma introducendo eventuali azioni orizzontali quali il vento. Trattandosi di opera interrata assimilata a un ponte, l'unica azione orizzontale considerata è l'azione longitudinale di frenamento.

Nella valutazione di uno stato limite per rottura o per deformazione eccessiva di una sezione o di un elemento deve essere verificato che:

$$S_d \leq R_d$$

in cui S_d rappresenta il valore di calcolo di una sollecitazione e R_d la resistenza di calcolo corrispondente.

Per quanto riguarda i materiali, i fattori di sicurezza sono elencati nella seguente tabella:

Tipo di verifica	Acciaio γ_s	Calcestruzzo γ_c
Stato limite ultimo	1.15	1.6 per c.a.

I valori di calcolo delle azioni (permanenti, variabili) devono essere combinati secondo le indicazioni riportate nella seguente tabella (combinazioni riportate nel D.M. 04/05/1990):

SLU	Azioni gruppo	g_1	g_2	g_3	q_1	q_2	q_3
	U I	1.5 (1)	1.5 (1)	1.5 (0.5)	0	0	0
	U II	1.5 (1)	1.5 (1)	1.5 (0.5)	1.5	1.5	0
	U III	1.5 (1)	1.5 (1)	1.5 (0.5)	1.5	1.5	1.5

I valori tra le parentesi sono da prendere in conto quando danno luogo a situazioni sfavorevoli.

8.3 Stati Limite di Esercizio: condizioni di verifica

Per l'opera da eseguire, è effettuata anche la verifica allo SLE durante la quale non si tiene conto dell'azione sismica.

Nella valutazione dello SLE di una sezione o di un elemento deve essere verificato che:

$$E_d \leq R_d$$

in cui E_d è l'effetto di calcolo delle azioni, determinato sulla base di una delle combinazioni sotto definite e R_d valore nominale di certe proprietà di calcolo dei materiali, corrispondenti agli effetti di calcolo delle azioni considerate.

Nella seguente tabella vengono indicati i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni e le combinazioni delle azioni prese in considerazione nel paragrafo 6, ai sensi del D. M. 04/05/90.

SLE	Azioni gruppo	g ₁	g ₂	g ₃	q ₁	q ₂	q ₃
	F I	1	1	1 (0.7)	0	0	0
	F II	1	1	1 (0.7)	ψ ₁ (=0.93)	ψ ₁ (=0.93)	0
	F III	1	1	1 (0.7)	ψ ₂ (=0.65)	ψ ₂ (=0.65)	0

I valori tra le parentesi per l'azione g₃ sono da prendere in conto quando danno luogo a situazioni sfavorevoli.

I coefficienti ψ₁ e ψ₂ sono ricavati ai sensi del D. M. 04/05/90 con le seguenti formule:

$$\Psi_1 = 0.4 + 0.74 \cdot \left(\frac{100 - L}{100} \right)^2$$

$$\Psi_2 = 0.25 + 0.556 \cdot \left(\frac{100 - L}{100} \right)^2$$

per le strutture principali con luce di calcolo L compresa tra 10 e 100 metri. Nel caso in esame L = 15 metri e ψ₁ è pari a 0.93 e ψ₂ è pari a 0.65.

Per quanto riguarda i materiali, i fattori di sicurezza sono assunti pari all'unità.

8.4 Stati Limite di Danno: condizioni di verifica

La verifica allo SLD deve essere effettuata per la seguente combinazione degli effetti dell'azione sismica con le altre azioni

$$\gamma_1 \cdot E + G_K$$

Lo spettro di progetto da adottare per la limitazione dei danni può essere ottenuto riducendo lo spettro elastico secondo un fattore 2.5.

Si verifica, quindi, che gli spostamenti strutturali non producano danni tali da rendere inagibile il sottopasso. Tale condizione è soddisfatta quando gli spostamenti interpiano (differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore) ottenuti dall'analisi (dr) sono inferiori a:

- per edifici con tamponamenti collegati elasticamente alla struttura

dr < 0.0075 h, dove h è l'altezza del piano.

9. Metodo di calcolo - schema statico: sottopasso

Il calcolo viene effettuato attraverso il software AXIS VM 7, per il quale la Sitec è concessionaria. AXIS, basato sul Metodo degli Elementi Finiti, permette, inoltre, di scegliere il tipo di codice normativo, per cui sono automaticamente definite le caratteristiche meccaniche dei materiali (definite nel paragrafo 5) e le dimensioni delle sezioni. Esso contiene anche la normativa italiana per il calcolo dei carichi sismici in accordo con il metodo dell'analisi spettrale.

Lo schema statico adottato è quello di un telaio incastrato ai piedi e incernierato nei nodi. Esso è caricato con le azioni descritte nel paragrafo 6. Gli schemi di carico sono riportati nell'ALLEGATO 4: risultati analisi AXIS VM7 del sottopasso.

I carichi sismici vengono presi in considerazione con il metodo dell'analisi spettrale, differenziando lo spettro per lo stato limite ultimo e di danno. Tale metodo richiede che venga preventivamente calcolato un certo numero di frequenze di vibrazione e le corrispondenti forme modali sulla struttura lineare non smorzata. Per ottenere tali parametri, il codice di calcolo opera tenendo conto delle proprietà geometriche e meccaniche degli elementi strutturali e delle masse associate a ciascun piano del telaio. Vengono allora calcolate in modo automatico le matrici di massa (M) e di rigidità (K) che descrivono il modello matematico della struttura e risolte le equazioni del moto calcolando gli autovalori della matrice $M^{-1}K$. I corrispondenti autovettori rappresentano i modi di vibrare.

Basandosi su questi modi di vibrare AXIS genera forze statiche equivalenti (per ogni modo di vibrare) che sono applicate al modello in una analisi statica, eseguita successivamente. Gli effetti sismici sono analizzati nelle direzioni globali X, Y e Z e i parametri di risposta relativi a ciascun modo sono combinati utilizzando il metodo SRSS o CQC, come suggerito dalla normativa.

Terminata l'analisi dinamica, si imposta l'analisi statica che consente di calcolare sollecitazioni e spostamenti secondo combinazioni di carico definite dall'utente o in automatico secondo la normativa agli stati limite ultimi con e senza sisma (contemporaneamente), agli stati limite di danno e di esercizio (separatamente). Ottenuti le sollecitazioni e gli spostamenti critici per ogni stato limite, si procede con le verifiche descritte nel paragrafo 8. I risultati delle analisi sono riportati interamente nell'ALLEGATO 4: risultati analisi AXIS VM7 del sottopasso.

Il dimensionamento delle sezioni della struttura è eseguito sulla base dei valori massimi critici.

10. Metodo di calcolo: opere di sostegno

Nel seguito, vengono illustrati i metodi di calcolo e le verifiche relative alle 2 opere di sostegno a monte e a valle del sottopasso.

10.1 Opere di sostegno lato monte

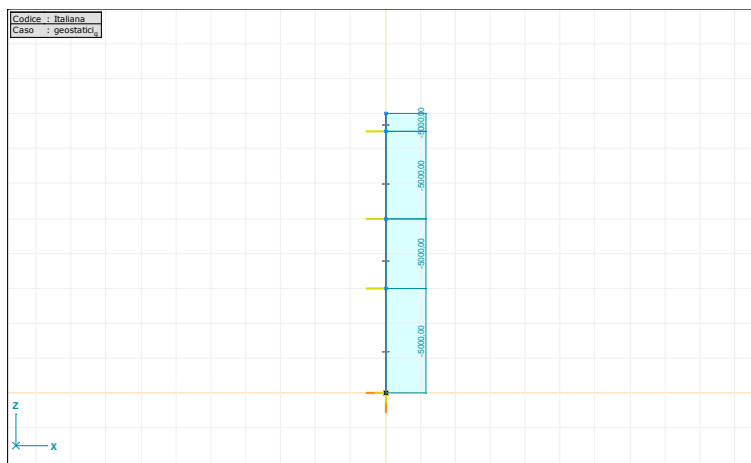
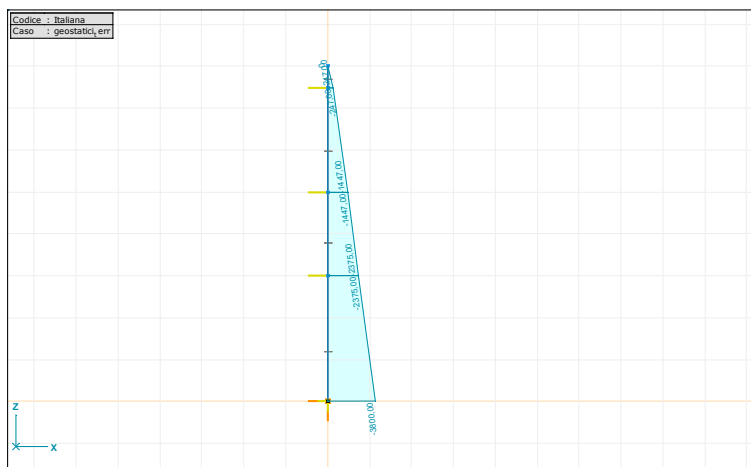
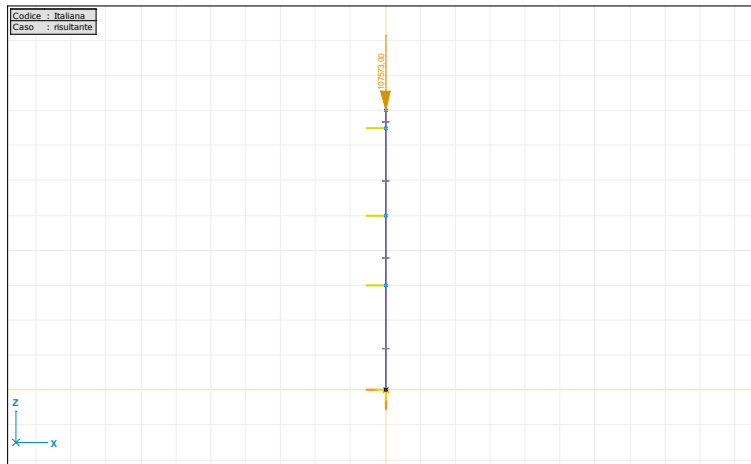
Per quanto riguarda l'opera di sostegno in adiacenza al muro di monte, essa viene verificata unicamente allo stato limite ultimo senza azione sismica adottando i seguenti schemi statici:

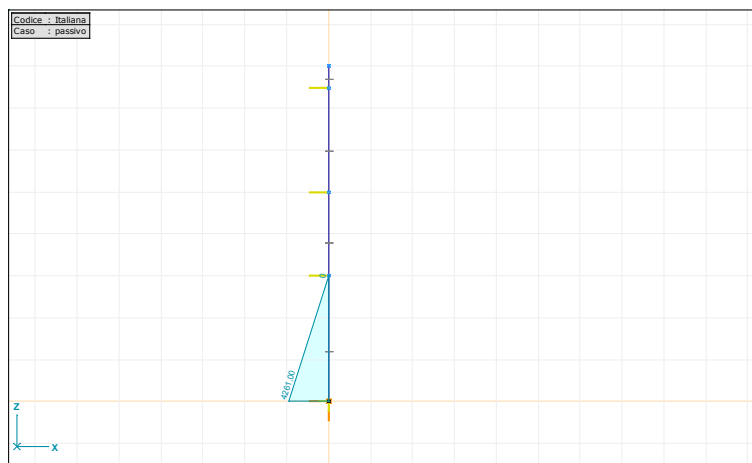
- Sezione rampe: trave continua incastrata al piede con 3 appoggi, di cui il primo corrisponde all'infissione del micropalo nel terreno e il secondo e terzo agli ordini dei tiranti, per un tratto pari a circa 13.00 m dall'attacco del sottopasso (rampe 1); trave continua incastrata al piede con 2 appoggi, di cui il primo corrisponde all'infissione del micropalo nel terreno e il secondo al tirante, per il rimanente delle rampe (rampe2);
- Sezione luce sottopasso: trave continua incastrata al piede con 3 appoggi, di cui il primo corrisponde all'infissione del micropalo nel terreno e il secondo e terzo agli ordini dei tiranti.

Il micropalo avendo una lunghezza totale di 8.00 metri ha 0.52 metri di sbalzo in testa per entrambe le sezioni.

Sezione	$L_{[1]}$ (m)	$L_{[2]}$ (m)	$L_{[3]}$ (m)
Sottopasso	2.50	1.98	3.00
Rampe 1	2.50	1.98 - 0.00	3.00
Rampe 2	1.98 - 0.00	3.00	-

Sono riportati di seguito gli schemi statici con i carichi relativi alle sezioni del sottopasso.





Le caratteristiche geometriche del profilo UNI 7811-168.3x8 Fe 510 sono riportate nella seguente tabella. Tali valori sono ricavati dalle tabelle allegate alla CNR-UNI 10011.

Profilo	A (cm ²)	I (cm ⁴)	R (cm)	W _{pl} (cm ³)	L _c (cm)	ω (-)
7811-168.3x8 Fe 510	40.3	1297	5.67	206	2.50	1.18
					3.00	1.27

Poiché i micropali sono iniettati di calcestruzzo (all'interno e all'esterno in modo tale da formare una sezione di 20 cm) , si omogeneizza la sezione ad acciaio con un coefficiente pari a 7, rapporto tra i moduli di Young dei materiali. Quindi l'area e il modulo di resistenza omogeneizzati da utilizzare per la verifica di una sezione resistente sono:

$$A_{omo} = 85.15 \text{ cm}^2$$

$$W_{omo} = 318.14 \text{ cm}^3$$

10.1.1 Verifica sezioni resistenti

Dai risultati dell'analisi effettuata con il codice di calcolo AxisVM 7.0 riportati interamente nell'ALLEGATO 5: risultati analisi AXIS VM7, si ottengono le seguenti sollecitazioni massime e i valori delle reazioni in corrispondenza dei tiranti, calcolate per semplicità su 0.5 m di struttura:

Sezione	M _{max} (daNm)	R _{terr} (daN)	T 1° (daN)	T 2° (daN)
Sottopasso	7767	23555	12273	21152
Rampe 1	7086	16057	12300	15530
Rampe 2	6010	25046	11682	-

La verifica viene effettuata a pressoflessione secondo la seguente formula:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{\alpha \cdot W_{\text{omo}}} + \frac{N}{A_{\text{omo}}} \cdot \omega \leq f_d$$

dove α è un coefficiente che tiene conto del carico critico euleriano. Nel caso in esame esso è pari a 1.

Di seguito sono riportati i valori di σ e f_d per l'acciaio Fe 510 relativi alle varie sezioni.

Sezione	σ (daN/cm ²)	f_d (daN/cm ²)
Sottopasso	3068	3087
Rampe 1	2853	
Rampe 2	2515	

Dalla tabella precedente, si evince che tutte le sezioni più sollecitate risultano verificate.

10.1.2 Verifica lunghezza di infissione

Per la determinazione della profondità di infissione d , si utilizza l'espressione

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{K_p}{F_p} \cdot \gamma \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot d + h \right) \cdot d^2 - \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_A \cdot \left[\frac{2}{3} \cdot d + h - \frac{1}{3} \cdot (h + a) \right] \cdot (h + a + d)^2 = 0$$

dove:

K_p coefficiente di spinta passiva

F_p fattore di sicurezza pari a 1.5

γ peso specifico del terreno

h lunghezza dello sbalzo dal terreno misurata fino all'ancoraggio

K_A coefficiente di spinta attiva

a distanza dall'ancoraggio alla testa del palo.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di d e d maggiorati del 20% per garantire la presenza della risultante della spinta attiva e passiva sul micropalo.

Sezione	d (m)	d_m (m)
Sottopasso	2.37	2.84
Rampe 1	2.18	2.62
Rampe 2	1.68	2.00

Dalla tabella precedente, si evince che la profondità di infissione per tutte le sezioni è verificata, essendo prevista di 3.00 m minimo.

10.1.3 Verifica trave di ripartizione 2° ordine di tiranti

La trave di ripartizione relativa al 2° ordine di tiranti è considerata come trave continua su 6 appoggi e 5 campate caricata uniformemente distribuito con $P = 42304$ daN/ml dove P è la reazione vincolare in corrispondenza del tirante precedentemente calcolata. La luce delle campate per il 2° ordine è $L_c = 2.50$ m.

Il momento massimo è pari a:

$$M = \frac{3}{38} P \cdot L^2 = 20875 \text{ daNm}$$

Essendo il modulo di resistenza $W = 938 \text{ cm}^2$, la verifica seguente con doppia HE 240 B Fe 430 risulta:

	$\sigma_{\text{calcolo}} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$	$f_d \text{ (daN/cm}^2\text{)}$
2 HE 240 B	1113	2391

Dalla tabella precedente si evince che la sezione risulta verificata.

La reazione vincolare massima della trave su 6 appoggi è pari a:

$$R = \frac{43}{38} P \cdot L = 119677 \text{ daN}$$

Tale valore corrisponde alla forza tirante da applicare ai trefoli di acciaio. Si prevedono quindi per ogni punto di applicazione 3 trefoli da 45 t ciascuno.

10.1.4 Verifica tiranti di ancoraggio

In prima approssimazione, la valutazione della lunghezza del tratto attivo (L) è condotta imponendo la seguente condizione di equilibrio:

$$\pi \cdot D \cdot L \cdot \tau_{\text{lim}} = FS \cdot N$$

da cui si ricava L , essendo:

- FS coefficiente di sicurezza globale che tiene conto delle incertezze relative alla caratterizzazione geotecnica del sito, all'entità dei carichi agenti, alla qualità delle tecniche esecutive, nonché dell'importanza e tipo di opera; si assume 2 per opere provvisorie
- N carico di esercizio, pari a 135 t
- D diametro nominale del tirante, pari a 120 mm

- τ aderenza unitaria media limite fra fondazione e terreno, pari a 38 kPa; il valore di aderenza limite è condizionato dalla natura e grado di addensamento/compattezza dei terreni di fondazione, nonché in misura assai rilevante, dalle modalità esecutive dei tiranti.

Per cui, si ha:

$$L = \frac{FS \cdot N}{\pi \cdot D \cdot \tau_{lim}} = 17.1 \text{ m}$$

In sede esecutiva, saranno effettuate verifiche di calibrazione di tali valori.

10.2 Opere di sostegno lato valle

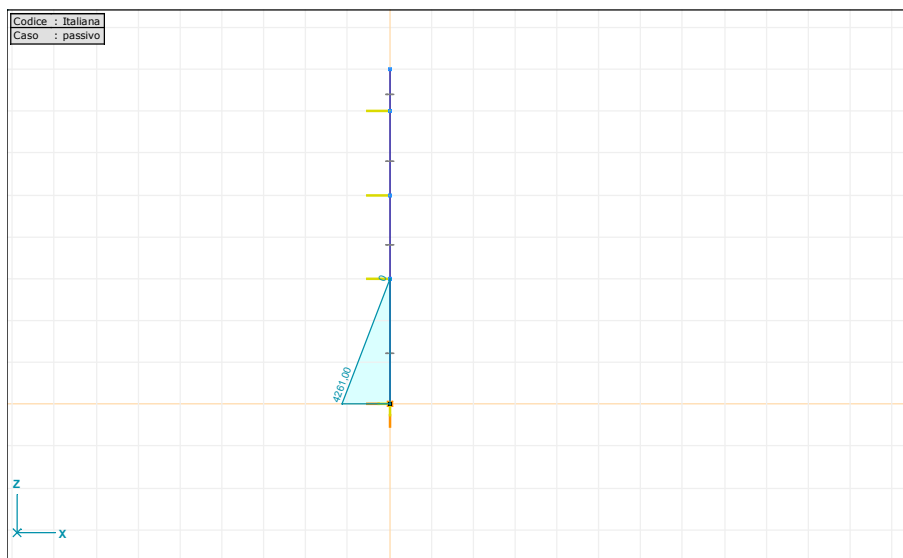
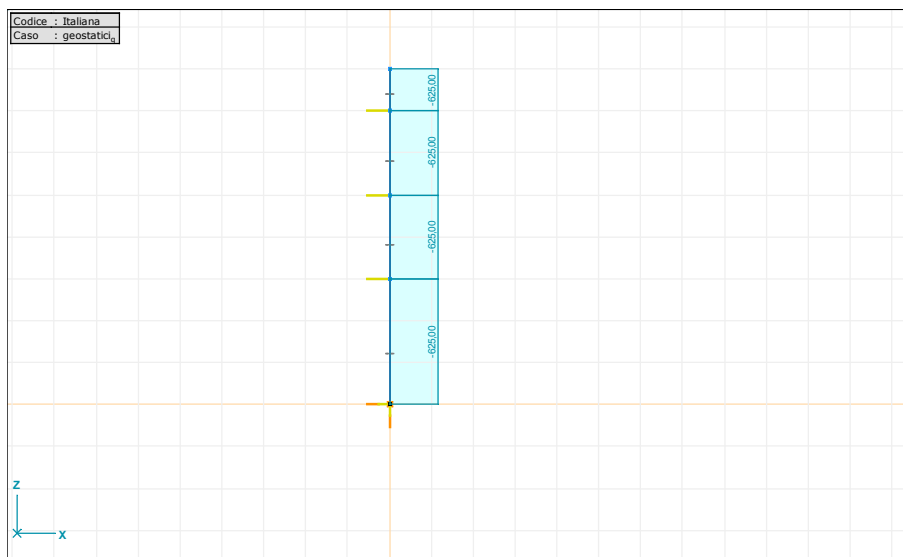
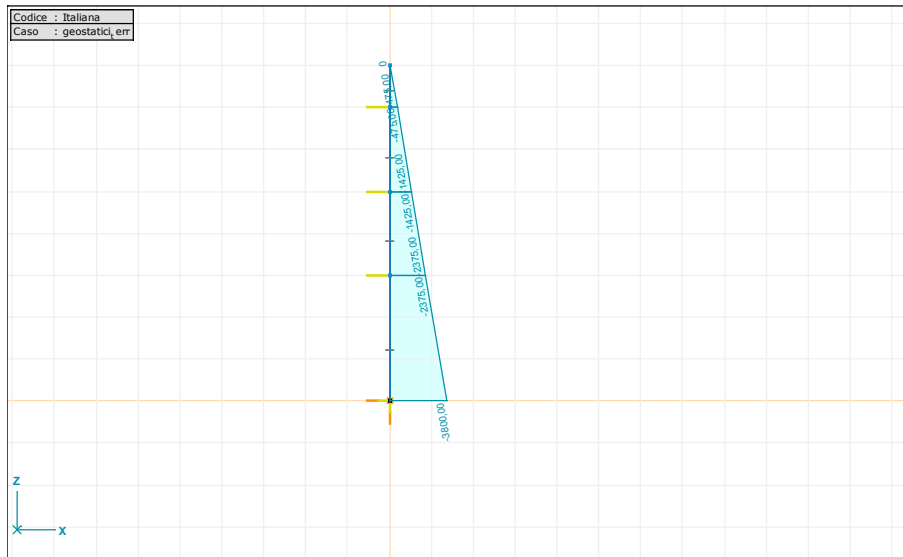
Per quanto riguarda l'opera di sostegno a valle del sottopasso, essa viene verificata unicamente allo stato limite ultimo senza azione sismica adottando i seguenti schemi statici:

- Sezione rampe: trave continua incastrata al piede con 3 appoggi, di cui il primo corrisponde all'infissione del micropalo nel terreno e il secondo e terzo agli ordini dei tiranti, per un tratto pari a circa 13.00 m dall'attacco del sottopasso (rampe 1); trave continua incastrata al piede con 2 appoggi, di cui il primo corrisponde all'infissione del micropalo nel terreno e il secondo al tirante, per il rimanente delle rampe (rampe2);
- Sezione luce sottopasso: trave continua incastrata al piede con 3 appoggi, di cui il primo corrisponde all'infissione del micropalo nel terreno e il secondo e terzo agli ordini dei tiranti.

Il micropalo avendo una lunghezza totale di 8.00 metri ha 1.00 metro di sbalzo in testa per entrambe le sezioni.

Sezione	$L_{[1]}$ (m)	$L_{[2]}$ (m)	$L_{[3]}$ (m)
Sottopasso	2.00	2.00	3.00
Rampe 1	2.00	2.00 - 0.00	3.00
Rampe 2	2.00 - 0.00	3.00	-

Sono riportati di seguito gli schemi statici relativi alle sezioni con i carichi.



Le caratteristiche geometriche del profilo UNI 7811-168.3x8 Fe 510 sono riportate nella seguente tabella. Tali valori sono ricavati dalle tabelle allegate alla CNR-UNI 10011.

Profilo	A (cm ²)	I (cm ⁴)	R (cm)	W _{pl} (cm ³)	L _c (cm)	ω (-)
7811-168.3x8 Fe 510	40.3	1297	5.67	206	2.50	1.18
					3.00	1.27

Poiché i micropali sono iniettati di calcestruzzo (all'interno e all'esterno in modo tale da formare una sezione di 20 cm) , si omogeneizza la sezione ad acciaio con un coefficiente pari a 7, rapporto tra i moduli di Young dei materiali. Quindi l'area e il modulo di resistenza omogeneizzati da utilizzare per la verifica di una sezione resistente sono:

$$A_{omo} = 85.15 \text{ cm}^2$$

$$W_{omo} = 318.14 \text{ cm}^3$$

10.2.1 Verifica sezioni resistenti

Dai risultati dell'analisi effettuata con il codice di calcolo AxisVM 7.0 riportati interamente nell'ALLEGATO 5: risultati analisi AXIS VM7, si ottengono le seguenti sollecitazioni massime e i valori delle reazioni in corrispondenza dei tiranti, calcolate per semplicità su 0.5 m di struttura:

Sezione	M _{max} (daNm)	R _{terr} (daN)	T 1° (daN)	T 2° (daN)
Sottopasso	2386	9358	3061	5510
Rampe 1	1456	5396	3132	2780
Rampe 2	1420	3130	3022	-

La verifica viene effettuata a pressoflessione secondo la seguente formula:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{\alpha \cdot W_{omo}} + \frac{N}{A_{omo}} \cdot \omega \leq f_d$$

dove α è un coefficiente che tiene conto del carico critico euleriano. Nel caso in esame esso è pari a 1.

Di seguito sono riportati i valori di σ e f_d per l'acciaio Fe 510 relativi alle varie sezioni.

Sezione	σ (daN/cm ²)	f _d (daN/cm ²)
Sottopasso	750	3087
Rampe 1	457	
Rampe 2	446	

Dalla tabella precedente, si evince che tutte le sezioni più sollecitate risultano verificate.

10.2.2 Verifica di infissione

Per la determinazione della profondità di infissione d , si utilizza l'espressione

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{K_P}{F_P} \cdot \gamma \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot d + h \right) \cdot d^2 - \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_A \cdot \left[\frac{2}{3} \cdot d + h - \frac{1}{3} \cdot (h + a) \right] \cdot (h + a + d)^2 = 0$$

dove:

K_P coefficiente di spinta passiva

F_P fattore di sicurezza pari a 1.5

γ peso specifico del terreno

h lunghezza dello sbalzo dal terreno misurata fino all'ancoraggio

K_A coefficiente di spinta attiva

a distanza dall'ancoraggio alla testa del palo.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di d e d maggiorati del 20% per garantire la presenza della risultante della spinta attiva e passiva sul micropalo.

Sezione	d (m)	d_m (m)
Sottopasso	2.97	3.56
Rampe 1	2.40	2.88
Rampe 2	1.34	1.6

Dalla tabella precedente, si evince che la profondità di infissione per tutte le sezioni è verificata, essendo prevista di 3.00 m minimo.

10.2.3 Verifica delle travi di ripartizione del 1° e 2° ordine di tiranti

La trave di ripartizione relativa al 1° e al 2° ordine di tiranti è considerata come trave continua su 6 appoggi e 5 campate. Quella relativa al 1° ordine è caricata uniformemente con $P_1 = 6122$ daN/ml, mentre quella relativa al 2° ordine è caricata uniformemente con $P_2 = 11020$ daN/ml (P è la reazione vincolare in corrispondenza del tirante precedentemente calcolata). La luce delle campate per i 2 ordini è $L_c = 2.50$ m.

I momenti massimo sono pari a:

$$M_1 = \frac{3}{38} P \cdot L^2 = 3021 \text{ daNm}$$

$$M_2 = \frac{3}{38} P \cdot L^2 = 5438 \text{ daNm}$$

Essendo il modulo di resistenza $W = 938 \text{ cm}^2$, la verifica seguente con doppia HE 240 B Fe 430 risulta:

2 HE 240 B	$\sigma_{\text{calcolo}} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$	$f_d \text{ (daN/cm}^2\text{)}$
1° ordine	161	2391
2° ordine	290	

Dalla tabella precedente si evince che la sezione risulta verificata.

Le reazioni vincolari massime della trave su 6 appoggi sono pari a:

$$R_1 = \frac{43}{38} P \cdot L = 17319 \text{ daN}$$

$$R_2 = \frac{43}{38} P \cdot L = 31175 \text{ daN}$$

Tali valori corrispondono alla forza tirante da applicare ai trefoli di acciaio. Si prevedono quindi per ogni punto di applicazione 3 trefoli da 45 t ciascuno.

10.2.4 Verifica tirante di ancoraggio

In prima approssimazione, la valutazione della lunghezza del tratto attivo (L) è condotta imponendo la seguente condizione di equilibrio:

$$\pi \cdot D \cdot L \cdot \tau_{\text{lim}} = FS \cdot N$$

da cui si ricava L, essendo:

- FS coefficiente di sicurezza globale che tiene conto delle incertezze relative alla caratterizzazione geotecnica del sito, all'entità dei carichi agenti, alla qualità delle tecniche esecutive, nonché dell'importanza e tipo di opera; si assume 2 per opere provvisorie
- N carico di esercizio, pari a 18 t e 32 t rispettivamente per il 1° e il 2° ordine
- D diametro nominale del tirante, pari a 72 mm e 100 mm, rispettivamente per il 1° e il 2° ordine
- τ aderenza unitaria media limite fra fondazione e terreno, pari a 38 kPa; il valore di aderenza limite è condizionato dalla natura e grado di addensamento/compattezza

dei terreni di fondazione, nonché in misura assai rilevante, dalle modalità esecutive dei tiranti.

Per cui, si ha:

$$L_1 = \frac{FS \cdot N}{\pi \cdot D \cdot \tau_{lim}} = 4 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{FS \cdot N}{\pi \cdot D \cdot \tau_{lim}} = 6 \text{ m}$$

In sede esecutiva, saranno effettuate verifiche di calibrazione di tali valori.

ALLEGATO 1: indagini geognostiche

**PLANIMETRIA GENERALE DEL TRAFORO DEL FRÉJUS PIAZZALE ITALIA
CON PUNTI DI INDAGINE (S1, S,2, S3, S4)**

RISULTATI DELLA STRATIGRAFIA (S1, S,2, S3, S4)

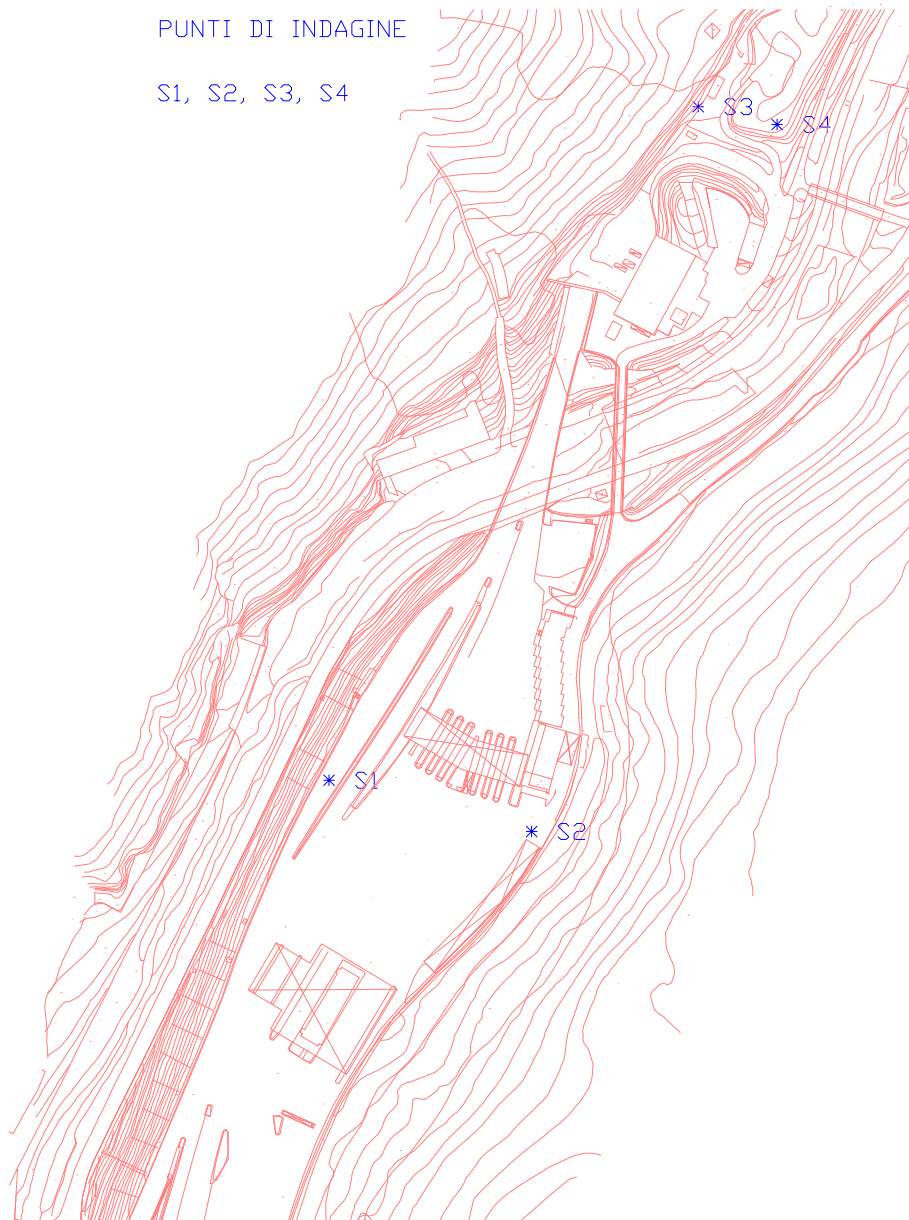
FOTO DELLE CAROTE ESTRATTE DAI SONDAGGI

PLANIMETRIA GENERALE TRAFORDO DEL FREJUS
PIAZZALE LATO ITALIA

SCALA 1:2000

PUNTI DI INDAGINE

S1, S2, S3, S4





COMMITTENTE: LOMBARDI SA LOCALITA': Imbocco lato Italia Tunnel Frejus metodo perforazione: Carotaggio continuo diam. perf.: 101/127 quota inizio: p.c.	SONDAGGIO N. S 2 COMMESSA N. 68/04 RCN : Dott. D. Grandis CSQ : sig. G. Zahariev Data: dal 28.10.2004 al: 03.11.2004
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Data	Profondita'	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	N.° S.P.T.
28.10.2004	0.20			Pavimentazione bituminosa.	20 40 60 80	0.60	
	1.80	1		Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, in parte alterata e sabbia medio-fine, da limosa a con limo, olivastra chiaro con screziature varicolori, debolmente umida.		0.60	
	2.10	2		Conglomerato cementizio.		1.50	
	3.50	3		Terreno di presumibile riporto costituito da ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, da angolare a subarrotondata e sabbia fine con limo, olivastra scuro, debolmente plastica, debolmente umida.		3.00	5-9-5
29.10.2004		4				4.50	
		5				6.00	4-6-7
		6				7.50	5-8-8
		7				9.00	32-R13
		8				9.60	
03.11.2004		9		Sabbia medio-fine, da limosa a con limo, grigio-cenere, debolmente plastica, da debolmente umida a umida e scaglie e frammenti di calcescisto grigio, angolari, in parte alterati e sfatti, moderatamente addensata, localmente molto addensata. Presenza di locali blocchi di calcescisto di potenza pluridecimetrica.		10.50	
		10				12.00	9-12-16
	13.40	11				13.40	
	15.00	12		Scaglie e frammenti di calcescisto, angolari, in parte alterati e sfatti con sabbia medio-grossa, limosa, grigio-cenere con locali passaggi più limosi, nocciola, umidi.		15.00	
		13					
		14					
		15					
		16		FINE SONDAGGIO			



COMMITTENTE: LOMBARDI SA LOCALITA': Imbocco lato Italia Tunnel Frejus metodo perforazione: Carotaggio continuo diam. perf.: 101/127 quota inizio: p.c.	SONDAGGIO N. S 3 COMMESSA N. 68/04 RCN : Dott. D. Grandis CSQ : sig. G. Zahariev Data: dal 03.11.2004 al: 05.11.2004
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Data	Profondita'	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio 20 40 60 80	Manovre carot.	N.° S.P.T.	Piezom.
03.11.2004	4.00	[Stratigrafia 1-4]	1	Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, angolare, in parte alterata e sabbia medio-fine, limosa, grigiastro, debolmente umida. Presenza di frammenti di laterizi.	[Carotaggio 1-4]	0.80	7-5-7	[Piezom. 1-4]
			2			1.50		
			3			2.20		
			4			2.70		
04.11.2004	-12.50	[Stratigrafia 5-15]	5	Sabbia medio-fine, da limosa a con limo, olivastro, debolmente plastica, debolmente umida e ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, monogenica, subangolare, in parte alterata, da moderatamente addensata a molto addensata.	[Carotaggio 5-11]	4.00	6-8-8	[Piezom. 5-11]
			6			4.50		
			7			6.00		
			8			7.50		
			9			8-10-9		
			10			9.00		
			11			9-11-12		
			12	12.00	6-R12			
			13	12.30				
			14	13.00				
			15	13.80				
			14.20					
			14.80					



COMMITTENTE: LOMBARDI SA LOCALITA': Imbocco lato Italia Tunnel Frejus metodo perforazione: Carotaggio continuo diam. perf.: 101/127 quota inizio: p.c.	SONDAGGIO N. S 3 COMMESSA N. 68/04 RCN : Dott. D. Grandis CSQ : sig. G. Zahariev Data: dal 03.11.2004 al: 05.11.2004
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Data	Profondita'	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	Piezom.
05.11.2004			16 17 18 19 20 21	Scaglie e frammenti di calcescisto grigio Pot. max 20 cm, angolari, in parte alterati e limo sabbioso, grigio-cenere, debolmente plastico, da debolmente umido a umido.	20 40 60 80	15.40 15.90 16.40 17.00 17.70 18.30 18.60 19.20 19.50	
	21.00		21	FINE SONDAGGIO		21.00	
			22				

Installato piezometro a tubo aperto Ø 3" da p.c. a fondo foro
 -Cieco: da p.c. a -6.00 m;
 -Fessurato: da -6.00 mt a fondo foro

Data	Letture
05.11.2004	-12.53 mt



COMMITTENTE: LOMBARDI SA LOCALITA': Imbocco lato Italia Tunnel Frejus metodo perforazione: Carotaggio continuo diam. perf.: 101/127 quota inizio: p.c.	SONDAGGIO N. S 4 COMMESSA N. 68/04 RCN : Dott. D. Grandis CSQ : sig. G. Zahariev Data: dal 10.11.2004 al: 11.11.2004
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Data	Profondita'	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio 20 40 60 80	Manovre carot.	N.° S.P.T.
10.11.2004	1.50	1		Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subangolaree sabbia medio-grossa, limosa, olivastra, debolmente umida. Presenza di frammenti di laterizi.		1.50	
		2					
		3		Terreno di presumibile riporto costituito da ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, angolare, in parte alterata e sabbia medio-fine, limosa, grigio chiaro, debolmente umida.		3.00	
	4.10	4					
		5				4.50	6-9-9
		6				6.00	4-5-4
		7		Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, costituita quasi essenzialmente da frammenti angolari di calcescisto grafítico, molto alterati e sfatti e sabbia medio-fine con limo, grigio scuro, debolmente plastica, debolmente umida, moderatamente addensata, localmente poco addensata.		7.50	8-6-9
		8				9.00	8-10-8
		9				10.00	
		10				11.00	
11.11.2004		11				12.00	39-R3
		12		Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, prevalentemente costituita da frammenti da angolari a subarrotondati di calcescisto e sabbia medio-grossa, da limosa a con limo, nocciola-olivastra, debolmente umida, da moderatamente addensata a molto addensata.		13.50	
		13					
		14					
	15.00	15				15.00	
		16		FINE SONDAGGIO			

Documentazione fotografica
INDAGINI GEOGNOSTICHE LATO ITALIA: sondaggio S1 0m÷15m



INDAGINI GEOGNOSTICHE LATO ITALIA: sondaggio S2 0m÷15m



INDAGINI GEOGNOSTICHE LATO ITALIA: sondaggio S3 0m÷21m



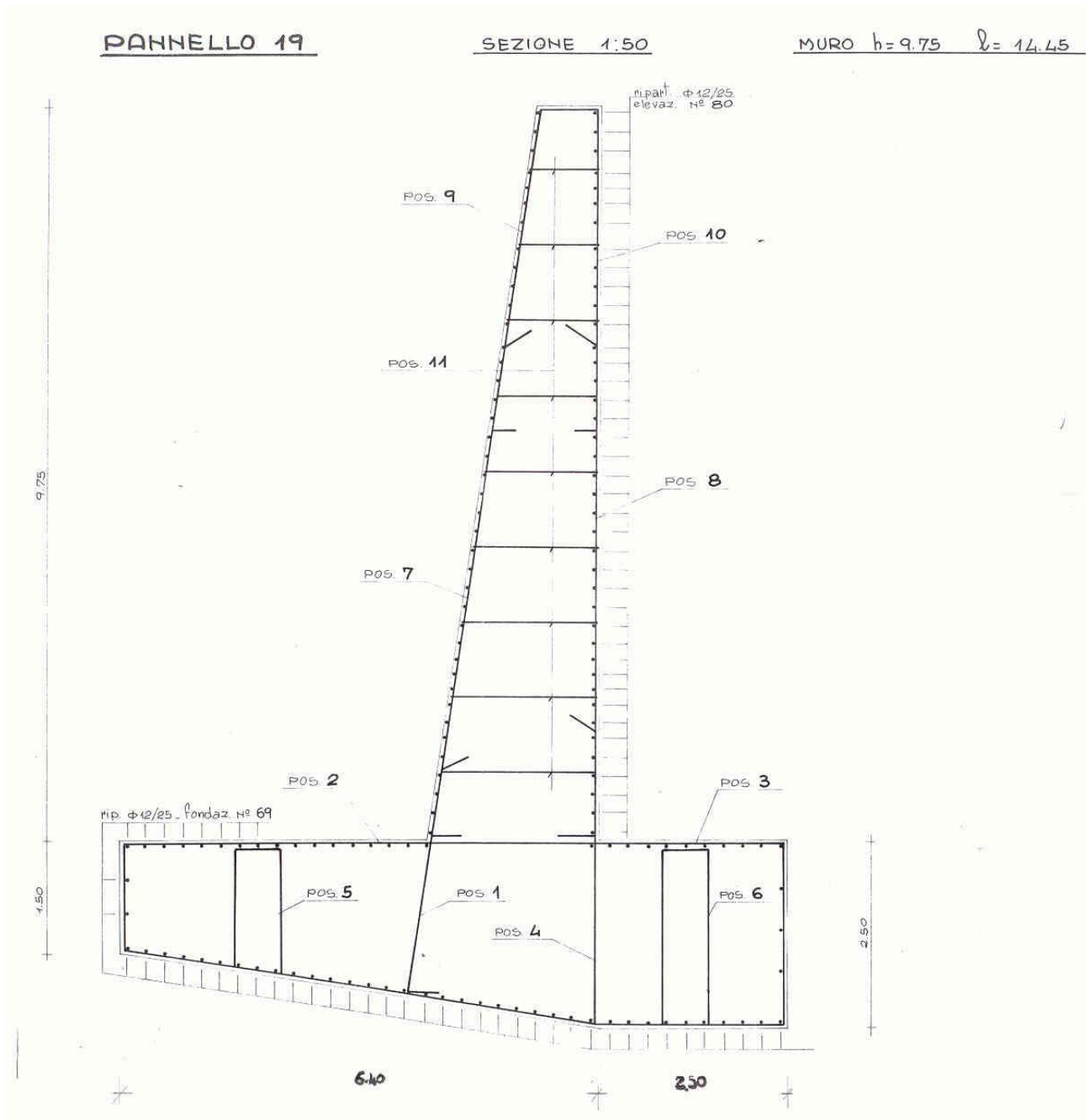


INDAGINI GEOGNOSTICHE LATO ITALIA: sondaggio S4 0m÷15m



ALLEGATO 2: sezioni muro esistente

**Sezioni del muro esistente in corrispondenza del sottopasso
(tavola contabilità lavori opera n° . 3: muri di monte pannelli 19÷22 armatura. Disegno
n°101 data 2-6-1980, Impresa COGEFAR spa)**



ALLEGATO 3: analisi codice CDWWin del muro esistente

Risultati delle analisi condotte sul muro esistente per il calcolo delle spinte, delle sollecitazioni e delle pressioni

DATI DI CALCOLO

Zona Sismica	:III
Categoria Suolo	:C
Coefficiente di intensita' sismica orizzontale	:0,19
Coefficiente di intensita' sismica verticale	:0,09
T E O R I E D I C A L C O L O	
Verifiche effettuate con il metodo degli stati limite ultimi	
Portanza dei pali calcolata con la teoria di Norme A.G.I.	
Portanza terreno di fondazione calcolata con la teoria di Brinch-Hansen	
C R I T E R I D I C A L C O L O	
Non e' considerata l'azione sismica dovuta ai sovraccarichi sul terrapieno.	
Non e' considerata l'azione sismica dovuta alle forze applicate al muro.	
Non si tiene conto dell'effetto stabilizzante delle forze applicate al muro.	
Rapporto tra il taglio medio e quello nel palo piu' caricato:1,00	

DATI TERRAPIENO MURO 3

Muro n.3	muro esistente				
D A T I T E R R A P I E N O					
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:	9.75	m			
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:	2.3	m			
Inclinazione terreno a valle (positivo se scende verso valle):	0	°			
Numero del primo strato di terreno impermeabile:	0				
Numero dello strato corrispondente al terrapieno a valle:	0				
Angolo di attrito tra fondazione e terreno	30	°			
Adesione tra fondazione e terreno	0				Kg/cmq
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua	0	°			
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua	10				Kg/cmq
Coordinate vertici aggiuntivi per la determinazione della spezzata dell'estradosso del terrapieno a monte, misurate rispetto al punto iniziale (ovvero piu' a sinistra) del terrapieno.					
Vertice	Ascissa m	Ordinata m	Vertice	Ascissa m	Ordinata m
1	8,00	4,50			

DATI STRATIGR. MURO 3

S T R A T I G R A F I A D E L T E R R E N O			
S T R A T O n. 1 :			
Spessore dello strato:	40,00	m	
Angolo di attrito interno del terreno:	30	°	
Angolo di attrito tra terreno e muro:	23	°	
Coesione del terreno in condizioni drenate:	0,00	Kg/cmq	
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	0,00	Kg/cmq	
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	1900	Kg/mc	

DATI STRATIGR. MURO 3

S T R A T I G R A F I A D E L T E R R E N O

Angolo di attrito interno del terreno in presenza di acqua:	18	°
Angolo di attrito tra terreno e muro in presenza di acqua:	12	°
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	900	Kg/mc

GEOMETRIA MURO 3

M U R O A M E N S O L A I N C E M E N T O A R M A T O

Altezza del paramento:	9,75	m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	90	cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0	cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	230	cm

GEOMETRIA MURO 3

F O N D A Z I O N E D I R E T T A

Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	410	cm
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	250	cm
Spessore minimo della mensola a valle:	200	cm
Spessore massimo della mensola a valle:	200	cm
Spessore minimo della mensola a monte:	200	cm
Spessore massimo della mensola a monte:	200	cm
Inclinazione del piano di posa della fondazione:	0	°
Sviluppo della fondazione:	14,00	m
Spessore del magrone:	0	cm

CARICHI MURO 3

S O V R A C C A R I C H I S U L T E R R A P I E N O

C O N D I Z I O N E n . 1		
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0,00	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	0,00	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	0,00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	0,00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0,00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	1,00	m
Carico concentrato puntiforme:	0,00	t
Interasse tra i carichi puntiformi lungo lo sviluppo:	1,00	m
Distanza dal muro punto di applicazione carico puntiforme:	0,00	m
Sovraccarico uniformemente distribuito terrapieno a valle:	0,00	t/mq

PRESSIONI MURO 3

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	6,40	11,75	6,40	20,07
	2	6,40	5,64	6,40	12,77
	3	8,90	2,00	6,40	10,27
	4	8,90	2,00	8,90	10,27
	5	8,90	0,00	8,90	8,90

PRESSIONI MURO 3

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	6,40	11,75	6,40	21,69
	2	6,40	5,03	6,40	13,05
	3	8,90	2,00	6,40	10,55
	4	8,90	2,00	8,90	10,55
	5	8,90	0,00	8,90	8,90

PRESSIONI MURO 3

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A M O N T E																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1785	770	1785	770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	sup	4943	2132	4943	2132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	4912	10297	4912	10297	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	sup	6779	14212	6779	14212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	6822	2943	6822	2943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	sup	7855	3388	7855	3388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 3

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A M O N T E																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1947	840	1500	647	447	193	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	sup	6342	2736	4888	2108	1455	627	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	5683	15200	4380	11714	1303	3486	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	sup	7461	19956	5750	15379	1711	4577	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	8327	3592	6417	2768	1910	824	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	sup	9635	4156	7425	3203	2210	953	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 3

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	5,50	11,75	5,50	-20,35
	2	0,52	2,30	4,14	-3,98
	3	0,00	2,00	4,10	-3,46
	4	0,00	2,00	0,00	-3,46
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

PRESSIONI MURO 3

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	5,50	11,75	5,50	-21,64
	2	0,55	2,30	4,14	-4,24
	3	0,00	2,00	4,10	-3,68
	4	0,00	2,00	0,00	-3,68
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

PRESSIONI MURO 3

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A V A L L E																	
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq	
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	sup	-427	740	-427	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1710	0	-1710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	sup	-13110	0	-13110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 3

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A V A L L E																	
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq	
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	sup	-366	673	-408	752	43	-78	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1534	0	-1713	0	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	sup	-11764	0	-13134	0	1370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 3

P R E S S I O N I S U L M U R O								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	1	6,40	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	1785	770	0	0
1	2	6,40	5,64	pre	4943	2132	0	0
				seg	5960	0	0	0
1	3	6,40	2,00	pre	8225	0	0	0
				seg	0	25091	0	0
1	4	8,90	2,00	pre	0	25091	0	0
				seg	6822	2943	0	0
1	5	8,90	0,00	pre	7855	3388	0	0
				seg	-5179	-19556	0	0
1	6	0,00	0,00	pre	-5179	-17264	0	0
				seg	-13110	0	0	0
1	7	0,00	2,00	pre	-1710	0	0	0
				seg	0	855	0	0
1	8	0,52	2,00	pre	0	570	0	0
				seg	0	570	0	0
1	9	4,10	2,00	pre	0	570	0	0
				seg	-846	81	0	0
1	10	4,14	2,30	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	11	5,50	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 3

P R E S S I O N I S U L M U R O								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
2	1	6,40	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	1947	840	0	0
2	2	6,40	5,03	pre	6342	2736	0	0
				seg	7365	0	0	0
2	3	6,40	2,00	pre	10115	0	0	0
				seg	0	29389	0	0
2	4	8,90	2,00	pre	0	31374	0	0
				seg	8327	3592	0	0
2	5	8,90	0,00	pre	9635	4156	0	0
				seg	-7520	-19537	0	0
2	6	0,00	0,00	pre	-7520	-20373	0	0
				seg	-11764	0	0	0
2	7	0,00	2,00	pre	-1534	0	0	0
				seg	0	766	0	0
2	8	0,55	2,00	pre	0	543	0	0
				seg	0	543	0	0
2	9	4,10	2,00	pre	0	543	0	0
				seg	-35	77	0	0
2	10	4,14	2,30	pre	633	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	11	5,50	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

SPINTE A MONTE MURO 3

S P I N T E A M O N T E M U R O N.ro 3

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 1		
Spinta orizzontale terrapieno:	61038	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	69290	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	4,58	m
Ascissa della spinta terrapieno:	7,66	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	61038	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	69290	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	4,58	m
Ascissa della spinta statica semplice:	7,66	m
Spinta orizzontale sismica:	0	Kg/m
Spinta verticale sismica:	0	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	0,00	m
Ascissa della spinta sismica:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	83500	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	3,41	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	4,96	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	8639	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	7,23	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m
Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale:	34,5	°
Costante di spinta attiva complessiva statica:	$K_a = 0,7040$	
Costante di spinta attiva complessiva sismica:	$K_{as} = 0,7040$	
Spinta calcolata in assenza di filtrazione.		

SPINTE A MONTE MURO 3

S P I N T E A M O N T E M U R O N.ro 3

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 2

Spinta orizzontale terrapieno:	71634	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	88846	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	4,52	m
Ascissa della spinta terrapieno:	7,63	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	55204	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	68469	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	4,52	m
Ascissa della spinta statica semplice:	7,63	m
Spinta orizzontale sismica:	16430	Kg/m
Spinta verticale sismica:	20378	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	4,52	m
Ascissa della spinta sismica:	7,63	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	7828	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	79586	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	3,41	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	4,96	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	675	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	6865	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	3,01	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	7,23	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m

Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale: 39,5 °
 Costante di spinta attiva complessiva statica: $K_a = 0,6706$
 Costante di spinta attiva complessiva sismica: $K_{as} = 0,8701$
 Spinta calcolata in assenza di filtrazione.

SPINTE A VALLE MURO 3

S P I N T E A V A L L E M U R O N.ro 3

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 1		
Spinta orizzontale terrapieno:	14948	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	222	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	0,76	m
Ascissa della spinta terrapieno:	0,17	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	14948	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	222	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	0,76	m
Ascissa della spinta statica semplice:	0,17	m
Spinta orizzontale sismica:	0	Kg/m
Spinta verticale sismica:	0	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	0,00	m
Ascissa della spinta sismica:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	2201	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	2,19	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m

Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale: 60,0 °
 Costante di spinta passiva complessiva statica: $K_p = 2,9748$
 Costante di spinta passiva complessiva sismica: $K_{ps} = 2,9748$
 Spinta calcolata in assenza di filtrazione.

SPINTE A VALLE MURO 3

S P I N T E A V A L L E M U R O N.ro 3

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 2

Spinta orizzontale terrapieno:	13413	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	212	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	0,76	m
Ascissa della spinta terrapieno:	0,18	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	14975	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	236	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	0,76	m
Ascissa della spinta statica semplice:	0,18	m
Spinta orizzontale sismica:	-1562	Kg/m
Spinta verticale sismica:	-25	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	0,76	m
Ascissa della spinta sismica:	0,18	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	-205	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	2089	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	2,15	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	2,20	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m

Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale: 61,5 °
 Costante di spinta passiva complessiva statica: $K_p = 2,9803$
 Costante di spinta passiva complessiva sismica: $K_{ps} = 2,6693$
 Spinta calcolata in assenza di filtrazione.

VERIFICHE STABILITA' MURO 3

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	1	
Momento forze ribaltanti complessivo:	628399	Kgm/m
Momento stabilizzante forze peso e carichi:	1535341	Kgm/m
Momento stabilizzante massimo dovuto ai tiranti:	0	Kgm/m
Coefficiente sicurezza minimo al ribaltamento:	2,44	

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA

VERIFICHE STABILITA' MURO 3

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	1	
Risultante forze che attivano lo scorrimento:	119025	Kg/m
Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:	164323	Kg/m
Forza dei tiranti che si oppone allo scorrimento:	0	Kg/m
Coefficiente sicurezza minimo allo scorrimento:	1,38	

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA

SOLLECITAZIONI MURO 3

SOLLECITAZIONI MURO

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
1	PARAMENTO	2	30	0,0	932	-38	559
1	PARAMENTO	3	60	0,0	1917	62	1164
1	PARAMENTO	4	90	0,0	2954	314	1816
1	PARAMENTO	5	120	0,0	4043	729	2514
1	PARAMENTO	6	150	0,0	5185	1319	3259
1	PARAMENTO	7	180	0,0	6379	2095	4050
1	PARAMENTO	8	210	0,0	7625	3071	4888
1	PARAMENTO	9	240	0,0	8924	4258	5772
1	PARAMENTO	10	270	0,0	10275	5667	6703
1	PARAMENTO	11	300	0,0	11678	7311	7680
1	PARAMENTO	12	330	0,0	13134	9202	8704
1	PARAMENTO	13	360	0,0	14642	11351	9774
1	PARAMENTO	14	390	0,0	16203	13771	10891
1	PARAMENTO	15	420	0,0	17816	16474	12054
1	PARAMENTO	16	450	0,0	19481	19471	13264
1	PARAMENTO	17	480	0,0	21199	22774	14520
1	PARAMENTO	18	510	0,0	22969	26397	15823
1	PARAMENTO	19	540	0,0	24791	30349	17172
1	PARAMENTO	20	570	0,0	26666	34644	18568
1	PARAMENTO	21	600	0,0	28593	39293	20010
1	PARAMENTO	22	630	0,0	30169	44691	21691
1	PARAMENTO	23	660	0,0	31538	50810	23542
1	PARAMENTO	24	690	0,0	32940	57463	25449
1	PARAMENTO	25	720	0,0	34374	64666	27412
1	PARAMENTO	26	750	0,0	35841	72435	29431
1	PARAMENTO	27	780	0,0	37340	80786	31506
1	PARAMENTO	28	810	0,0	38871	89735	33638
1	PARAMENTO	29	840	0,0	40434	99299	35825
1	PARAMENTO	30	870	0,0	42030	109494	38068
1	PARAMENTO	31	900	0,0	43658	120335	40368
1	PARAMENTO	32	930	0,0	45319	131839	42723
1	PARAMENTO	33	960	0,0	47014	144024	45103
1	PARAMENTO	34	975	0,0	47882	150375	46233

SOLLECITAZIONI MURO 3

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	14820	3800	0
1	MENS.FOND.VALLE	2	30	-90,0	16374	4837	-3459
1	MENS.FOND.VALLE	3	60	-90,0	17927	4825	-6989
1	MENS.FOND.VALLE	4	90	-90,0	19481	3747	-10555
1	MENS.FOND.VALLE	5	120	-90,0	21034	1596	-14145
1	MENS.FOND.VALLE	6	150	-90,0	22588	-1635	-17757
1	MENS.FOND.VALLE	7	180	-90,0	24142	-5953	-21393
1	MENS.FOND.VALLE	8	210	-90,0	25695	-11366	-25052
1	MENS.FOND.VALLE	9	240	-90,0	27249	-17879	-28734
1	MENS.FOND.VALLE	10	270	-90,0	28802	-25501	-32439
1	MENS.FOND.VALLE	11	300	-90,0	30356	-34238	-36168
1	MENS.FOND.VALLE	12	330	-90,0	31910	-44097	-39919
1	MENS.FOND.VALLE	13	360	-90,0	33463	-55085	-43694
1	MENS.FOND.VALLE	14	390	-90,0	35017	-67209	-47492
1	MENS.FOND.VALLE	15	410	-90,0	36052	-75926	-50037

SOLLECITAZIONI MURO 3

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	14677	-344	-6331
1	MENS.FOND.MONTE	2	30	90,0	13123	-1165	-9503
1	MENS.FOND.MONTE	3	60	90,0	11570	-2941	-12698
1	MENS.FOND.MONTE	4	90	90,0	10016	-5679	-15917
1	MENS.FOND.MONTE	5	120	90,0	8462	-9386	-19158
1	MENS.FOND.MONTE	6	150	90,0	6909	-14069	-22423
1	MENS.FOND.MONTE	7	180	90,0	5355	-19735	-25711
1	MENS.FOND.MONTE	8	210	90,0	3802	-26391	-29022
1	MENS.FOND.MONTE	9	240	90,0	2248	-34044	-32356
1	MENS.FOND.MONTE	10	250	90,0	1730	-36817	-33473

SOLLECITAZIONI MURO 3

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
2	PARAMENTO	2	30	0,0	891	-22	743
2	PARAMENTO	3	60	0,0	1837	152	1551
2	PARAMENTO	4	90	0,0	2837	537	2424
2	PARAMENTO	5	120	0,0	3892	1152	3362
2	PARAMENTO	6	150	0,0	5002	2013	4365
2	PARAMENTO	7	180	0,0	6166	3139	5433
2	PARAMENTO	8	210	0,0	7385	4545	6566
2	PARAMENTO	9	240	0,0	8659	6249	7763
2	PARAMENTO	10	270	0,0	9988	8269	9026
2	PARAMENTO	11	300	0,0	11371	10622	10354

SOLLECITAZIONI MURO 3

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	PARAMENTO	12	330	0,0	12809	13324	11746
2	PARAMENTO	13	360	0,0	14301	16393	13204
2	PARAMENTO	14	390	0,0	15848	19847	14726
2	PARAMENTO	15	420	0,0	17450	23702	16314
2	PARAMENTO	16	450	0,0	19107	27976	17966
2	PARAMENTO	17	480	0,0	20818	32686	19684
2	PARAMENTO	18	510	0,0	22584	37849	21466
2	PARAMENTO	19	540	0,0	24404	43482	23313
2	PARAMENTO	20	570	0,0	26280	49603	25225
2	PARAMENTO	21	600	0,0	28210	56229	27202
2	PARAMENTO	22	630	0,0	30194	63376	29245
2	PARAMENTO	23	660	0,0	32234	71063	31352
2	PARAMENTO	24	690	0,0	33823	79801	33715
2	PARAMENTO	25	720	0,0	35123	89556	36284
2	PARAMENTO	26	750	0,0	36452	100067	38940
2	PARAMENTO	27	780	0,0	37810	111359	41685
2	PARAMENTO	28	810	0,0	39198	123457	44517
2	PARAMENTO	29	840	0,0	40615	136389	47436
2	PARAMENTO	30	870	0,0	42061	150178	50444
2	PARAMENTO	31	900	0,0	43536	164852	53539
2	PARAMENTO	32	930	0,0	45041	180434	56721
2	PARAMENTO	33	960	0,0	46578	196962	60062
2	PARAMENTO	34	975	0,0	47365	205602	61750

SOLLECITAZIONI MURO 3

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	13298	3410	0
2	MENS.FOND.VALLE	2	30	-90,0	15273	4986	-4537
2	MENS.FOND.VALLE	3	60	-90,0	17248	5197	-9100
2	MENS.FOND.VALLE	4	90	-90,0	19223	4038	-13669
2	MENS.FOND.VALLE	5	120	-90,0	21197	1509	-18229
2	MENS.FOND.VALLE	6	150	-90,0	23172	-2387	-22780
2	MENS.FOND.VALLE	7	180	-90,0	25147	-7646	-27323
2	MENS.FOND.VALLE	8	210	-90,0	27122	-14267	-31858
2	MENS.FOND.VALLE	9	240	-90,0	29097	-22248	-36384
2	MENS.FOND.VALLE	10	270	-90,0	31071	-31585	-40901
2	MENS.FOND.VALLE	11	300	-90,0	33046	-42275	-45410
2	MENS.FOND.VALLE	12	330	-90,0	35021	-54318	-49911
2	MENS.FOND.VALLE	13	360	-90,0	36996	-67709	-54403
2	MENS.FOND.VALLE	14	390	-90,0	38971	-82447	-58887
2	MENS.FOND.VALLE	15	410	-90,0	40287	-93019	-61872

SOLLECITAZIONI MURO 3

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	17962	-436	-7748
2	MENS.FOND.MONTE	2	30	90,0	15987	-1237	-12619
2	MENS.FOND.MONTE	3	60	90,0	14013	-3487	-17409
2	MENS.FOND.MONTE	4	90	90,0	12038	-7163	-22120

SOLLECITAZIONI MURO 3

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	5	120	90,0	10063	-12239	-26751
2	MENS.FOND.MONTE	6	150	90,0	8088	-18693	-31302
2	MENS.FOND.MONTE	7	180	90,0	6113	-26500	-35773
2	MENS.FOND.MONTE	8	210	90,0	4139	-35637	-40164
2	MENS.FOND.MONTE	9	240	90,0	2164	-46079	-44475
2	MENS.FOND.MONTE	10	250	90,0	1506	-49845	-45894

DATI DI CALCOLO

Zona Sismica	:III
Categoria Suolo	:C
Coefficiente di intensita' sismica orizzontale	:0,19
Coefficiente di intensita' sismica verticale	:0,09
T E O R I E D I C A L C O L O	
Verifiche effettuate con il metodo degli stati limite ultimi	
Portanza dei pali calcolata con la teoria di Norme A.G.I.	
Portanza terreno di fondazione calcolata con la teoria di Brinch-Hansen	
C R I T E R I D I C A L C O L O	
Non e' considerata l'azione sismica dovuta ai sovraccarichi sul terrapieno.	
Non e' considerata l'azione sismica dovuta alle forze applicate al muro.	
Non si tiene conto dell'effetto stabilizzante delle forze applicate al muro.	
Rapporto tra il taglio medio e quello nel palo piu' caricato:1,00	

DATI TERRAPIENO MURO 1

Muro n.1	muro esistente				
D A T I T E R R A P I E N O					
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:9.75 m					
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:2.3 m					
Inclinazione terreno a valle (positivo se scende verso valle):0 °					
Numero del primo strato di terreno impermeabile:0					
Numero dello strato corrispondente al terrapieno a valle:0					
Angolo di attrito tra fondazione e terreno 30 °					
Adesione tra fondazione e terreno 0 Kg/cmq					
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua 0 °					
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua 10 Kg/cmq					
Coordinate vertici aggiuntivi per la determinazione della spezzata dell'estradosso del terrapieno a monte, misurate rispetto al punto iniziale (ovvero piu' a sinistra) del terrapieno.					
Vertice	Ascissa	Ordinata	Vertice	Ascissa	Ordinata
	m	m		m	m
1	8,00	4,50			

DATI STRATIGR. MURO 1

S T R A T I G R A F I A D E L T E R R E N O			
S T R A T O n. 1 :			
Spessore dello strato:		40,00	m
Angolo di attrito interno del terreno:		30	°
Angolo di attrito tra terreno e muro:		23	°
Coesione del terreno in condizioni drenate:		0,00	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:		0,00	Kg/cmq
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	1900		Kg/mc

DATI STRATIGR. MURO 1

S T R A T I G R A F I A D E L T E R R E N O

Angolo di attrito interno del terreno in presenza di acqua:	18	°
Angolo di attrito tra terreno e muro in presenza di acqua:	12	°
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0,00	Kg/cmq
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	900	Kg/mc

GEOMETRIA MURO 1

M U R O A M E N S O L A I N C E M E N T O A R M A T O

Altezza del paramento:	9,75	m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	90	cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0	cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	230	cm

GEOMETRIA MURO 1

F O N D A Z I O N E D I R E T T A

Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	410	cm
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	250	cm
Spessore minimo della mensola a valle:	200	cm
Spessore massimo della mensola a valle:	200	cm
Spessore minimo della mensola a monte:	200	cm
Spessore massimo della mensola a monte:	200	cm
Inclinazione del piano di posa della fondazione:	0	°
Sviluppo della fondazione:	14,00	m
Spessore del magrone:	0	cm

CARICHI MURO 1

S O V R A C C A R I C H I S U L T E R R A P I E N O

C O N D I Z I O N E n . 1		
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0,81	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	0,00	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	0,00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	0,00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0,00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	1,00	m
Carico concentrato puntiforme:	0,00	t
Interasse tra i carichi puntiformi lungo lo sviluppo:	1,00	m
Distanza dal muro punto di applicazione carico puntiforme:	0,00	m
Sovraccarico uniformemente distribuito terrapieno a valle:	0,00	t/mq

PRESSIONI MURO 1

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	6,40	11,75	6,40	20,07
	2	6,40	5,64	6,40	12,77
	3	8,90	2,00	6,40	10,27
	4	8,90	2,00	8,90	10,27
	5	8,90	0,00	8,90	8,90

PRESSIONI MURO 1

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	6,40	11,75	6,40	21,69
	2	6,40	5,03	6,40	13,05
	3	8,90	2,00	6,40	10,55
	4	8,90	2,00	8,90	10,55
	5	8,90	0,00	8,90	8,90

PRESSIONI MURO 1

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A M O N T E																	
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq	
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		inf	2068	892	1785	770	0	0	0	0	0	0	283	122	0	0	
	2	sup	5226	2254	4943	2132	0	0	0	0	0	0	0	283	122	0	0
		inf	5193	10887	4912	10297	0	0	0	0	0	0	0	281	589	0	0
	3	sup	7060	14801	6779	14212	0	0	0	0	0	0	0	281	589	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	7105	3065	6822	2943	0	0	0	0	0	0	0	283	122	0	0
	5	sup	8138	3510	7855	3388	0	0	0	0	0	0	0	283	122	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 1

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A M O N T E																	
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq	
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		inf	2295	990	1421	613	526	227	0	0	0	0	0	348	150	0	0
	2	sup	6690	2886	4808	2074	1534	662	0	0	0	0	0	348	150	0	0
		inf	5995	16034	4308	11523	1375	3678	0	0	0	0	0	312	834	0	0
	3	sup	7773	20790	5679	15188	1783	4768	0	0	0	0	0	312	834	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	8675	3742	6337	2734	1990	858	0	0	0	0	0	348	150	0	0
	5	sup	9983	4306	7346	3169	2290	988	0	0	0	0	0	348	150	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 1

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	5,50	11,75	5,50	-20,35
	2	0,52	2,30	4,14	-3,98
	3	0,00	2,00	4,10	-3,46
	4	0,00	2,00	0,00	-3,46
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

PRESSIONI MURO 1

C O O R D I N A T E P U N T I					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	5,50	11,75	5,50	-21,64
	2	0,55	2,30	4,14	-4,24
	3	0,00	2,00	4,10	-3,68
	4	0,00	2,00	0,00	-3,68
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

PRESSIONI MURO 1

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A V A L L E																	
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq	
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	sup	-427	740	-427	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1710	0	-1710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	sup	-13110	0	-13110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 1

P R E S S I O N I D E L T E R R A P I E N O A V A L L E																	
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq	
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	sup	-366	673	-408	752	43	-78	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1534	0	-1713	0	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	sup	-11764	0	-13134	0	1370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 1

P R E S S I O N I S U L M U R O								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	1	6,40	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	2068	892	0	0
1	2	6,40	5,64	pre	5226	2254	0	0
				seg	6301	0	0	0
1	3	6,40	2,00	pre	8566	0	0	0
				seg	0	26132	0	0
1	4	8,90	2,00	pre	0	26132	0	0
				seg	7105	3065	0	0
1	5	8,90	0,00	pre	8138	3510	0	0
				seg	-5576	-19242	0	0
1	6	0,00	0,00	pre	-5576	-18385	0	0
				seg	-13110	0	0	0
1	7	0,00	2,00	pre	-1710	0	0	0
				seg	0	855	0	0
1	8	0,52	2,00	pre	0	570	0	0
				seg	0	570	0	0
1	9	4,10	2,00	pre	0	570	0	0
				seg	-846	81	0	0
1	10	4,14	2,30	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	11	5,50	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 1

P R E S S I O N I S U L M U R O								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
2	1	6,40	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	2295	990	0	0
2	2	6,40	5,03	pre	6690	2886	0	0
				seg	7769	0	0	0
2	3	6,40	2,00	pre	10519	0	0	0
				seg	0	30700	0	0
2	4	8,90	2,00	pre	0	32685	0	0
				seg	8675	3742	0	0
2	5	8,90	0,00	pre	9983	4306	0	0
				seg	-7999	-19232	0	0
2	6	0,00	0,00	pre	-7999	-21708	0	0
				seg	-11764	0	0	0
2	7	0,00	2,00	pre	-1534	0	0	0
				seg	0	766	0	0
2	8	0,55	2,00	pre	0	543	0	0
				seg	0	543	0	0
2	9	4,10	2,00	pre	0	543	0	0
				seg	-35	77	0	0
2	10	4,14	2,30	pre	633	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	11	5,50	11,75	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

SPINTE A MONTE MURO 1

S P I N T E A M O N T E M U R O N.ro 1

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 1

Spinta orizzontale terrapieno:	64574	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	72881	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	4,64	m
Ascissa della spinta terrapieno:	7,65	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	61038	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	69290	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	4,58	m
Ascissa della spinta statica semplice:	7,66	m
Spinta orizzontale sismica:	0	Kg/m
Spinta verticale sismica:	0	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	0,00	m
Ascissa della spinta sismica:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	3535	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	3591	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	5,75	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	7,48	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	83500	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	3,41	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	4,96	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	8639	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	7,23	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m

Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale: 34,5 °
 Costante di spinta attiva complessiva statica: $K_a = 0,6567$
 Costante di spinta attiva complessiva sismica: $K_{as} = 0,6567$
 Spinta calcolata in assenza di filtrazione.

SPINTE A MONTE MURO 1

S P I N T E A M O N T E M U R O N.ro 1

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 2

Spinta orizzontale terrapieno:	75892	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	93432	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	4,59	m
Ascissa della spinta terrapieno:	7,63	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	54227	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	67417	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	4,50	m
Ascissa della spinta statica semplice:	7,64	m
Spinta orizzontale sismica:	17407	Kg/m
Spinta verticale sismica:	21429	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	4,59	m
Ascissa della spinta sismica:	7,63	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	4258	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	4585	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	5,78	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	7,46	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	7828	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	79586	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	3,41	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	4,96	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	675	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	6865	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	3,01	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	7,23	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m

Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale: 39,5 °
 Costante di spinta attiva complessiva statica: $K_a = 0,6153$
 Costante di spinta attiva complessiva sismica: $K_{as} = 0,8116$
 Spinta calcolata in assenza di filtrazione.

SPINTE A VALLE MURO 1

S P I N T E A V A L L E M U R O N.ro 1

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 1

Spinta orizzontale terrapieno:	14948	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	222	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	0,76	m
Ascissa della spinta terrapieno:	0,17	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	14948	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	222	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	0,76	m
Ascissa della spinta statica semplice:	0,17	m
Spinta orizzontale sismica:	0	Kg/m
Spinta verticale sismica:	0	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	0,00	m
Ascissa della spinta sismica:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	2201	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	2,19	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m

Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale: 60,0 °
 Costante di spinta passiva complessiva statica: $K_p = 2,9748$
 Costante di spinta passiva complessiva sismica: $K_{ps} = 2,9748$
 Spinta calcolata in assenza di filtrazione.

SPINTE A VALLE MURO 1

S P I N T E A V A L L E M U R O N.ro 1

N.B. Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto piu' a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Combinazione n. 2

Spinta orizzontale terrapieno:	13413	Kg/m
Spinta verticale terrapieno:	212	Kg/m
Altezza della spinta terrapieno:	0,76	m
Ascissa della spinta terrapieno:	0,18	m
DI CUI:		
Spinta orizzontale statica semplice:	14975	Kg/m
Spinta verticale statica semplice:	236	Kg/m
Altezza della spinta statica semplice:	0,76	m
Ascissa della spinta statica semplice:	0,18	m
Spinta orizzontale sismica:	-1562	Kg/m
Spinta verticale sismica:	-25	Kg/m
Altezza della spinta sismica:	0,76	m
Ascissa della spinta sismica:	0,18	m
Spinta orizzontale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta alla coesione:	0	Kg/m
Altezza della spinta della coesione:	0,00	m
Ascissa della spinta della coesione:	0,00	m
Spinta orizzontale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Spinta verticale efficace dovuta alla falda:	0	Kg/m
Altezza della spinta della falda:	0,00	m
Ascissa della spinta della falda:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai sovraccarichi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei sovraccarichi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta ai tiranti attivi:	0	Kg/m
Altezza della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Ascissa della spinta dei tiranti attivi:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso proprio del muro:	0	Kg/m
Altezza della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Ascissa della spinta del peso proprio del muro:	0,00	m
Spinta orizzontale dovuta al peso del terreno portato:	-205	Kg/m
Spinta verticale dovuta al peso del terreno portato:	2089	Kg/m
Altezza della spinta del peso del terreno portato:	2,15	m
Ascissa della spinta del peso del terreno portato:	2,20	m
Spinta orizzontale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Spinta verticale esplicita complessiva:	0	Kg/m
Altezza della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Ascissa della spinta esplicita complessiva:	0,00	m
Spinta orizzontale dell'acqua:	0	Kg/m
Spinta verticale dell'acqua:	0	Kg/m
Altezza della spinta dell'acqua:	0,00	m
Ascissa della spinta dell'acqua:	0,00	m

Angolo del cuneo di spinta rispetto alla verticale: 61,5 °
 Costante di spinta passiva complessiva statica: $K_p = 2,9803$
 Costante di spinta passiva complessiva sismica: $K_{ps} = 2,6693$
 Spinta calcolata in assenza di filtrazione.

VERIFICHE STABILITA' MURO 1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	1	
Momento forze ribaltanti complessivo:	674153	Kgm/m
Momento stabilizzante forze peso e carichi:	1575606	Kgm/m
Momento stabilizzante massimo dovuto ai tiranti:	0	Kgm/m
Coefficiente sicurezza minimo al ribaltamento:	2,34	

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA

VERIFICHE STABILITA' MURO 1

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	1	
Risultante forze che attivano lo scorrimento:	125919	Kg/m
Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:	167432	Kg/m
Forza dei tiranti che si oppone allo scorrimento:	0	Kg/m
Coefficiente sicurezza minimo allo scorrimento:	1,33	

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA

SOLLECITAZIONI MURO 1

SOLLECITAZIONI MURO

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
1	PARAMENTO	2	30	0,0	969	-43	644
1	PARAMENTO	3	60	0,0	1990	77	1334
1	PARAMENTO	4	90	0,0	3064	372	2071
1	PARAMENTO	5	120	0,0	4189	854	2854
1	PARAMENTO	6	150	0,0	5368	1535	3683
1	PARAMENTO	7	180	0,0	6598	2426	4559
1	PARAMENTO	8	210	0,0	7881	3541	5482
1	PARAMENTO	9	240	0,0	9217	4890	6451
1	PARAMENTO	10	270	0,0	10604	6486	7467
1	PARAMENTO	11	300	0,0	12044	8340	8529
1	PARAMENTO	12	330	0,0	13537	10465	9637
1	PARAMENTO	13	360	0,0	15082	12873	10793
1	PARAMENTO	14	390	0,0	16679	15575	11994
1	PARAMENTO	15	420	0,0	18328	18583	13242
1	PARAMENTO	16	450	0,0	20030	21910	14537
1	PARAMENTO	17	480	0,0	21784	25568	15878
1	PARAMENTO	18	510	0,0	23591	29567	17265
1	PARAMENTO	19	540	0,0	25450	33921	18699
1	PARAMENTO	20	570	0,0	27361	38641	20180
1	PARAMENTO	21	600	0,0	29325	43740	21707
1	PARAMENTO	22	630	0,0	30914	49632	23484
1	PARAMENTO	23	660	0,0	32284	56289	25437
1	PARAMENTO	24	690	0,0	33686	63509	27447
1	PARAMENTO	25	720	0,0	35120	71311	29512
1	PARAMENTO	26	750	0,0	36587	79709	31633
1	PARAMENTO	27	780	0,0	38086	88720	33811
1	PARAMENTO	28	810	0,0	39617	98360	36045
1	PARAMENTO	29	840	0,0	41180	108646	38334
1	PARAMENTO	30	870	0,0	42776	119592	40680
1	PARAMENTO	31	900	0,0	44404	131216	43082
1	PARAMENTO	32	930	0,0	46064	143534	45539
1	PARAMENTO	33	960	0,0	47760	156563	48021
1	PARAMENTO	34	975	0,0	48628	163347	49203

SOLLECITAZIONI MURO 1

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	14820	3800	0
1	MENS.FOND.VALLE	2	30	-90,0	16493	4906	-3788
1	MENS.FOND.VALLE	3	60	-90,0	18166	4867	-7632
1	MENS.FOND.VALLE	4	90	-90,0	19838	3670	-11499
1	MENS.FOND.VALLE	5	120	-90,0	21511	1312	-15374
1	MENS.FOND.VALLE	6	150	-90,0	23184	-2209	-19257
1	MENS.FOND.VALLE	7	180	-90,0	24857	-6897	-23149
1	MENS.FOND.VALLE	8	210	-90,0	26529	-12754	-27050
1	MENS.FOND.VALLE	9	240	-90,0	28202	-19783	-30960
1	MENS.FOND.VALLE	10	270	-90,0	29875	-27985	-34878
1	MENS.FOND.VALLE	11	300	-90,0	31548	-37365	-38805
1	MENS.FOND.VALLE	12	330	-90,0	33220	-47924	-42741
1	MENS.FOND.VALLE	13	360	-90,0	34893	-59665	-46685
1	MENS.FOND.VALLE	14	390	-90,0	36566	-72590	-50638
1	MENS.FOND.VALLE	15	410	-90,0	37681	-81866	-53278

SOLLECITAZIONI MURO 1

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	15242	-344	-6575
1	MENS.FOND.MONTE	2	30	90,0	13570	-1180	-10146
1	MENS.FOND.MONTE	3	60	90,0	11897	-3087	-13726
1	MENS.FOND.MONTE	4	90	90,0	10224	-6070	-17314
1	MENS.FOND.MONTE	5	120	90,0	8551	-10131	-20911
1	MENS.FOND.MONTE	6	150	90,0	6879	-15273	-24517
1	MENS.FOND.MONTE	7	180	90,0	5206	-21497	-28132
1	MENS.FOND.MONTE	8	210	90,0	3533	-28807	-31755
1	MENS.FOND.MONTE	9	240	90,0	1860	-37205	-35387
1	MENS.FOND.MONTE	10	250	90,0	1303	-40247	-36599

SOLLECITAZIONI MURO 1

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
2	PARAMENTO	2	30	0,0	936	-27	847
2	PARAMENTO	3	60	0,0	1927	170	1760
2	PARAMENTO	4	90	0,0	2972	609	2737
2	PARAMENTO	5	120	0,0	4072	1306	3780
2	PARAMENTO	6	150	0,0	5227	2279	4887
2	PARAMENTO	7	180	0,0	6436	3546	6059
2	PARAMENTO	8	210	0,0	7701	5123	7296
2	PARAMENTO	9	240	0,0	9019	7027	8598
2	PARAMENTO	10	270	0,0	10393	9276	9965
2	PARAMENTO	11	300	0,0	11821	11888	11398

SOLLECITAZIONI MURO 1

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	PARAMENTO	12	330	0,0	13304	14878	12894
2	PARAMENTO	13	360	0,0	14841	18265	14456
2	PARAMENTO	14	390	0,0	16434	22066	16083
2	PARAMENTO	15	420	0,0	18080	26297	17775
2	PARAMENTO	16	450	0,0	19782	30977	19532
2	PARAMENTO	17	480	0,0	21538	36121	21354
2	PARAMENTO	18	510	0,0	23349	41749	23240
2	PARAMENTO	19	540	0,0	25215	47876	25192
2	PARAMENTO	20	570	0,0	27135	54520	27208
2	PARAMENTO	21	600	0,0	29110	61698	29290
2	PARAMENTO	22	630	0,0	31140	69428	31436
2	PARAMENTO	23	660	0,0	33224	77726	33648
2	PARAMENTO	24	690	0,0	34831	87131	36126
2	PARAMENTO	25	720	0,0	36131	97606	38816
2	PARAMENTO	26	750	0,0	37460	108872	41594
2	PARAMENTO	27	780	0,0	38818	120957	44459
2	PARAMENTO	28	810	0,0	40206	133884	47412
2	PARAMENTO	29	840	0,0	41623	147681	50453
2	PARAMENTO	30	870	0,0	43069	162372	53582
2	PARAMENTO	31	900	0,0	44544	177983	56798
2	PARAMENTO	32	930	0,0	46049	194540	60102
2	PARAMENTO	33	960	0,0	47586	212078	63564
2	PARAMENTO	34	975	0,0	48373	221237	65312

SOLLECITAZIONI MURO 1

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	13298	3410	0
2	MENS.FOND.VALLE	2	30	-90,0	15417	5070	-4929
2	MENS.FOND.VALLE	3	60	-90,0	17535	5251	-9868
2	MENS.FOND.VALLE	4	90	-90,0	19653	3950	-14796
2	MENS.FOND.VALLE	5	120	-90,0	21772	1175	-19698
2	MENS.FOND.VALLE	6	150	-90,0	23890	-3067	-24576
2	MENS.FOND.VALLE	7	180	-90,0	26008	-8769	-29428
2	MENS.FOND.VALLE	8	210	-90,0	28127	-15922	-34255
2	MENS.FOND.VALLE	9	240	-90,0	30245	-24520	-39057
2	MENS.FOND.VALLE	10	270	-90,0	32363	-34555	-43835
2	MENS.FOND.VALLE	11	300	-90,0	34482	-46020	-48587
2	MENS.FOND.VALLE	12	330	-90,0	36600	-58906	-53314
2	MENS.FOND.VALLE	13	360	-90,0	38718	-73206	-58016
2	MENS.FOND.VALLE	14	390	-90,0	40837	-88914	-62693
2	MENS.FOND.VALLE	15	410	-90,0	42249	-100163	-65797

SOLLECITAZIONI MURO 1

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	18658	-436	-8048
2	MENS.FOND.MONTE	2	30	90,0	16540	-1256	-13395
2	MENS.FOND.MONTE	3	60	90,0	14421	-3665	-18646
2	MENS.FOND.MONTE	4	90	90,0	12303	-7634	-23800

SOLLECITAZIONI MURO 1

S O L L E C I T A Z I O N I M U R O							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	5	120	90,0	10185	-13136	-28857
2	MENS.FOND.MONTE	6	150	90,0	8066	-20140	-33818
2	MENS.FOND.MONTE	7	180	90,0	5948	-28618	-38683
2	MENS.FOND.MONTE	8	210	90,0	3830	-38541	-43451
2	MENS.FOND.MONTE	9	240	90,0	1711	-49879	-48122
2	MENS.FOND.MONTE	10	250	90,0	1005	-53969	-49658

ALLEGATO 4: risultati analisi AXIS VM7 del sottopasso

Risultati delle analisi condotte sullo schema del sottopasso

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 SOTTOPASSO - analisi dinamica

Verifica Stato Limite Ultimo con sisma e senza sisma

(valori riferiti a una striscia di 2.50 metri)

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Materiali

Nome	Tipo	E_x [daN/cm ²]	E_y [daN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiale colore	Profilo colore
1 C30/37	Calcestruzzo	320000	320000	0,20	1E-5	2500	■

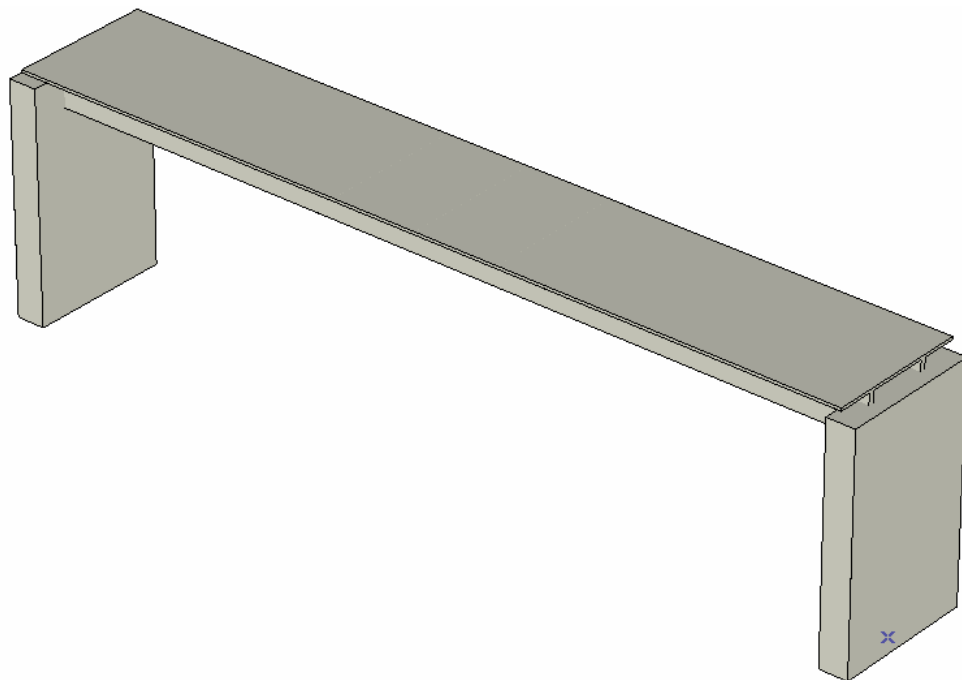
Nome	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1 C30/37	f_{ck} [daN/cm ²] = 300	$\gamma_c = 1,500$	$\alpha = 0,85$	$\phi_t = 2,00$		

Forma

Nome	Processo	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]
1 muro	Altro.	Rett.	500,0	2500,0	0	0	1250000,00	0	0
2 tegolo p	Altro.	Personalizzato	800,0	2490,0	0	0	259499,99	0	0

Nome	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_{ω} [mm ⁶]	Hy [mm]	Hx [mm]	yG [mm]	zG [mm]	Pr.p.
1 muro	9,13352016E10	2,60416667E10	6,51041667E11	0	0	2500,0	500,0	1250,0	250,0	5
2 tegolo p	1,0	1,67170675E10	1,09831168E11	0	0	2490,0	800,0	1245,0	566,9	9

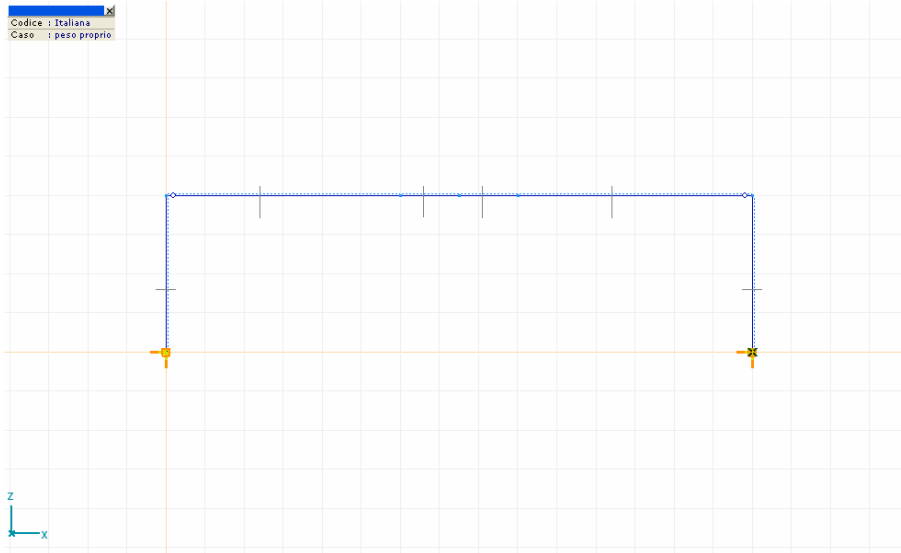
Codice : Italiana
Caso : peso proprio



modello3D.BMP

peso proprio: Carico Esatto Asta

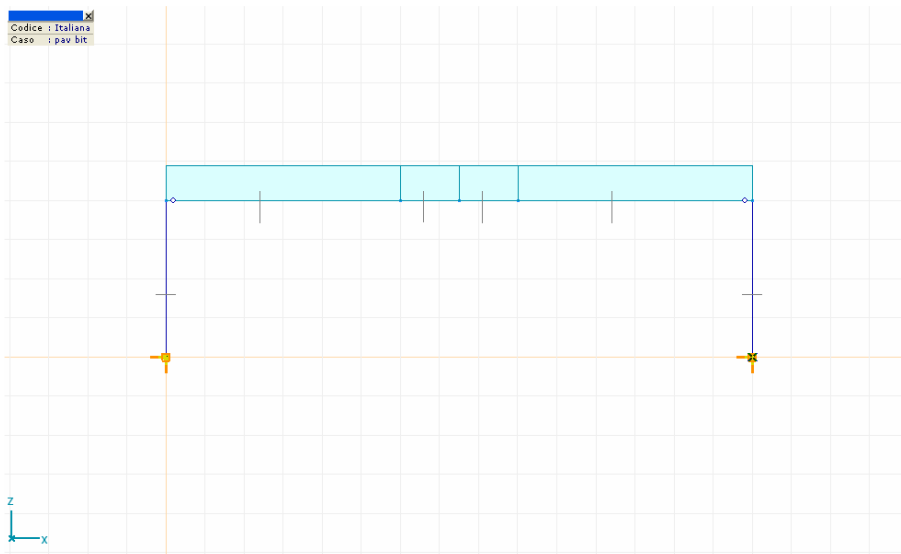
	Σ [kg]
1-6	34731,250
Totale	34731,250



peso_proprio.BMP

pav_bit: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
3 Asta G In.	6,000	a	0	0	0	-750,00
			1,000	0	0	-750,00
4 Asta G In.	6,000	a	0	0	0	-750,00
			1,000	0	0	-750,00
5 Asta G In.	1,500	a	0	0	0	-750,00
			1,000	0	0	-750,00
6 Asta G In.	1,500	a	0	0	0	-750,00
			1,000	0	0	-750,00



pav_bit.BMP

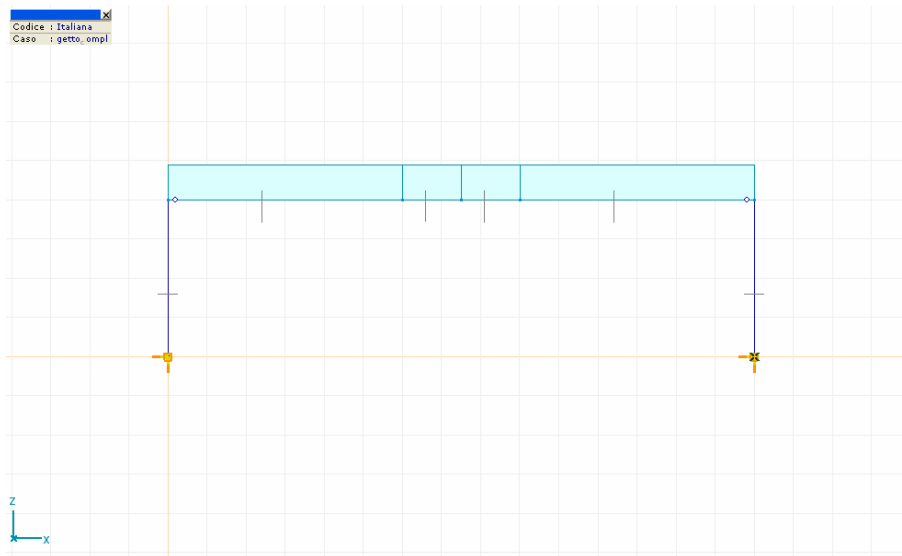
OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

getto_compl: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

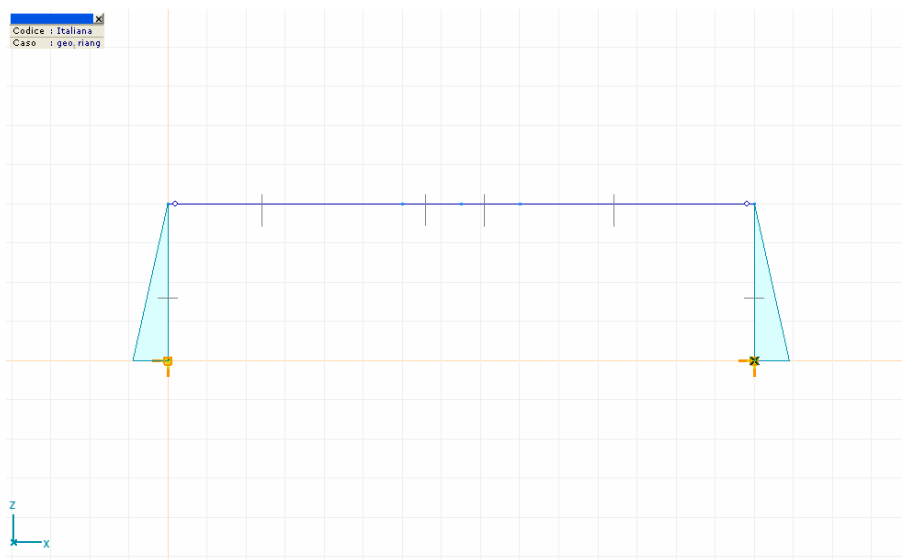
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
3 Asta G In.	6,000	a	0	0	0	-312,50
			1,000	0	0	-312,50
4 Asta G In.	6,000	a	0	0	0	-312,50
			1,000	0	0	-312,50
5 Asta G In.	1,500	a	0	0	0	-312,50
			1,000	0	0	-312,50
6 Asta G In.	1,500	a	0	0	0	-312,50
			1,000	0	0	-312,50



getoo_compl.BMP

geo_triang: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	4,000	a	0	9500,00	0	0
			1,000	0	0	0
2 Asta G In.	4,000	a	0	-9500,00	0	0
			1,000	0	0	0



geo_triang.BMP

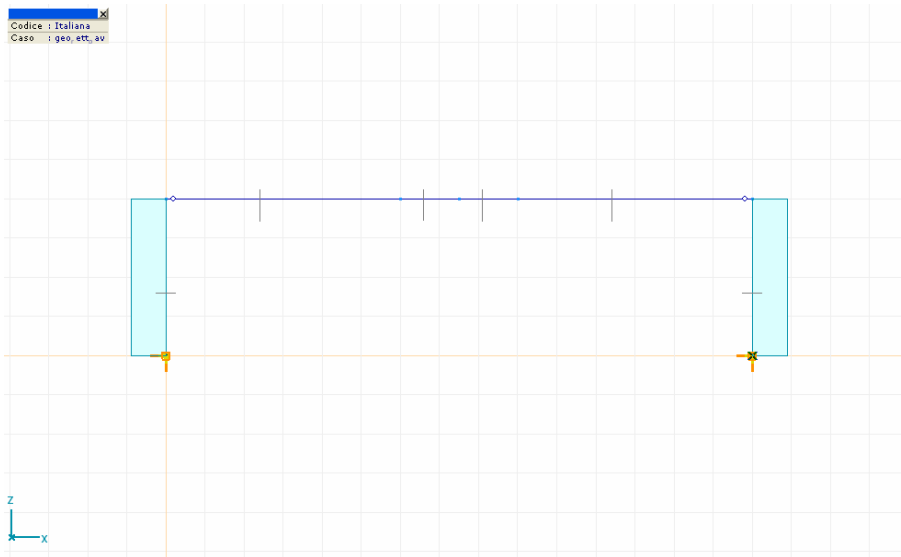
OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

geo_rett_pav: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

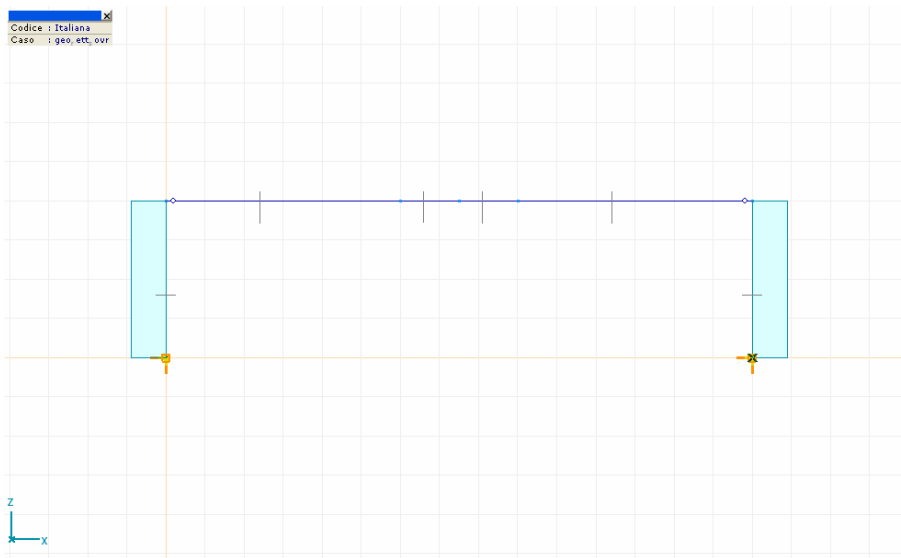
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	4,000	a	0	375,00	0	0
			1,000	375,00	0	0
2 Asta G In.	4,000	a	0	-375,00	0	0
			1,000	-375,00	0	0



geo_rettpav.BMP

geo_rett_sovr: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	4,000	a	0	3125,00	0	0
			1,000	3125,00	0	0
2 Asta G In.	4,000	a	0	-3125,00	0	0
			1,000	-3125,00	0	0



geo_rettsovr.BMP

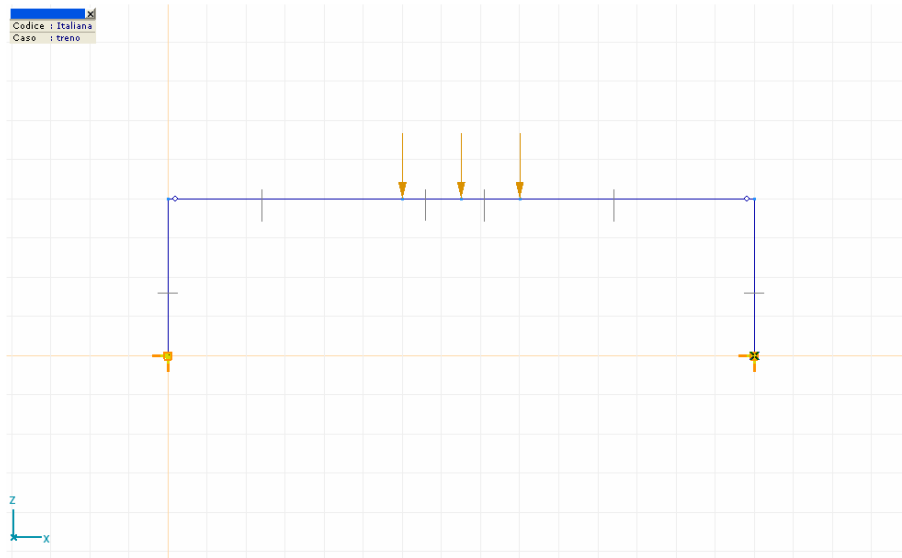
OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

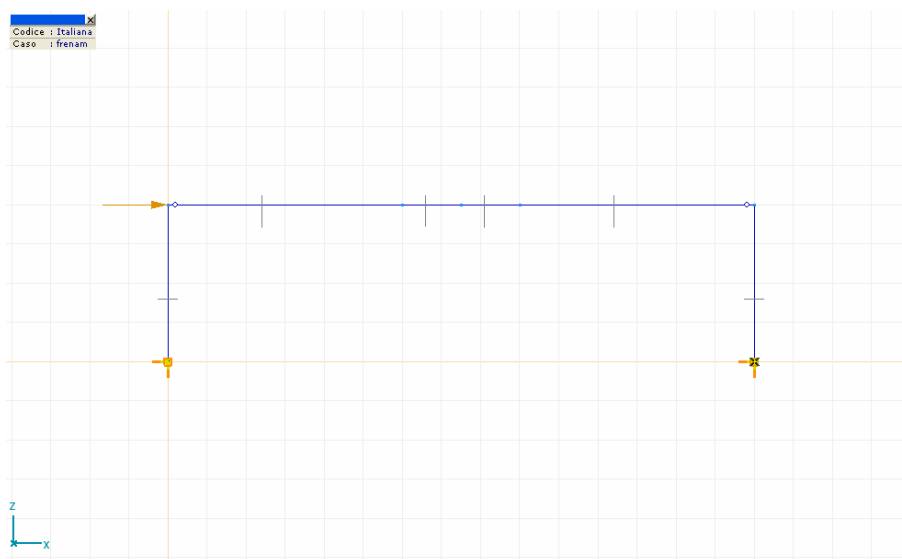
treno: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
5 Globale	0	0	-27200,00	0	0	0
6 Globale	0	0	-27200,00	0	0	0
7 Globale	0	0	-27200,00	0	0	0



frenam: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
2 Globale	12000,00	0	0	0	0	0



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Gruppi di incarichi (Italiane)

Gruppo	Tipo	γ_U	γ_L	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ecc./Sismico Simult.
1 PERM1	permanente	1,500	1,000					
2 VAR1	accidentale			1,500	1,000	0,500	0,200	0
3 SISM				1,300				

Parametri Sismici

Parametri

Fattore di comportamento (spostamento): $q_d = 1$

Spettro (orizzontale)

Forma parametrica

Classe di sottosuolo: D

accelerazione al suolo di progetto: $a_g = 1,500 \text{ m/s}^2$

Fattore di comportamento: $q = 1$

Parametro di sito: $S = 1,35$

Inizio della parte costante dello spettro: $T_B = 0,200 \text{ s}$

Fine della parte costante dello spettro: $T_C = 0,800 \text{ s}$

Inizio della parte costante in spostamento dello spettro: $T_D = 2,000 \text{ s}$

Spettro (verticale)

Forma parametrica

Classe di sottosuolo: D

accelerazione al suolo di progetto: $a_{gv} = 1,500 \text{ m/s}^2$

Fattore di comportamento: $q_v = 1$

Parametro di sito: $S = 1,35$

Inizio della parte costante dello spettro: $T_B = 0,200 \text{ s}$

Fine della parte costante dello spettro: $T_C = 0,800 \text{ s}$

Inizio della parte costante in spostamento dello spettro: $T_D = 2,000 \text{ s}$

Metodo di combinazione

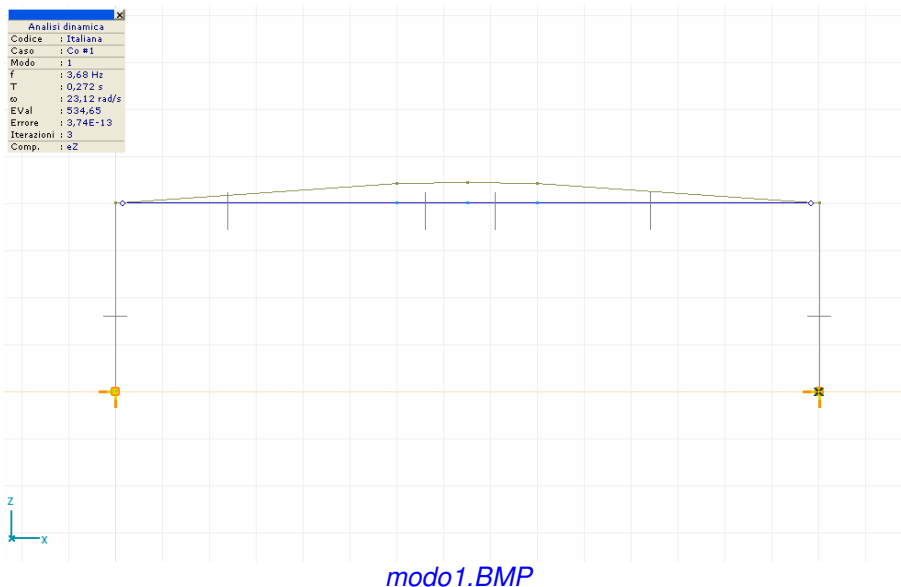
Combinazione delle risposte modali: Automatici

Smorzamento viscoso: $\xi' = 0,05$

Combinazione delle componenti dell'azione sismica: Quadratico

SM01Z: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
2 Globale	0	0	1,93	0	0	0
3 Globale	0	0	1,93	0	0	0
5 Globale	0	0	2607,04	0	0	0
6 Globale	0	0	2607,04	0	0	0
7 Globale	0	0	1099,75	0	0	0



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

SM02X: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
1 Globale	0,01	0	0	0	0	0
2 Globale	4725,01	0	0	0	0	0
3 Globale	4725,01	0	0	0	0	0
4 Globale	0,01	0	0	0	0	0
5 Globale	2711,91	0	0	0	0	0
6 Globale	2711,91	0	0	0	0	0
7 Globale	1085,28	0	0	0	0	0



modo2.BMP

SM05X: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
2 Globale	11,85	0	0	0	0	0
3 Globale	11,85	0	0	0	0	0
5 Globale	-9,64	0	0	0	0	0
6 Globale	-9,64	0	0	0	0	0
7 Globale	-4,15	0	0	0	0	0



modo5.BMP

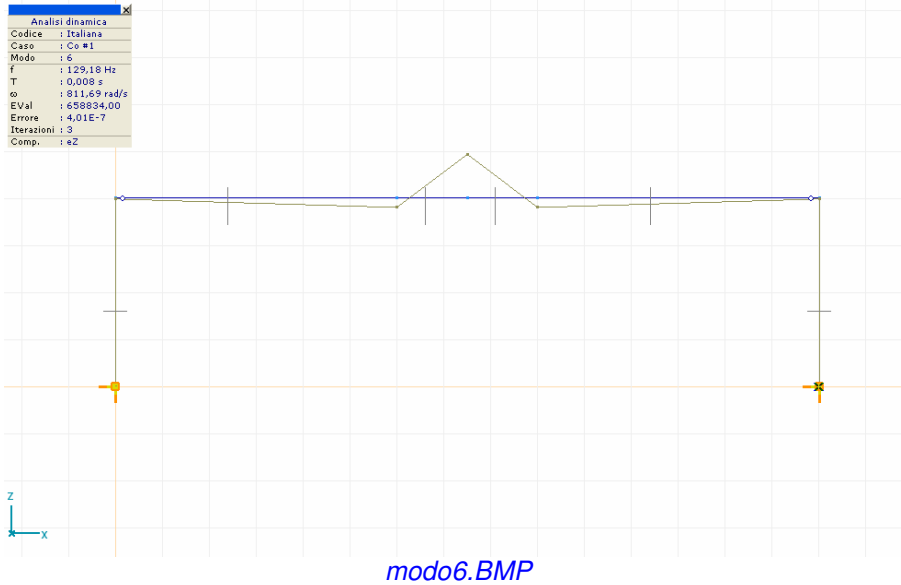
OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

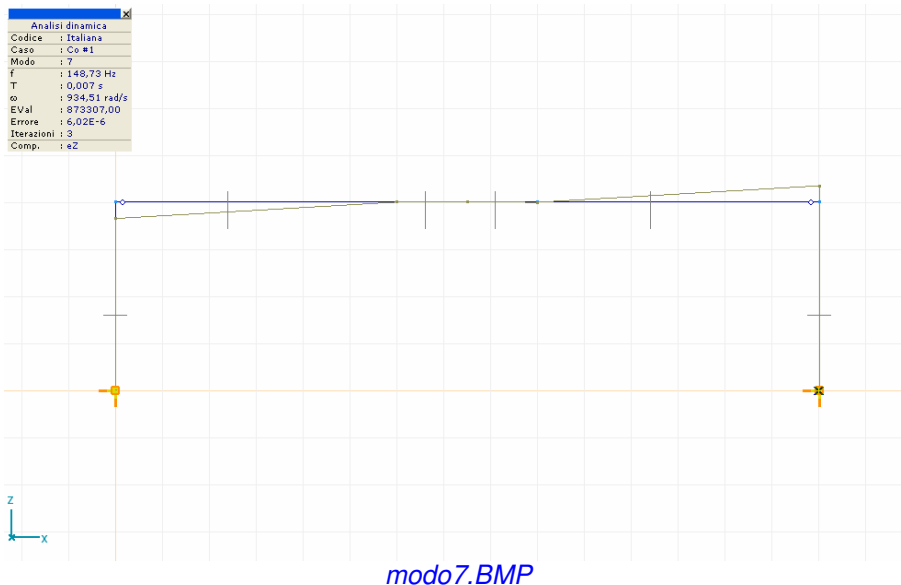
SM06Z: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
2 Globale	0	0	-5,76	0	0	0
3 Globale	0	0	-5,76	0	0	0
5 Globale	0	0	-36,17	0	0	0
6 Globale	0	0	-36,17	0	0	0
7 Globale	0	0	68,60	0	0	0



SM07Z: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
2 Globale	0	0	-4,58	0	0	0
3 Globale	0	0	4,60	0	0	0
5 Globale	0	0	0,01	0	0	0
6 Globale	0	0	-0,01	0	0	0



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Sostegni nodali sollecitazioni interne [Lineare, Critico Min,Max.]

Nodo	Tipo	C min. max.	R(x) [daN]	R(y) [daN]	R(z) [daN]	R(r) [daN]
Globale						
1	1 Globale	Rx min	13884,840	0	-29110,941	32252,686
		max	45694,336	0	-25004,428	52088,324
		Rz min	36387,415	0	-98706,641	105200,024
		max	35872,635	0	-20897,916	41515,887
2	4 Globale	Rx min	-36387,415	0	-86204,431	93569,482
		max	-12725,763	0	-29110,941	31770,929
		Rz min	-24258,276	0	-98706,641	101643,811
		max	-34631,714	0	-20897,916	40448,468
2	4 Globale	Rx min	-36387,415	0	-86204,431	93569,482
1	1 Globale	max	45694,336	0	-25004,428	52088,324
1	1 Globale	Rz min	36387,415	0	-98706,641	105200,024
2	4 Globale	min	-24258,276	0	-98706,641	101643,811
1	1 Globale	max	35872,635	0	-20897,916	41515,887
2	4 Globale	max	-34631,714	0	-20897,916	40448,468

Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
Globale						
1	1 Globale	Rx	0	59860,132	0	59860,132
			0	64777,344	0	64777,344
		Rz	0	27549,661	0	27549,661
			0	64823,828	0	64823,828
2	4 Globale	Rx	0	-27549,661	0	27549,661
			0	-55223,828	0	55223,828
		Rz	0	-18366,441	0	18366,441
			0	-59860,132	0	59860,132
2	4 Globale	Rx	0	-27549,661	0	27549,661
1	1 Globale		0	64777,344	0	64777,344
1	1 Globale	Rz	0	27549,661	0	27549,661
2	4 Globale		0	-18366,441	0	18366,441
1	1 Globale		0	64823,828	0	64823,828
2	4 Globale		0	-59860,132	0	59860,132

Nodo	Tipo	C	Combinazione Critica
Globale			
1	1 Globale	Rx	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM - > [peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
		Rz	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno [peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
2	4 Globale	Rx	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno [peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
		Rz	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno [peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >
2	4 Globale	Rx	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
1	1 Globale		[peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
1	1 Globale	Rz	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
2	4 Globale		[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
1	1 Globale		[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
2	4 Globale		[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Spostamento asta [Lineare, Critico Min,Max. (Q)]

Se.	C min. max.	Loc. [m]	ex [mm]	ey [mm]	ez [mm]	eR [mm]
1	1	L=4,000				
	ex min	4,000	-0,064	0	2,735	2,736
	max	0	0	0	0	0
	ey min	0	*	0	*	*
	max	0	*	0	*	*
	ez min	4,000	-0,023	0	-2,577	2,577
	max	4,000	-0,023	0	4,323	4,323
	fx min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	fy min	4,000	-0,023	0	4,323	4,323
	max	4,000	-0,023	0	2,735	2,735
	fz min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
2	1	L=4,000				
	ex min	4,000	-0,064	0	-2,735	2,736
	max	0	0	0	0	0
	ey min	0	*	0	*	*
	max	0	*	0	*	*
	ez min	4,000	-0,064	0	-2,735	2,736
	max	4,000	-0,023	0	4,060	4,061
	fx min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	fy min	4,000	-0,023	0	4,060	4,061
	max	4,000	-0,064	0	-2,735	2,736
	fz min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
3	2	L=6,000				
	ex min	6,000	-2,670	0	-29,722	29,842
	max	0	4,323	0	-0,029	4,323
	ey min	0	*	0	*	*
	max	0	*	0	*	*
	ez min	6,000	2,702	0	-127,592	127,621
	max	0	4,323	0	-0,018	4,323
	fx min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	fy min	6,000	4,249	0	-29,722	30,024
	max	0	2,735	0	-0,083	2,736
	fz min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
4	2	L=6,000				
	ex min	6,000	-2,735	0	-0,029	2,735
	max	0	4,196	0	-29,722	30,017
	ey min	0	*	0	*	*
	max	0	*	0	*	*
	ez min	0	-2,702	0	-127,592	127,621
	max	6,000	-2,735	0	-0,018	2,735
	fx min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	fy min	6,000	-2,735	0	-0,083	2,736
	max	0	-2,702	0	-29,722	29,844
	fz min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
5	2	L=1,500				
	ex min	1,500	-2,688	0	-134,557	134,584
	max	0	4,249	*	*	*
	ey min	0	*	0	*	*
	max	0	*	0	*	*
	ez min	1,350	*	*	-134,486	*
	max	0	2,702	0	-10,198	10,550
	fx min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	fy min	1,500	-2,688	0	-134,557	134,584
	max	0	2,702	0	-127,592	127,621
	fz min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Se.	C min. max.	Loc. [m]	ex [mm]	ey [mm]	ez [mm]	eR [mm]	
6	2	L=1,500					
	ex min	1,500	-2,702	0	-127,592	127,621	
	max	0	4,224	*	*	*	
	ey min	0	*	0	*	*	
	max	0	*	0	*	*	
	ez min	0	*	*	-134,557	*	
	max	1,500	4,196	0	-10,198	11,027	
	fx min	0	*	*	*	*	
	max	0	*	*	*	*	
	fy min	1,500	-2,702	0	-127,592	127,621	
	max	0	-2,688	0	-31,253	31,368	
	fz min	0	*	*	*	*	
	max	0	*	*	*	*	
4	2	ex min	6,000	-2,735	0	-0,029	2,735
3	2	max	0	4,323	0	-0,029	4,323
1	1	ey min	0	*	0	*	*
1	1	max	0	*	0	*	*
5	2	ez min	1,350	*	*	-134,486	*
6	2	min	0	*	*	-134,557	*
1	1	max	4,000	-0,023	0	4,323	4,323
2	1	eR min	0	0	0	0	0
5	2	max	1,500	*	*	*	134,584
6	2	max	0	*	*	*	134,584
1	1	fx min	0	*	*	*	*
1	1	max	0	*	*	*	*
4	2	fy min	6,000	-2,735	0	-0,083	2,736
3	2	max	0	2,735	0	-0,083	2,736
1	1	fz min	0	*	*	*	*
1	1	max	0	*	*	*	*
5	2	fR min	1,500	*	*	*	*
3	2	max	0	2,735	0	-0,083	2,736
4	2	max	6,000	-2,735	0	-0,083	2,736

Se.	C min. max.	Loc. [m]	fx [rad]	fy [rad]	fz [rad]	fR [rad]
1	1	L=4,000				
	ex min	4,000	0	0,00108	0	0,00108
	max	0	0	0	0	0
	ey min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	ez min	4,000	0	0,00108	0	0,00108
	max	4,000	0	-0,00150	0	0,00150
	fx min	0	0	*	*	*
	max	0	0	*	*	*
	fy min	4,000	0	-0,00150	0	0,00150
	max	4,000	0	0,00108	0	0,00108
	fz min	0	*	*	0	*
	max	0	*	*	0	*
2	1	L=4,000				
	ex min	4,000	0	-0,00108	0	0,00108
	max	0	0	0	0	0
	ey min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	ez min	4,000	0	-0,00108	0	0,00108
	max	4,000	0	-0,00164	0	0,00164
	fx min	0	0	*	*	*
	max	0	0	*	*	*
	fy min	4,000	0	-0,00164	0	0,00164
	max	4,000	0	0,00091	0	0,00091
	fz min	0	*	*	0	*
	max	0	*	*	0	*
3	2	L=6,000				
	ex min	6,000	0	0,00203	0	0,00203
	max	0	0	0,00655	0	0,00655
	ey min	0	*	*	*	*
	max	0	*	*	*	*
	ez min	6,000	0	0,00918	0	0,00918
	max	0	0	0,00655	0	0,00655

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Se.	C min. max.	Loc. [m]	fx [rad]	fy [rad]	fz [rad]	fR [rad]	
	fx min	0	<u>0</u>	*	*	*	
	max	0	<u>0</u>	*	*	*	
	fy min	6,000	0	<u>0,00062</u>	0	0,00062	
	max	0	0	<u>0,02743</u>	0	0,02743	
	fz min	0	*	*	<u>0</u>	*	
	max	0	*	*	<u>0</u>	*	
4	2	L=6,000					
	ex min	6,000	0	-0,00655	0	0,00655	
	max	0	0	-0,00203	0	0,00203	
	ey min	0	*	*	*	*	
	max	0	*	*	*	*	
	ez min	0	0	-0,00918	0	0,00918	
	max	6,000	0	-0,00655	0	0,00655	
	fx min	0	<u>0</u>	*	*	*	
	max	0	<u>0</u>	*	*	*	
	fy min	6,000	0	<u>-0,02743</u>	0	0,02743	
	max	0	0	<u>-0,00062</u>	0	0,00062	
	fz min	0	*	*	<u>0</u>	*	
	max	0	*	*	<u>0</u>	*	
5	2	L=1,500					
	ex min	1,500	0	0	0	0	
	max	0	*	*	*	*	
	ey min	0	*	*	*	*	
	max	0	*	*	*	*	
	ez min	1,350	*	*	*	*	
	max	0	0	0,00203	0	0,00203	
	fx min	0	<u>0</u>	*	*	*	
	max	0	<u>0</u>	*	*	*	
	fy min	1,500	0	<u>0</u>	0	0	
	max	0	0	<u>0,00918</u>	0	0,00918	
	fz min	0	*	*	<u>0</u>	*	
	max	0	*	*	<u>0</u>	*	
6	2	L=1,500					
	ex min	1,500	0	-0,00918	0	0,00918	
	max	0	*	*	*	*	
	ey min	0	*	*	*	*	
	max	0	*	*	*	*	
	ez min	0	*	*	*	*	
	max	1,500	0	-0,00203	0	0,00203	
	fx min	0	<u>0</u>	*	*	*	
	max	0	<u>0</u>	*	*	*	
	fy min	1,500	0	<u>-0,00918</u>	0	0,00918	
	max	0	0	<u>0</u>	0	0	
	fz min	0	*	*	<u>0</u>	*	
	max	0	*	*	<u>0</u>	*	
4	2	ex min	6,000	0	-0,00655	0	0,00655
3	2	max	0	0	0,00655	0	0,00655
1	1	ey min	0	*	*	*	*
1	1	max	0	*	*	*	*
5	2	ez min	1,350	*	*	*	*
6	2	min	0	*	*	*	*
1	1	max	4,000	0	-0,00150	0	0,00150
2	1	eR min	0	0	0	0	0
5	2	max	1,500	*	*	*	*
6	2	max	0	*	*	*	*
1	1	fx min	0	<u>0</u>	*	*	*
1	1	max	0	<u>0</u>	*	*	*
4	2	fy min	6,000	0	<u>-0,02743</u>	0	0,02743
3	2	max	0	0	<u>0,02743</u>	0	0,02743
1	1	fz min	0	*	*	<u>0</u>	*
1	1	max	0	*	*	<u>0</u>	*
5	2	fR min	1,500	*	*	*	<u>0</u>
3	2	max	0	0	0,02743	0	<u>0,02743</u>
4	2	max	6,000	0	-0,02743	0	<u>0,02743</u>

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Combinazione Critica
-----	----------------	-------------	----------------------

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Se.	C	min.	max.	Loc.	Combinazione Critica
				[m]	
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
5	2			L=1,500	
		ex	min	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
		ey	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
		ez	min	1,350	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
		fx	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
		fy	min	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (treno)
		fz	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
6	2			L=1,500	
		ex	min	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
		ey	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
		ez	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
			max	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
		fx	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
		fy	min	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
		fz	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
4	2	ex	min	6,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
3	2		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
1	1	ey	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
1	1		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
5	2	ez	min	1,350	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
6	2		min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
1	1		max	4,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
2	1	eR	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (frenam)
5	2		max	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
6	2		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
1	1	fx	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
1	1		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
4	2	fy	min	6,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
3	2		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (treno)
1	1	fz	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
1	1		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] (0,2*treno)
5	2	fR	min	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)
3	2		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM + (treno)
4	2		max	6,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,3*SM - (treno)

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Sollecitazioni di assi [Lineare, Critico Min,Max.]

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Nx [daN]	Qy [daN]	Qz [daN]	
1	1	L=4,000				
	Nx min	0	-98706,641	0	24258,276	
	max	4,000	-8635,416	0	-19115,147	
	Qz min	4,000	-25008,441	0	-19115,147	
	max	0	-25004,428	0	45694,336	
	My min	0	-29110,941	0	35872,623	
	max	1,200	-33592,191	0	20741,701	
2	1	L=4,000				
	Nx min	0	-98706,641	0	-36387,415	
	max	4,000	-8635,416	0	20274,225	
	Qz min	0	-86204,431	0	-36387,415	
	max	4,000	-19112,892	0	21805,664	
	My min	1,200	-25432,190	0	-19582,623	
	max	0	-29110,941	0	-34631,699	
3	2	L=6,000				
	Nx min	0	-21805,664	*	*	
	max	0	-4510,784	*	*	
	Qz min	0	-13112,585	0	-80312,891	
	max	6,000	-14131,741	0	1555,596	
	My min	6,000	-8741,724	0	-65022,577	
	max	0	-13112,585	0	-79141,016	
4	2	L=6,000				
	Nx min	0	-21805,664	*	*	
	max	0	-4510,784	*	*	
	Qz min	0	-12972,664	0	-1555,596	
	max	6,000	-8741,724	0	80312,891	
	My min	0	-8741,724	0	65022,577	
	max	6,000	-14131,741	0	16845,909	
5	2	L=1,500				
	Nx min	0	-21805,664	*	*	
	max	0	-8036,288	*	*	
	Qz min	0	-13112,585	0	-24222,578	
	max	1,500	-10606,237	0	716,224	
	My min	1,500	-8741,724	0	-20400,000	
	max	0	-9447,160	0	-3264,609	
6	2	L=1,500				
	Nx min	0	-21805,664	*	*	
	max	0	-8036,288	*	*	
	Qz min	0	-9447,160	0	-716,224	
	max	1,500	-8741,724	0	24222,578	
	My min	0	-8741,724	0	20400,000	
	max	1,500	-10606,237	0	3264,609	
1	1	Nx min	0	-98706,641	0	24258,276
2	1	min	0	-98706,641	0	-36387,415
3	2	max	0	-4510,784	*	*
4	2	max	0	-4510,784	*	*
3	2	Qz min	0	-13112,585	0	-80312,891
4	2	max	6,000	-8741,724	0	80312,891
5	2	My min	1,500	-8741,724	0	-20400,000
6	2	min	0	-8741,724	0	20400,000
2	1	max	0	-29110,941	0	-34631,699

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
1	1	L=4,000			
	Nx min	0	0	-18366,441	0
	max	4,000	0	0	0
	Qz min	4,000	0	0	0
	max	0	0	-64777,344	0
	My min	0	0	-64823,828	0
	max	1,200	0	31113,077	0
2	1	L=4,000			

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
	Nx min	0	0	27549,661	0
	max	4,000	0	0	0
	Qz min	0	0	27549,661	0
	max	4,000	0	0	0
	My min	1,200	0	-34358,493	0
	max	0	0	59860,132	0
3	2	L=6,000			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	0	0
	max	6,000	0	-70494,830	0
	My min	6,000	0	-436006,396	0
	max	0	0	0	0
4	2	L=6,000			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	-70494,830	0
	max	6,000	0	0	0
	My min	0	0	-436006,396	0
	max	6,000	0	0	0
5	2	L=1,500			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	-436006,396	0
	max	1,500	0	-73478,418	0
	My min	1,500	0	-469473,340	0
	max	0	0	-21247,052	0
6	2	L=1,500			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	-73478,418	0
	max	1,500	0	-436006,396	0
	My min	0	0	-469473,340	0
	max	1,500	0	-21247,052	0
1	1				
2	1				
3	2				
4	2				
3	2				
4	2				
5	2				
6	2				
2	1				

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Combinazione Critica
1	1	L=4,000	
	Nx min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
	max	4,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >
	Qz min	4,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM - > (0,2*treno)
	max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
	My min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM - > (0,2*frenam)
	max	1,200	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*treno)
2	1	L=4,000	
	Nx min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
	max	4,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
	Qz min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

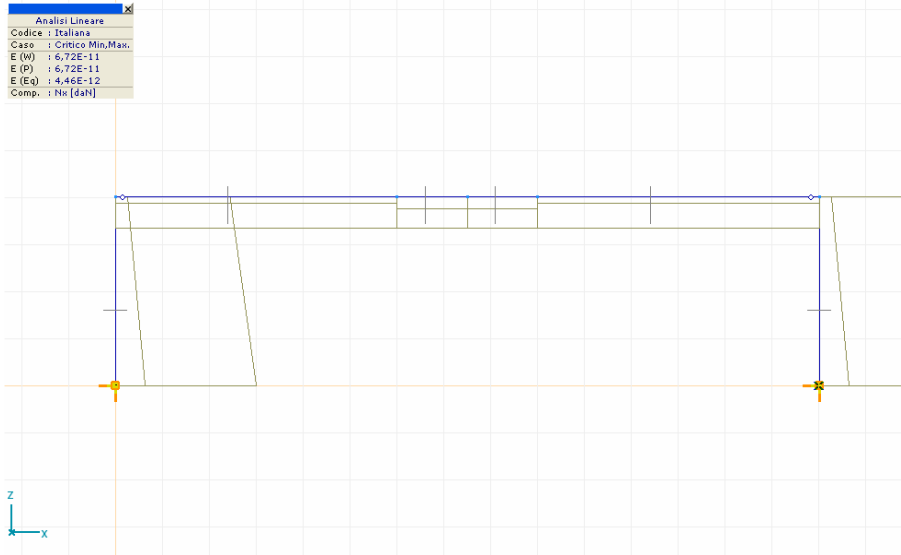
Se.	C	min.	max.	Loc.	Combinazione Critica
				[m]	
			max	4,000	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
		My	min	1,200	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM - > (0,2*frenam)
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >
3	2			L=6,000	
		Nx	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >
		Qz	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
			max	6,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
		My	min	6,000	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
			max	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
4	2			L=6,000	
		Nx	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*treno)
		Qz	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM - >
			max	6,000	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
		My	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
			max	6,000	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
5	2			L=1,500	
		Nx	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >
		Qz	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
			max	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
		My	min	1,500	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >
6	2			L=1,500	
		Nx	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*frenam
			max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*treno)
		Qz	min	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM - >
			max	1,500	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
		My	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
			max	1,500	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*frenam)
1	1	Nx	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
2	1		min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
3	2		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >
4	2		max	0	[peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + > (0,2*treno)
3	2	Qz	min	0	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+1,5*geo_triang+1,5*geo_rett_pav+1,5*geo_rett_sovr] 1,5*treno
4	2		max	6,000	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
5	2	My	min	1,500	[1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

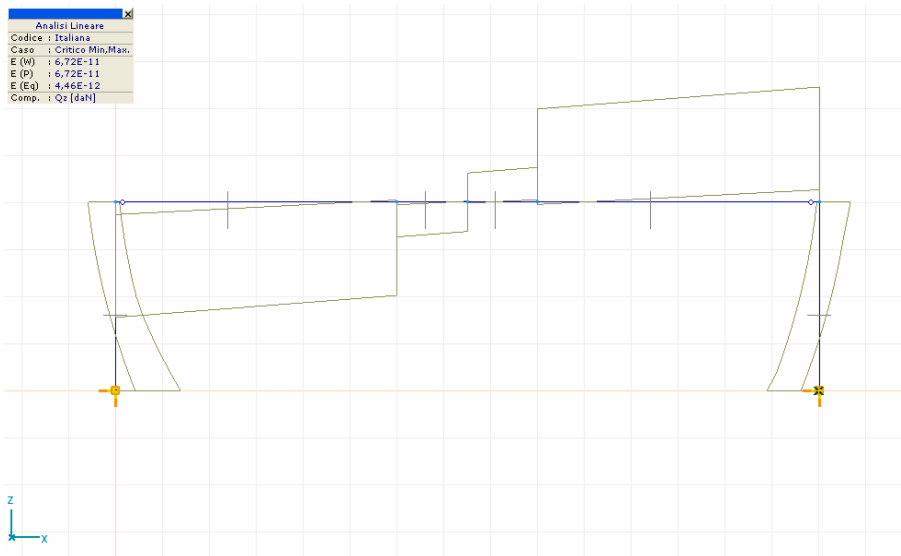
6145.0-R-88: sottopasso - analisi dinamica

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

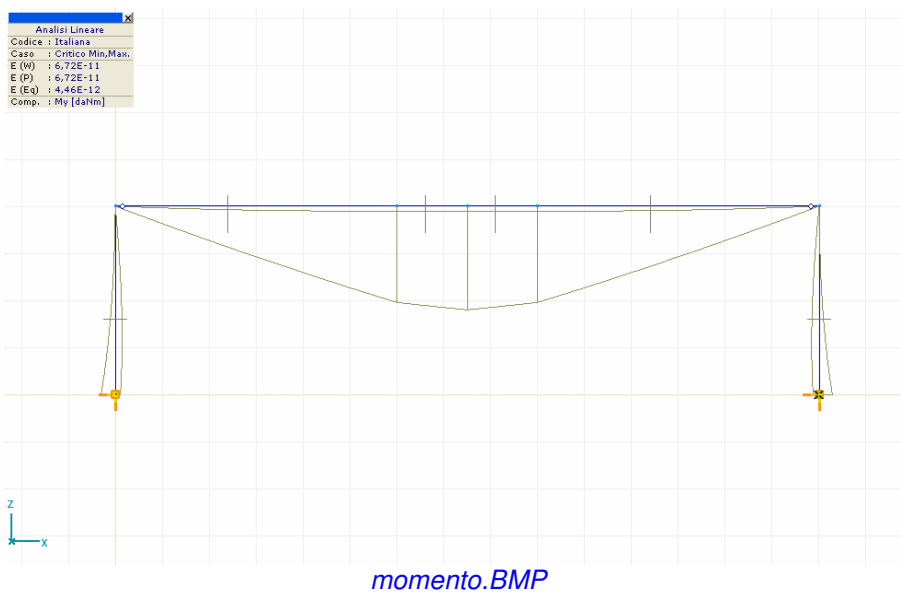
Se.	C	min. max.	Loc. Combinazione Critica [m]
6	2	min	0 [1,5*peso proprio+1,5*pav_bit+1,5*getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] 1,5*treno
2	1	max	0 [peso proprio+pav_bit+getto_compl+geo_triang+geo_rett_pav+geo_rett_sovr] <1,3*SM + >



normale.BMP



taglio.BMP



ALLEGATO 5: risultati analisi AXIS VM7 della berlinese

Risultati delle analisi condotte sugli schemi dei pali



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 Sottopasso: opere di sostegno lato monte

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Materiali

Nome	Tipo	E_x [daN/cm ²]	E_y [daN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiale colore	Profilo colore
1 FE 510	Acciaio	2100000	2100000	0,30	1,2E-5	7850		

Nome	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1 FE 510	f_y [daN/cm ²] = 3550	f_u [daN/cm ²] = 5100	f_y [daN/cm ²] = 3350	f_u [daN/cm ²] = 4900		

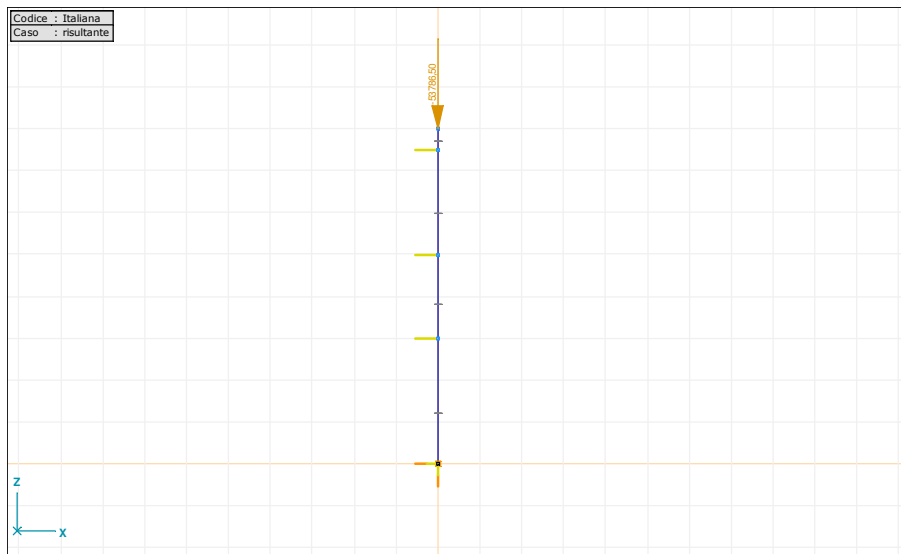
Forma

Nome	Processo	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]
1 fi 168,3	Arrotondato	Tubo	168,3	168,3	8,0	8,0	4028,78	0	0

Nome	Ix [mm ⁴]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]	Iyz [mm ⁴]	I ϕ [mm ⁶]	Hy [mm]	Hx [mm]	yG [mm]	zG [mm]	Pr.p.
1 fi 168,3	25945423,7	12972713,1	12972711,8	0	0	168,3	168,3	84,1	84,1	5

risultante: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
5 Globale	0	0	-53786,50	0	0	0



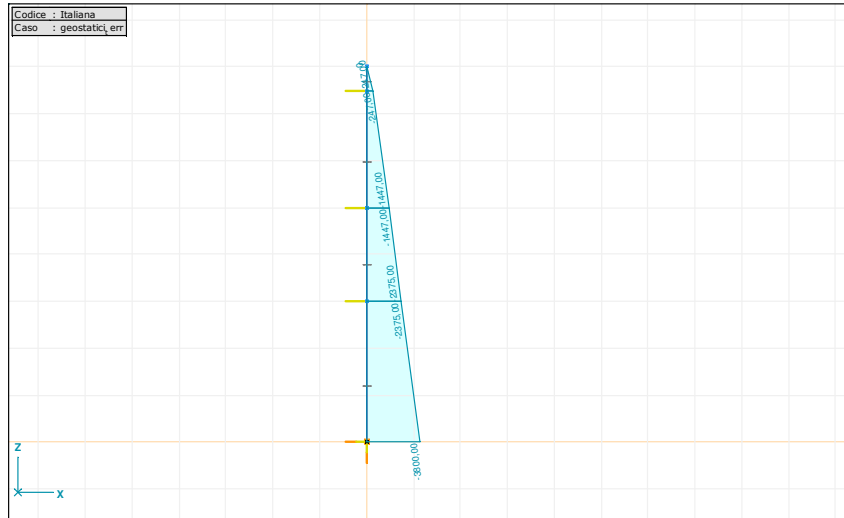
risultante.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

geostatici_terr: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

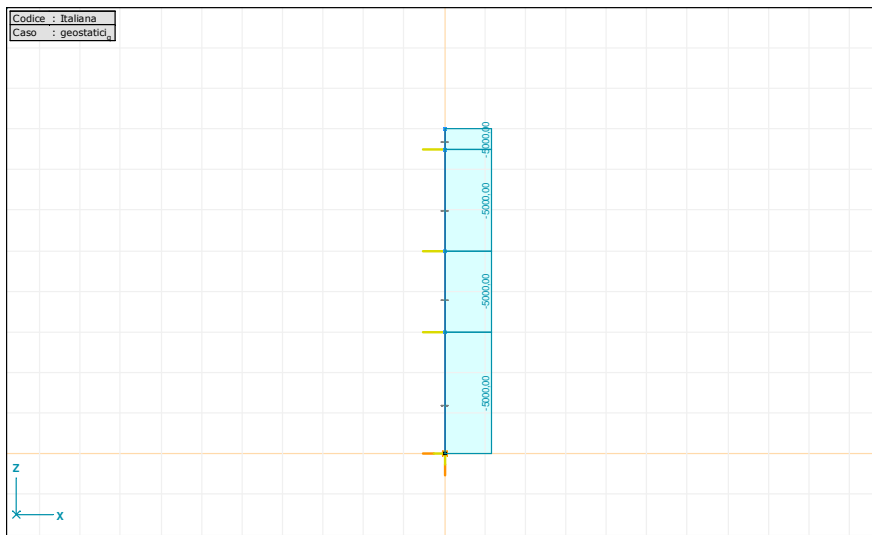
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-3800,00	0	0
			1,000	-2375,00	0	0
2 Asta G In.	1,980	a	0	-2375,00	0	0
			1,000	-1447,00	0	0
3 Asta G In.	2,500	a	0	-1447,00	0	0
			1,000	-247,00	0	0
4 Asta G In.	0,520	a	0	-247,00	0	0
			1,000	0	0	0



geo_triang.WMF

geostatici_q: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
2 Asta G In.	1,980	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
3 Asta G In.	2,500	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
4 Asta G In.	0,520	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0



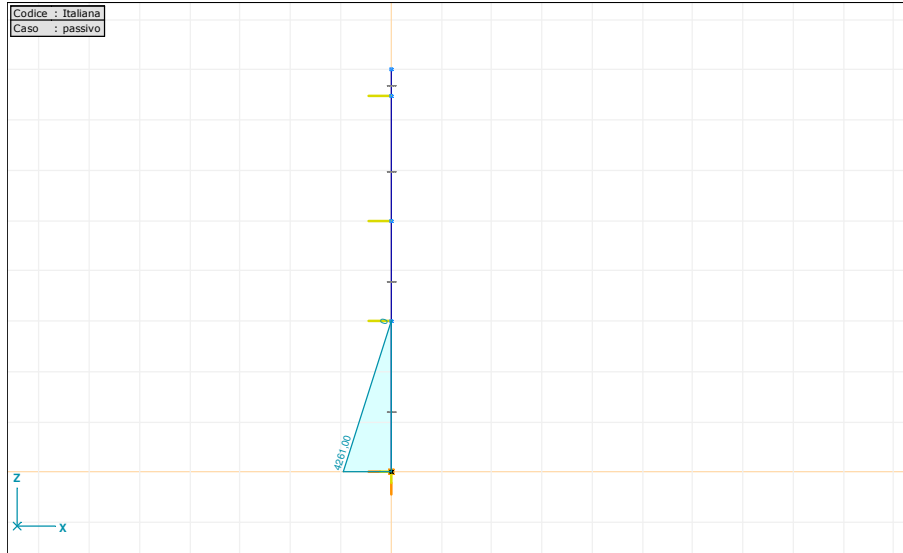
geo_rett.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

passivo: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0 1,000	4261,00 0	0 0	0 0



passivo.WMF

Sollecitazioni di assi [Lineare, Critico Min,Max.]

Se.	C	min.	Loc.	Nx	Qy	Qz
		max.	[m]	[daN]	[daN]	[daN]
1	1		L=3,000			
		Nx min	0	-75301,099	*	*
		max	0	-53786,499	*	*
		Qz min	0	-53786,499	0	-14151,266
		max	3,000	-53786,499	0	13424,733
		My min	1,500	-53786,499	0	-1213,017
		max	0	-53786,499	0	-14151,266
2	1		L=1,980			
		Nx min	0	-75301,099	*	*
		max	0	-53786,499	*	*
		Qz min	0	-53786,499	0	-10129,849
		max	1,980	-53786,499	0	9204,308
		My min	0,990	-53786,499	0	139,161
		max	0	-53786,499	0	-10129,849
3	1		L=2,500			
		Nx min	0	-75301,099	*	*
		max	0	-53786,499	*	*
		Qz min	0	-53786,499	0	-11947,162
		max	2,500	-53786,499	0	8542,690
		My min	1,500	-53786,499	0	860,890
		max	0	-53786,499	0	-11947,162
4	1		L=0,520			
		Nx min	0	-75301,099	*	*
		max	0	-53786,499	*	*
		Qz min	0	-53786,499	0	-3729,908
		max	0,520	-53786,499	0	0
		My min	0,520	-53786,499	0	0
		max	0	-53786,499	0	-3729,908
1	1	Nx min	0	-75301,099	*	*
2	1	min	0	-75301,099	*	*
3	1	min	0	-75301,099	*	*
4	1	min	0	-75301,099	*	*

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Se.	C	min.	max.	Loc.	[m]	Nx	[daN]	Qy	[daN]	Qz	[daN]
1	1	max		0		-53786,499		*		*	
2	1	max		0		-53786,499		*		*	
3	1	max		0		-53786,499		*		*	
4	1	max		0		-53786,499		*		*	
1	1	Qz	min	0		-53786,499	0			-14151,266	
1	1	max		3,000		-53786,499	0			13424,733	
1	1	My	min	1,500		-53786,499	0			-1213,017	
1	1	max		0		-53786,499	0			-14151,266	

Se.	C	min.	max.	Loc.	[m]	Mx	[daNm]	My	[daNm]	Mz	[daNm]
1	1			L=3,000							
		Nx	min	0		*		*		*	
		max		0		*		*		*	
		Qz	min	0		0	7767,116		0		0
		max		3,000		0	4977,816		0		0
		My	min	1,500		0	-3968,534		0		0
		max		0		0	7767,116		0		0
2	1			L=1,980							
		Nx	min	0		*		*		*	
		max		0		*		*		*	
		Qz	min	0		0	4977,816		0		0
		max		1,980		0	4374,264		0		0
		My	min	0,990		0	-260,856		0		0
		max		0		0	4977,816		0		0
3	1			L=2,500							
		Nx	min	0		*		*		*	
		max		0		*		*		*	
		Qz	min	0		0	4374,264		0		0
		max		2,500		0	961,984		0		0
		My	min	1,500		0	-3795,806		0		0
		max		0		0	4374,264		0		0
4	1			L=0,520							
		Nx	min	0		*		*		*	
		max		0		*		*		*	
		Qz	min	0		0	961,984		0		0
		max		0,520		0	0		0		0
		My	min	0,520		0	0		0		0
		max		0		0	961,984		0		0
1	1	Nx	min	0		*		*		*	
2	1	min		0		*		*		*	
3	1	min		0		*		*		*	
4	1	min		0		*		*		*	
1	1	max		0		*		*		*	
2	1	max		0		*		*		*	
3	1	max		0		*		*		*	
4	1	max		0		*		*		*	
1	1	Qz	min	0		0	7767,116		0		0
1	1	max		3,000		0	4977,816		0		0
1	1	My	min	1,500		0	-3968,534		0		0
1	1	max		0		0	7767,116		0		0

Se.	C	min.	max.	Loc.	[m]	Combinazione Critica
1	1			L=3,000		
		Nx	min	0		0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
		max		0		0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
		Qz	min	0		0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
		max		3,000		[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
		My	min	1,500		[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
		max		0		0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
2	1			L=1,980		
		Nx	min	0		0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
		max		0		0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
		Qz	min	0		0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Combinazione Critica
	max	1,980	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]
	My min	0,990	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
3	1	L=2,500	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
	Qz min	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]
	max	2,500	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
	My min	1,500	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]
4	1	L=0,520	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
	Qz min	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
	max	0,520	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]
	My min	0,520	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
1	1	Nx min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
2	1	min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
3	1	min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
4	1	min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passivo]
1	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
2	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
3	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
4	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
1	1	Qz min	0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
1	1	max	3,000 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
1	1	My min	1,500 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]
1	1	max	0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo]

Sostegni nodali sollecitazioni interne [Lineare, Critico Min,Max.]

Nodo	Tipo	C min. max.	R(x) [daN]	R(y) [daN]	R(z) [daN]	R(r) [daN]
Globale						
1	1 Globale	Rx min	-14151,266	0	-53786,499	55616,956
		max	-6847,694	0	-53786,499	54220,648
2	2 Globale	Rx min	-23554,582			23554,582
		max	-15399,117			15399,117
3	3 Globale	Rx min	-21151,471			21151,471
		max	-15108,194			15108,194
4	4 Globale	Rx min	-12272,598			12272,598
		max	-8722,681			8722,681
2	2 Globale	Rx min	-23554,582			23554,582
1	1 Globale	max	-6847,694	0	-53786,499	54220,648

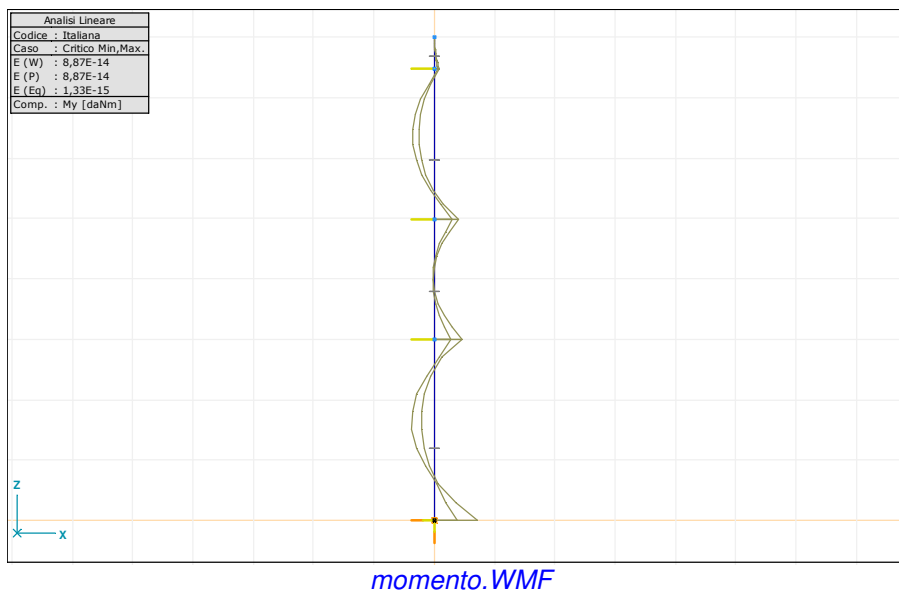
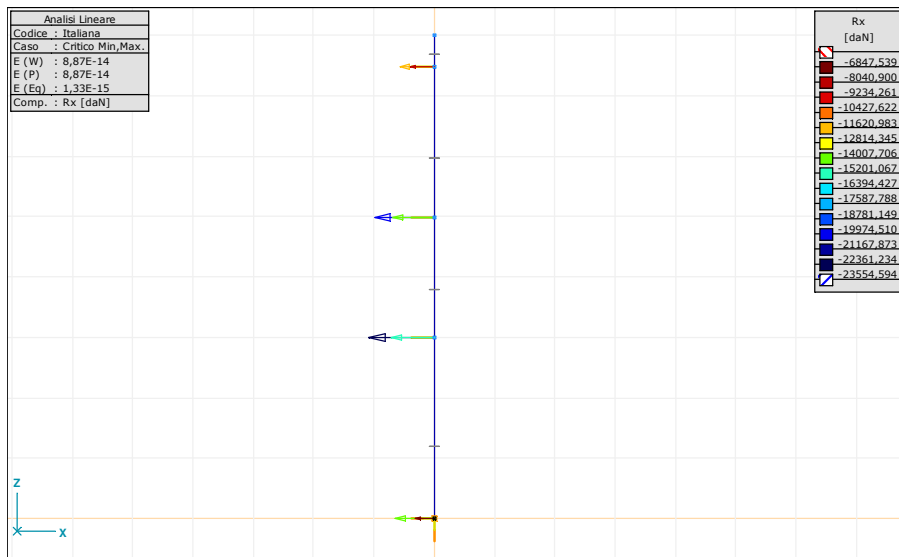
Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
Globale						
1	1 Globale	Rx	0	-7767,116	0	7767,116
			0	-4040,682	0	4040,682
2	2 Globale	Rx				
3	3 Globale	Rx				
4	4 Globale	Rx				
2	2 Globale	Rx				

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monteAxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI

Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
1	1	Globale	0	-4040,682	0	4040,682

Nodo	Tipo	C	Combinazione Critica
Globale			
1	1	Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]
2	2	Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]
3	3	Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passivo]
4	4	Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]
2	2	Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passivo] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]
1	1	Globale	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passivo]





OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 Sottopasso: opere di sostegno lato muro - tratto rampa 1

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato muro - tratto rampa 1 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Materiali

Nome	Tipo	E_x [daN/cm ²]	E_y [daN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiale colore	Profilo colore
1 FE 510	Acciaio	2100000	2100000	0,30	1,2E-5	7850		

Nome	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1 FE 510	f_y [daN/cm ²] = 3550	f_u [daN/cm ²] = 5100	f_y [daN/cm ²] = 3350	f_u [daN/cm ²] = 4900		

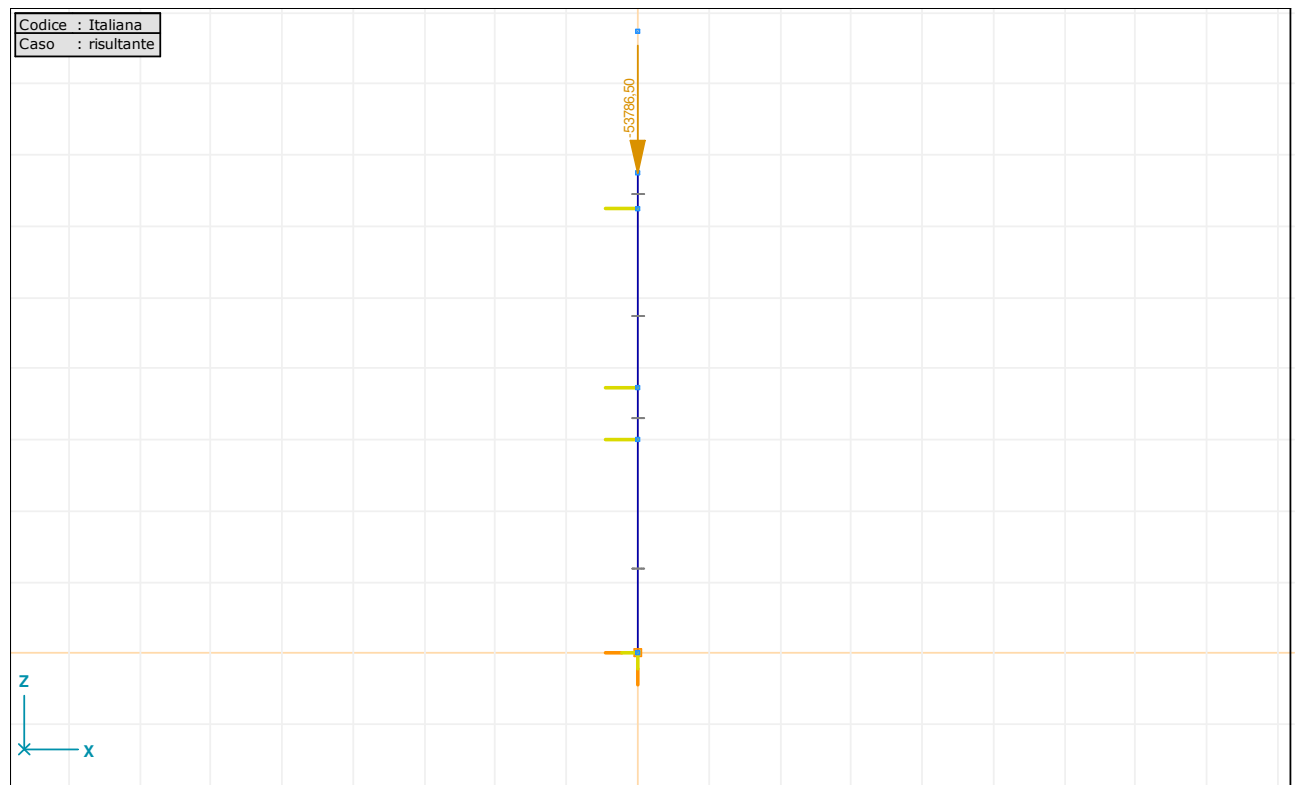
Forma

Nome	Processo	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]
1 fi 168,3	Arrotondato	Tubo	168,3	168,3	8,0	8,0	4028,78	0	0

Nome	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	Hy [mm]	Hx [mm]	yG [mm]	zG [mm]	Pr.p.
1 fi 168,3	25945423,7	12972713,1	12972711,8	0	0	168,3	168,3	84,1	84,1	5

risultante: Combinazioni nodali

Direzione	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
6 Globale	0	0	-107573,00	0	0	0



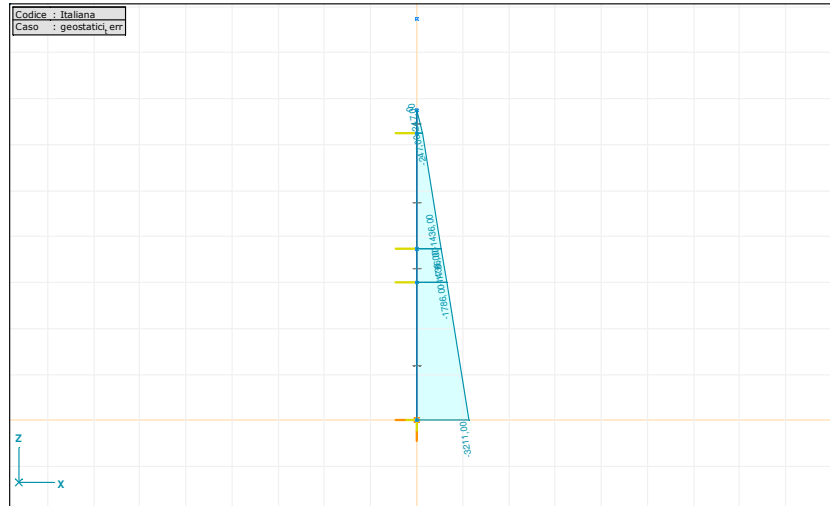
risultante.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato muro - tratto rampa 1 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

geostatici_terr: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

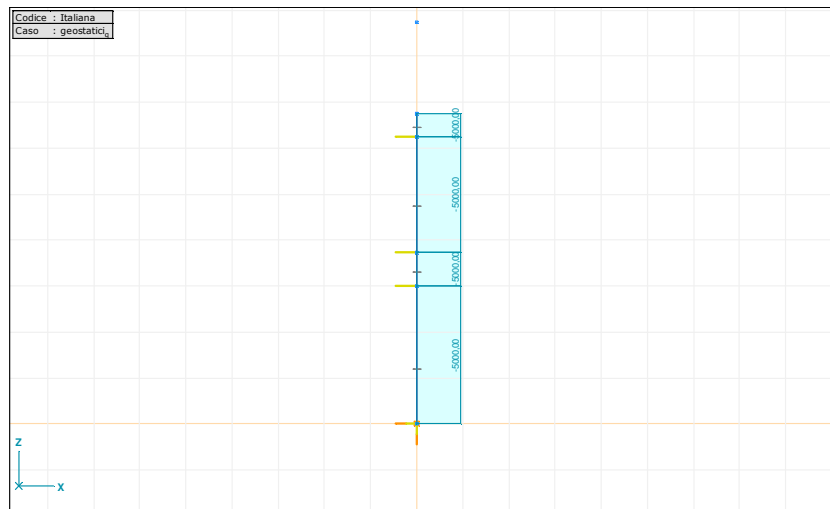
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-3211,00	0	0
			1,000	-1786,00	0	0
2 Asta G In.	0,740	a	0	-1786,00	0	0
			1,000	-1436,00	0	0
3 Asta G In.	2,500	a	0	-1436,00	0	0
			1,000	-247,00	0	0
4 Asta G In.	0,520	a	0	-247,00	0	0
			1,000	0	0	0



geo_triang.WMF

geostatici_q: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
2 Asta G In.	0,740	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
3 Asta G In.	2,500	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
4 Asta G In.	0,520	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0



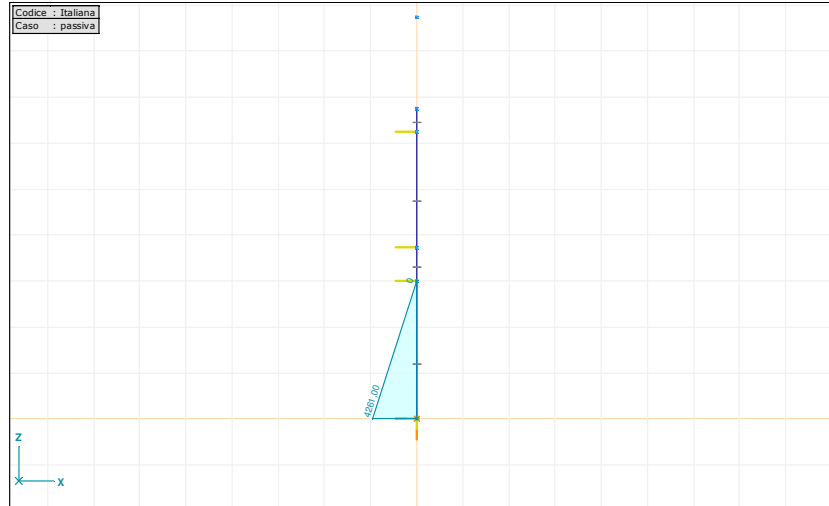
geor_rett.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato muro - tratto rampa 1 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

passiva: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	4261,00	0	0
			1,000	0	0	0



passivo.WMF

Sollecitazioni di assi [Lineare, Critico Min,Max.]

Se.	C min.	Loc.	Nx	Qy	Qz	
	max.	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	
1	1	L=3,000				
	Nx min	0	-150602,197	*	*	
	max	0	-107572,998	*	*	
	Qz min	0	-107572,998	0	-12851,752	
	max	3,000	-107572,998	0	12250,449	
	My min	1,500	-107572,998	0	-1150,401	
	max	0	-107572,998	0	-12851,752	
2	1	L=0,740				
	Nx min	0	-150602,197	*	*	
	max	0	-107572,998	*	*	
	Qz min	0	-107572,998	0	-3806,176	
	max	0,740	-107572,998	0	3889,739	
	My min	0,222	*	*	*	
	max	0	-107572,998	0	-3806,176	
3	1	L=2,500				
	Nx min	0	-150602,197	*	*	
	max	0	-107572,998	*	*	
	Qz min	0	-107572,998	0	-11892,256	
	max	2,500	-107572,998	0	8570,820	
	My min	1,500	-107572,998	0	892,100	
	max	0	-107572,998	0	-11892,256	
4	1	L=0,520				
	Nx min	0	-150602,197	*	*	
	max	0	-107572,998	*	*	
	Qz min	0	-107572,998	0	-3729,908	
	max	0,520	-107572,998	0	0	
	My min	0,520	-107572,998	0	0	
	max	0	-107572,998	0	-3729,908	
1	1	Nx min	0	-150602,197	*	*
2	1	min	0	-150602,197	*	*
3	1	min	0	-150602,197	*	*
4	1	min	0	-150602,197	*	*
1	1	max	0	-107572,998	*	*
2	1	max	0	-107572,998	*	*

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato muro - tratto rampa 1 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Nx [daN]	Qy [daN]	Qz [daN]
3	1 max	0	-107572,998	*	*
4	1 max	0	-107572,998	*	*
1	1 Qz min	0	-107572,998	0	-12851,752
1	1 max	3,000	-107572,998	0	12250,449
3	1 My min	1,500	-107572,998	0	892,100
1	1 max	0	-107572,998	0	-12851,752

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
1	1	L=3,000			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	7086,050	0
	max	3,000	0	4484,597	0
	My min	1,500	0	-3628,002	0
	max	0	0	7086,050	0
2	1	L=0,740			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	4484,597	0
	max	0,740	0	4108,055	0
	My min	0,222	*	2320,668	*
	max	0	0	4484,597	0
3	1	L=2,500			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	4269,085	0
	max	2,500	0	961,984	0
	My min	1,500	0	-3824,963	0
	max	0	0	4269,085	0
4	1	L=0,520			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qz min	0	0	961,984	0
	max	0,520	0	0	0
	My min	0,520	0	0	0
	max	0	0	961,984	0
1	1 Nx min	0	*	*	*
2	1 min	0	*	*	*
3	1 min	0	*	*	*
4	1 min	0	*	*	*
1	1 max	0	*	*	*
2	1 max	0	*	*	*
3	1 max	0	*	*	*
4	1 max	0	*	*	*
1	1 Qz min	0	0	7086,050	0
1	1 max	3,000	0	4484,597	0
3	1 My min	1,500	0	-3824,963	0
1	1 max	0	0	7086,050	0

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Combinazione Critica
1	1	L=3,000	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	Qz min	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	3,000	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	My min	1,500	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
2	1	L=0,740	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	Qz min	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	0,740	[1,4*geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
	My min	0,222	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato muro - tratto rampa 1 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Combinazione Critica
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
3	1	L=2,500	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	Qz min	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
	max	2,500	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	My min	1,500	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
4	1	L=0,520	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	Qz min	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	0,520	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
	My min	0,520	[geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	Nx min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
2	1	min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
3	1	min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
4	1	min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
1	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
2	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
3	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
4	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
1	1	Qz min	0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	max	3,000 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
3	1	My min	1,500 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	max	0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]

Sostegni nodali sollecitazioni interne [Lineare, Critico Min,Max.]

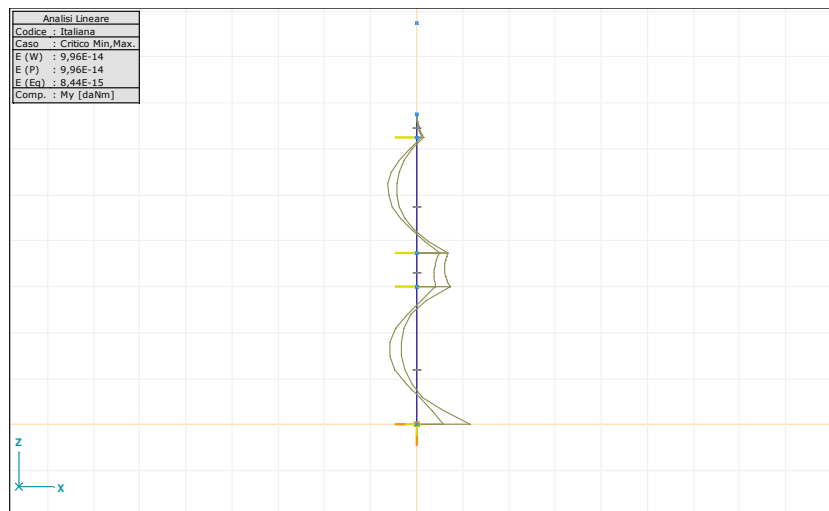
Nodo	Tipo	C min. max.	R(x) [daN]	R(y) [daN]	R(z) [daN]	R(r) [daN]
Globale						
1	1 Globale	Rx min	<u>-12851,752</u>	0	-107572,998	108337,976
		max	<u>-6008,160</u>	0	-107572,998	107740,649
2	2 Globale	Rx min	<u>-16056,625</u>			16056,625
		max	<u>-9250,548</u>			9250,548
3	4 Globale	Rx min	<u>-15522,719</u>			15522,719
		max	<u>-11087,656</u>			11087,656
4	5 Globale	Rx min	<u>-12300,728</u>			12300,728
		max	<u>-8755,672</u>			8755,672
2	2 Globale	Rx min	<u>-16056,625</u>			16056,625
1	1 Globale	max	<u>-6008,160</u>	0	-107572,998	107740,649

Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
Globale						
1	1 Globale	Rx	0	-7086,050	0	7086,050
			0	-3642,900	0	3642,900
2	2 Globale	Rx				
3	4 Globale	Rx				
4	5 Globale	Rx				
2	2 Globale	Rx				
1	1 Globale		0	-3642,900	0	3642,900

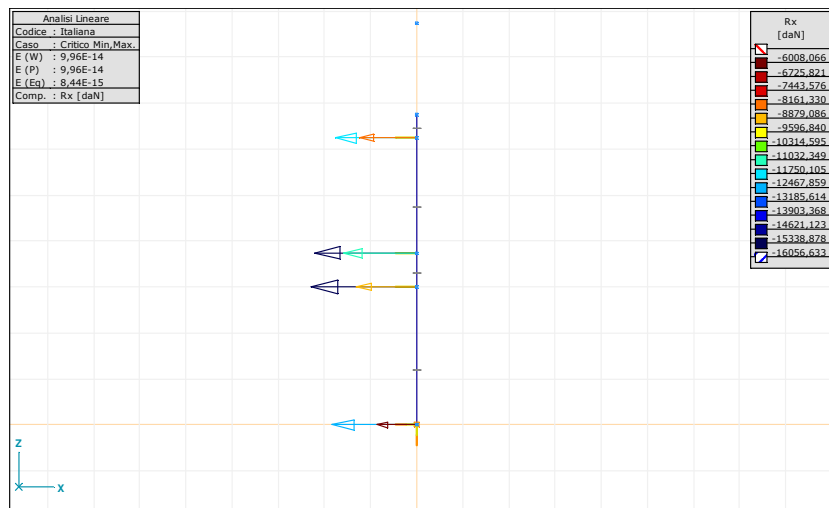
OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato muro - tratto rampa 1 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Nodo	Tipo	C Combinazione Critica
Globale		
1	1 Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
2	2 Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
3	4 Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
4	5 Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
2	2 Globale	Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
1	1 Globale	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]



momento.WMF



reazioni.WMF



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 Sottopasso: opere di sostegno lato monte -rampa tratto 2

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte -rampa tratto 2_{AxisVM 7.0 R5a} · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Materiali

Nome	Tipo	E _x [daN/cm ²]	E _y [daN/cm ²]	ν	α _T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiale colore	Profilo colore
1 FE 510	Acciaio	2100000	2100000	0,30	1,2E-5	7850		

Nome	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1 FE 510	f _y [daN/cm ²] = 3550	f _u [daN/cm ²] = 5100	f _y [daN/cm ²] = 3350	f _u [daN/cm ²] = 4900		

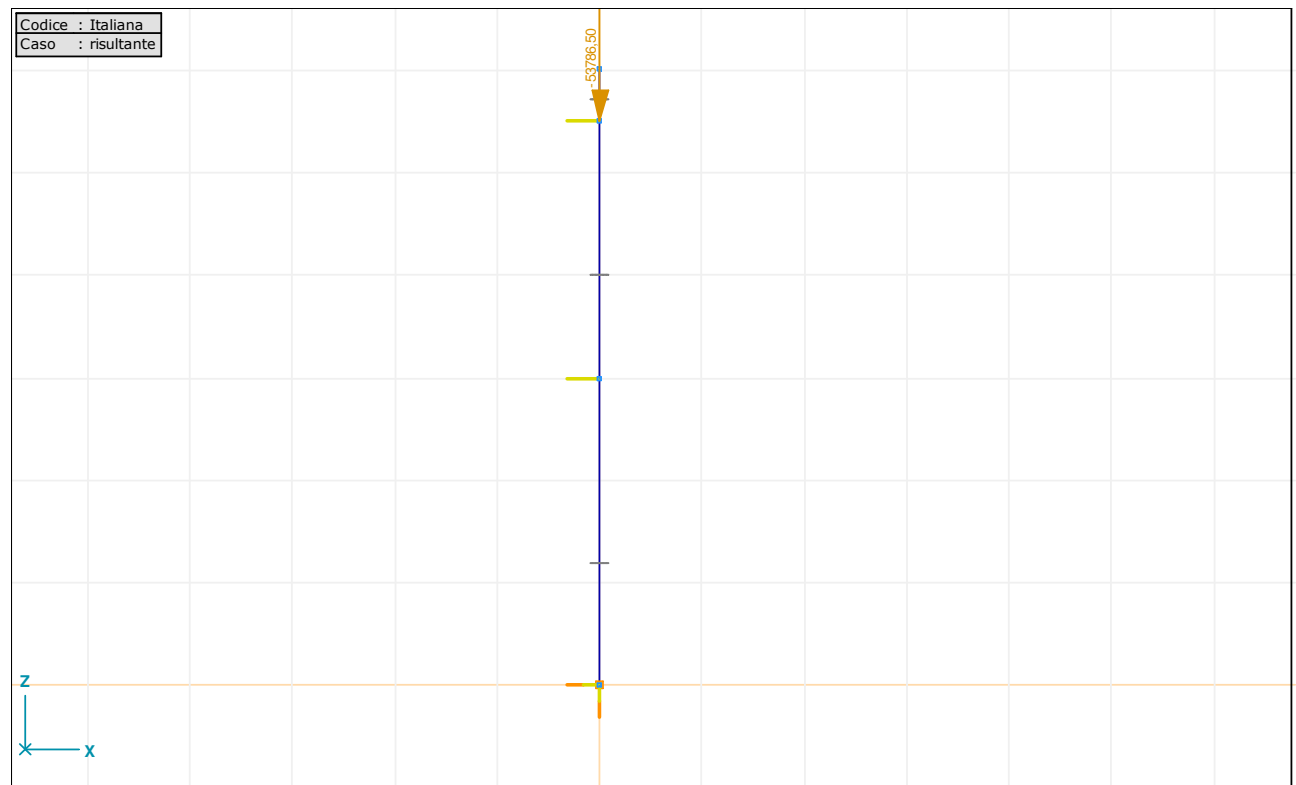
Forma

Nome	Processo	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]
1 fi 168,3	Arrotondato	Tubo	168,3	168,3	8,0	8,0	4028,78	0	0

Nome	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	I _{yz} [mm ⁴]	I _ω [mm ⁶]	H _y [mm]	H _z [mm]	y _G [mm]	z _G [mm]	Pr.p.
1 fi 168,3	25945423,7	12972713,1	12972711,8	0	0	168,3	168,3	84,1	84,1	5

risultante: Combinazioni nodali

Direzione	F _x [daN]	F _y [daN]	F _z [daN]	M _x [daNm]	M _y [daNm]	M _z [daNm]
4 Globale	0	0	-107573,00	0	0	0



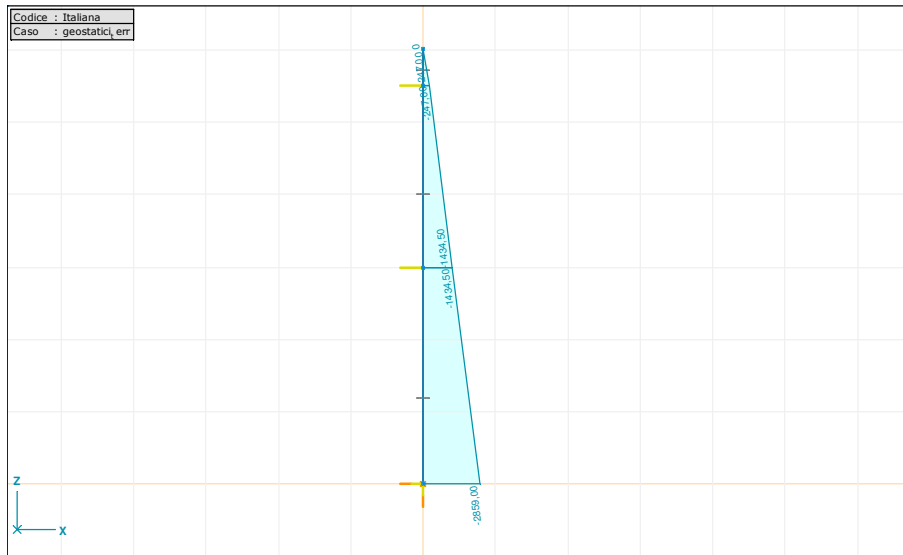
risultante.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte -rampa tratto 2 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

geostatici_terr: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

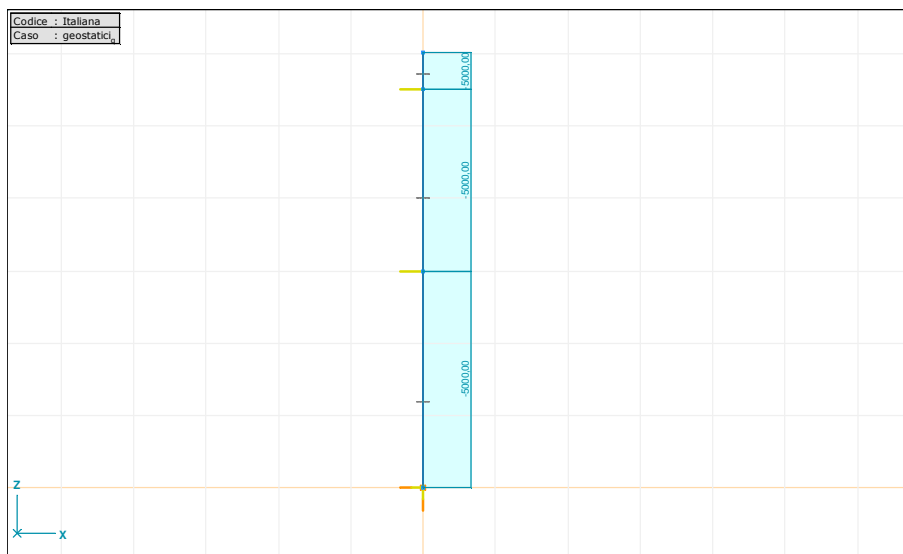
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-2859,00	0	0
			1,000	-1434,50	0	0
2 Asta G In.	2,500	a	0	-1434,50	0	0
			1,000	-247,00	0	0
3 Asta G In.	0,520	a	0	-247,00	0	0
			1,000	0	0	0



geo_triang.WMF

geostatici_q: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
2 Asta G In.	2,500	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0
3 Asta G In.	0,520	a	0	-5000,00	0	0
			1,000	-5000,00	0	0



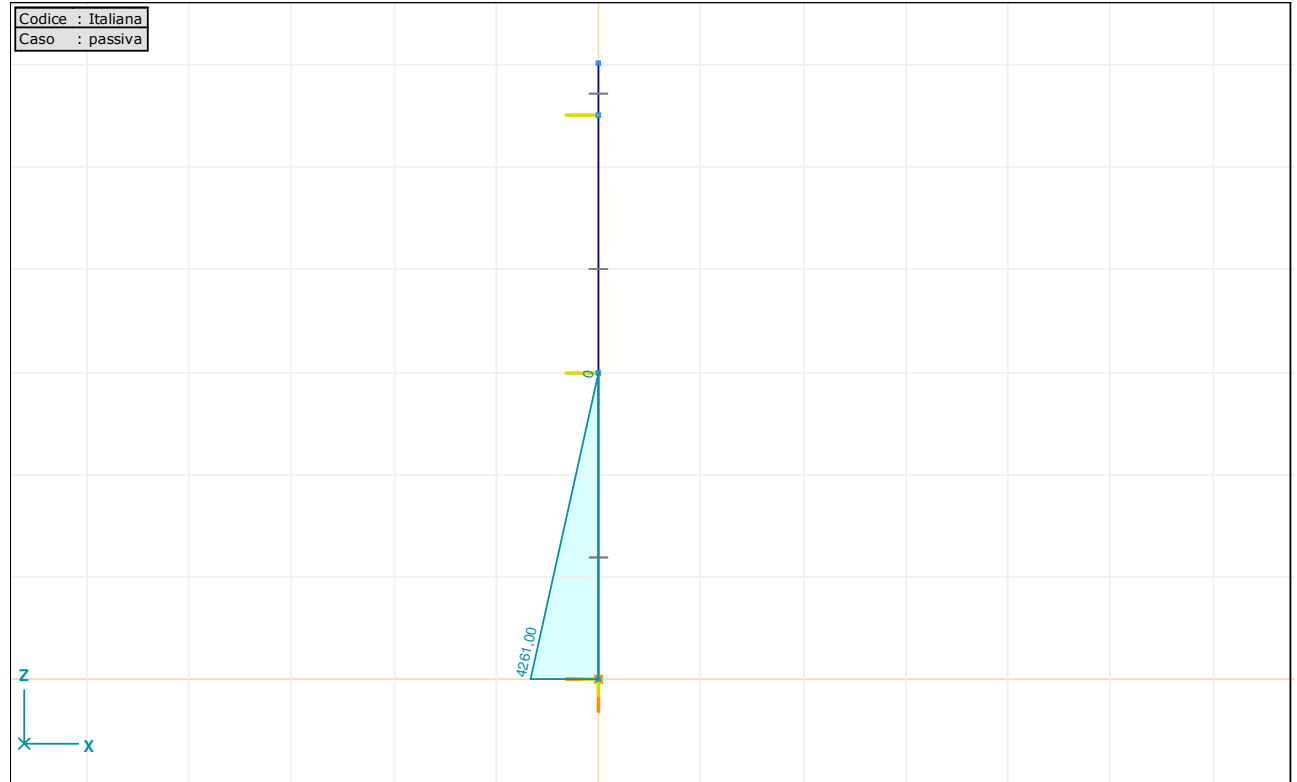
geo_rett.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte -rampa tratto 2 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

passiva: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	4261,00	0	0
			1,000	0	0	0



passiva.WMF

Sostegni nodali sollecitazioni interne [Lineare, Critico Min,Max.]

Nodo	Tipo	C min. max.	R(x) [daN]	R(y) [daN]	R(z) [daN]	R(r) [daN]
Globale						
1	1 Globale	Rx min max	-11165.466 -4676.743	0	-107572,998	108150,903 107674,609
2	2 Globale	Rx min max	-25046.301 -16639.981			25046,301 16639,981
3	4 Globale	Rx min max	-11682.497 -8344.640			11682,497 8344,640
—	—	—	—	—	—	—
2	2 Globale	Rx min	-25046.301			25046,301
1	1 Globale	max	-4676.743	0	-107572,998	107674,609

Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
Globale						
1	1 Globale	Rx	0	-5769,260	0	5769,260
			0	-2575,408	0	2575,408
2	2 Globale	Rx				
3	4 Globale	Rx				
—	—	—	—	—	—	—
2	2 Globale	Rx				

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte -rampa tratto 2 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
1	1 Globale		0	-2575,408	0	2575,408

Nodo	Tipo	C	Combinazione Critica
Globale			
1	1 Globale		Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
2	2 Globale		Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
3	4 Globale		Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
2	2 Globale		Rx [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]
1	1 Globale		[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+1,4*passiva]

Sollecitazioni di assi [Lineare, Critico Min,Max.]

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Nx [daN]	Qy [daN]	Qz [daN]
1	1	L=3,000			
	Nx min	0	-150602,197	*	*
	max	0	-107572,998	*	*
	Qy min	0	*	0	*
	max	0	*	0	*
	My min	1,500	-107572,998	0	-203,054
	max	3,000	-107572,998	0	12459,383
2	1	L=2,500			
	Nx min	0	-150602,197	*	*
	max	0	-107572,998	*	*
	Qy min	0	*	0	*
	max	0	*	0	*
	My min	1,500	-107572,998	0	274,289
	max	0	-107572,998	0	-12586,919
3	1	L=0,520			
	Nx min	0	0	*	*
	max	0	0	*	*
	Qy min	0	*	0	*
	max	0	*	0	*
	My min	0,520	0	0	0
	max	0	0	0	-3729,908
1	1		-150602,197	*	*
2	1		-150602,197	*	*
3	1		0	*	*
1	1		*	0	*
1	1		*	0	*
2	1	1,500	-107572,998	0	274,289
1	1	3,000	-107572,998	0	12459,383
2	1	0	-107572,998	0	-12586,919

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
1	1	L=3,000			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qy min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	My min	1,500	0	-2969,633	0
	max	3,000	0	6010,113	0
2	1	L=2,500			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qy min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	My min	1,500	0	-3206,871	0

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

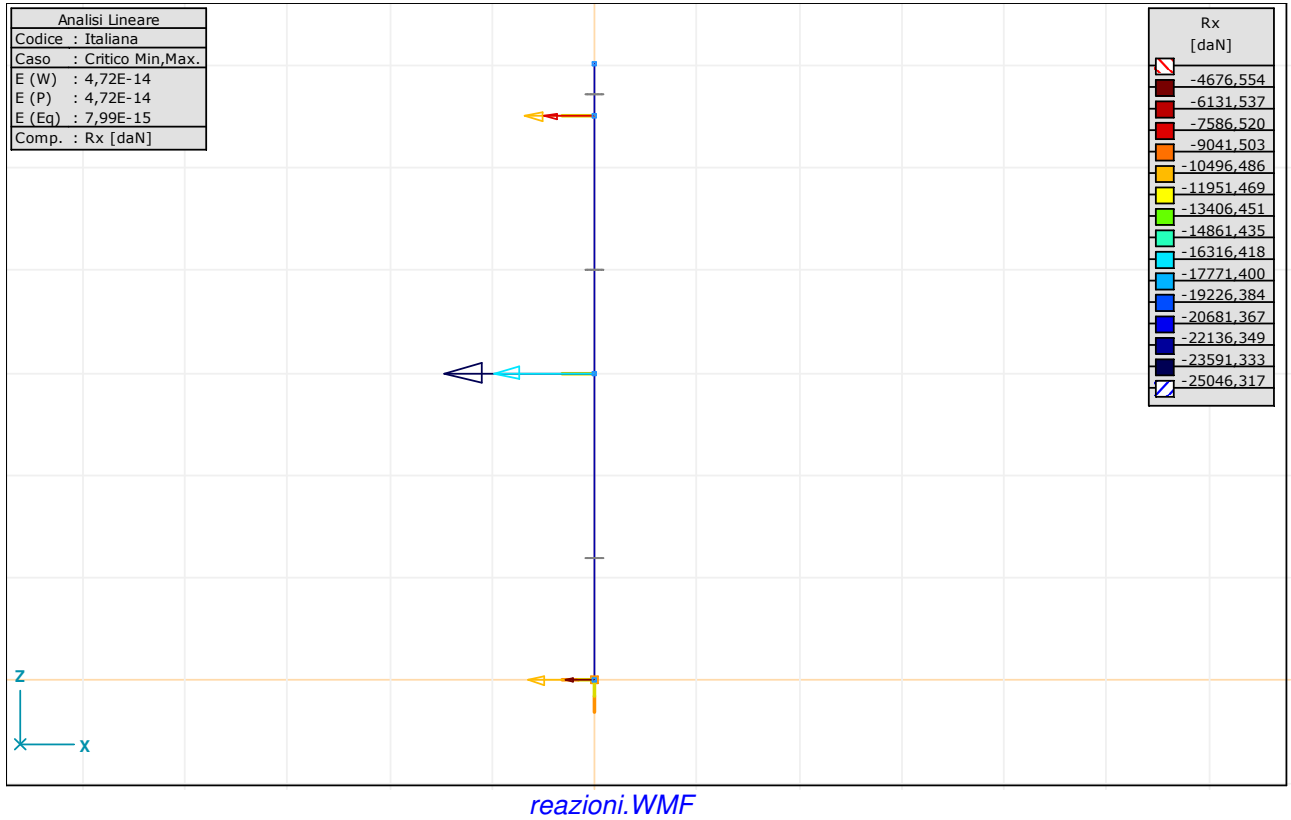
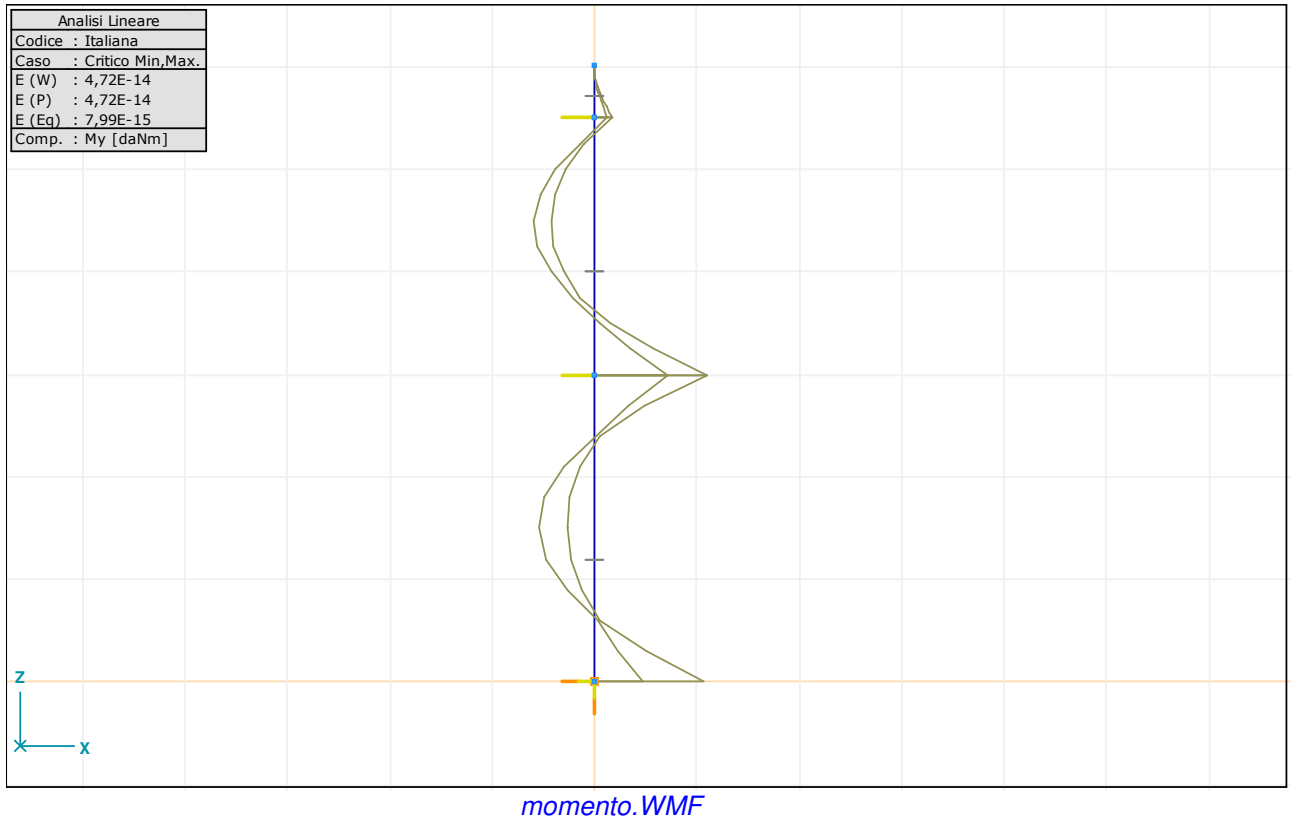
6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte -rampa tratto 2 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]
	max	0	0	<u>6010,113</u>	0
3	1	L=0,520			
	Nx min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	Qy min	0	*	*	*
	max	0	*	*	*
	My min	0,520	0	<u>0</u>	0
	max	0	0	<u>961,984</u>	0
1	1	Nx min	0	*	*
2	1	min	0	*	*
3	1	max	0	*	*
1	1	Qy min	0	*	*
1	1	max	0	*	*
2	1	My min	1,500	0	<u>-3206,871</u>
1	1	max	3,000	0	<u>6010,113</u>
2	1	max	0	0	<u>6010,113</u>

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Combinazione Critica
1	1	L=3,000	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	Qy min	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	My min	1,500	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	3,000	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
2	1	L=2,500	
	Nx min	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	Qy min	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	My min	1,500	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
3	1	L=0,520	
	Nx min	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
	Qy min	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	max	0	[geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
	My min	0,520	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
	max	0	[1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	Nx min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
2	1	min	0 [geostatici_q+1,4*risultante+geostatici_terr+passiva]
3	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
1	1	Qy min	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
1	1	max	0 [geostatici_q+risultante+geostatici_terr+passiva]
2	1	My min	1,500 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
1	1	max	3,000 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]
2	1	max	0 [1,4*geostatici_q+risultante+1,4*geostatici_terr+passiva]

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato monte -rampa tratto 2 AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 Sottopasso:

opera di sostegno lato valle – corrispondenza luce sottopasso

Materiali

Nome	Tipo	E_x [daN/cm ²]	E_y [daN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiale colore	Profilo colore
1 FE 510	Acciaio	2100000	2100000	0,30	1,2E-5	7850		

Nome	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1 FE 510	f_y [daN/cm ²] = 3550	f_u [daN/cm ²] = 5100	f_y [daN/cm ²] = 3350	f_u [daN/cm ²] = 4900		

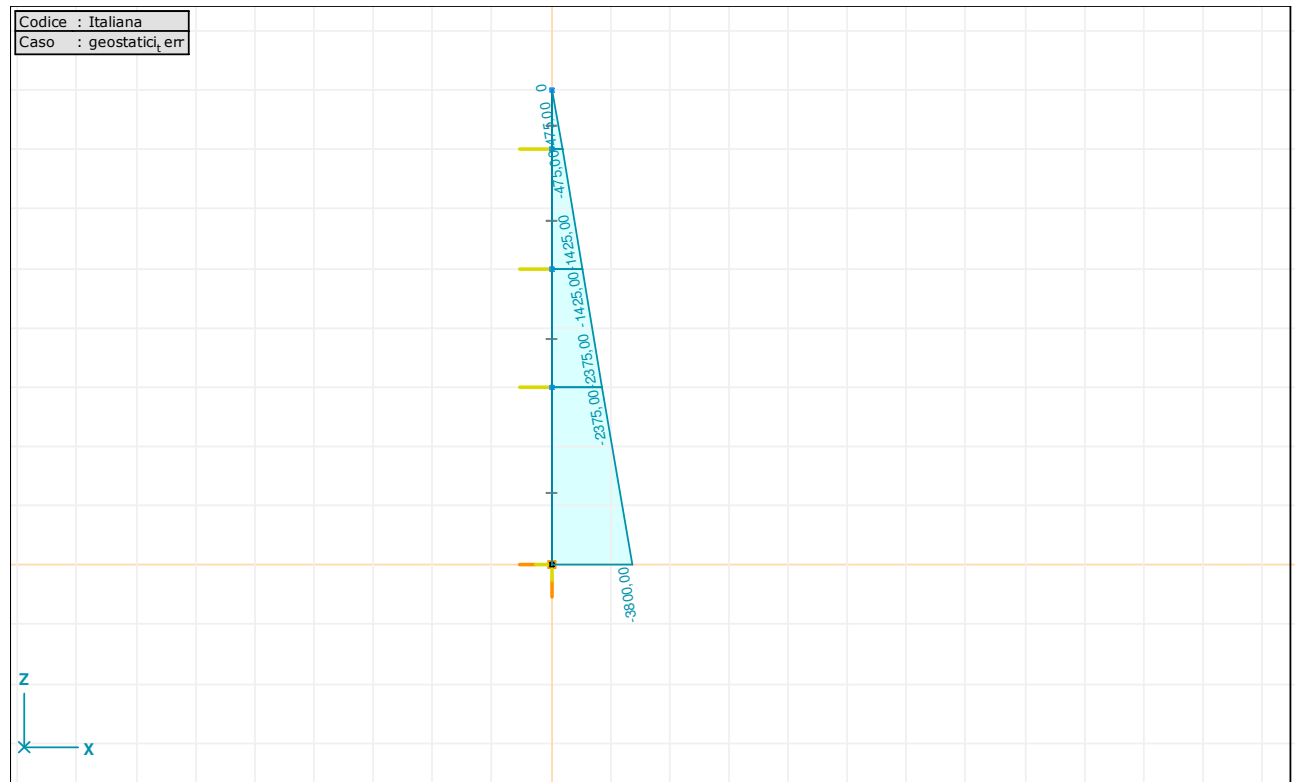
Forma

Nome	Processo	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]
1 fi 168,3	Arrotondato	Tubo	168,3	168,3	8,0	8,0	4028,78	0	0

Nome	Ix [mm ⁴]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]	Iyz [mm ⁴]	I ϕ [mm ⁶]	Hy [mm]	Hx [mm]	yG [mm]	zG [mm]	Pr.p.
1 fi 168,3	25945423,7	12972713,1	12972711,8	0	0	168,3	168,3	84,1	84,1	5

geostatici_terr: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

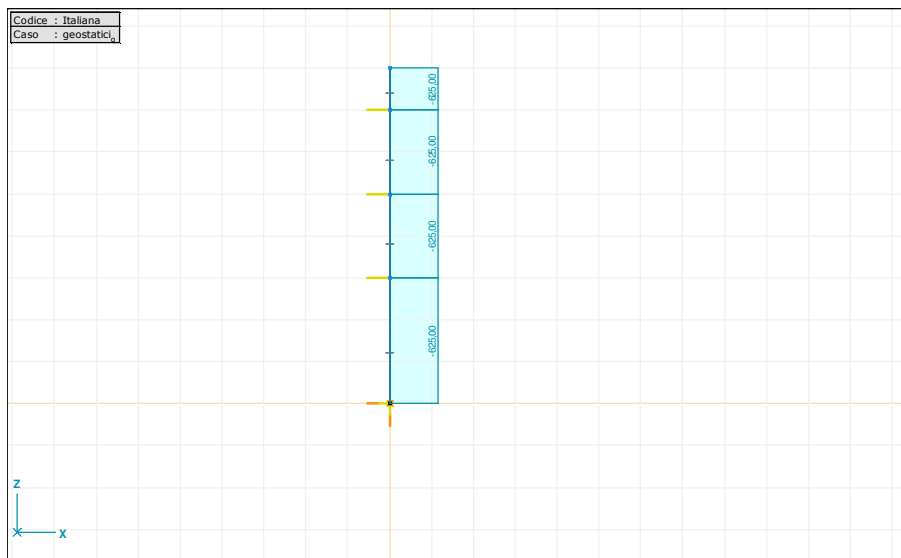
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-3800,00	0	0
			1,000	-2375,00	0	0
2 Asta G In.	2,000	a	0	-2375,00	0	0
			1,000	-1425,00	0	0
3 Asta G In.	2,000	a	0	-1425,00	0	0
			1,000	-475,00	0	0
4 Asta G In.	1,000	a	0	-475,00	0	0
			1,000	0	0	0



geo_trian.WMF

geostatici_q: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

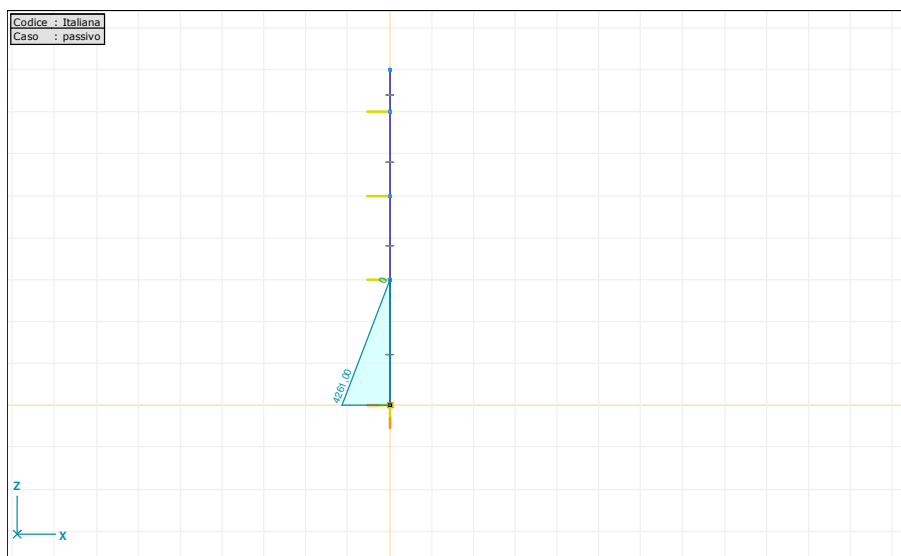
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0
2 Asta G In.	2,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0
3 Asta G In.	2,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00 <td 0	0	
4 Asta G In.	1,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0



geo_sovr.WMF

passivo: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	4261,00	0	0
			1,000	0	0	0



passivo.WMF

Sollecitazioni di assi [Lineare, Critico Min,Max.]

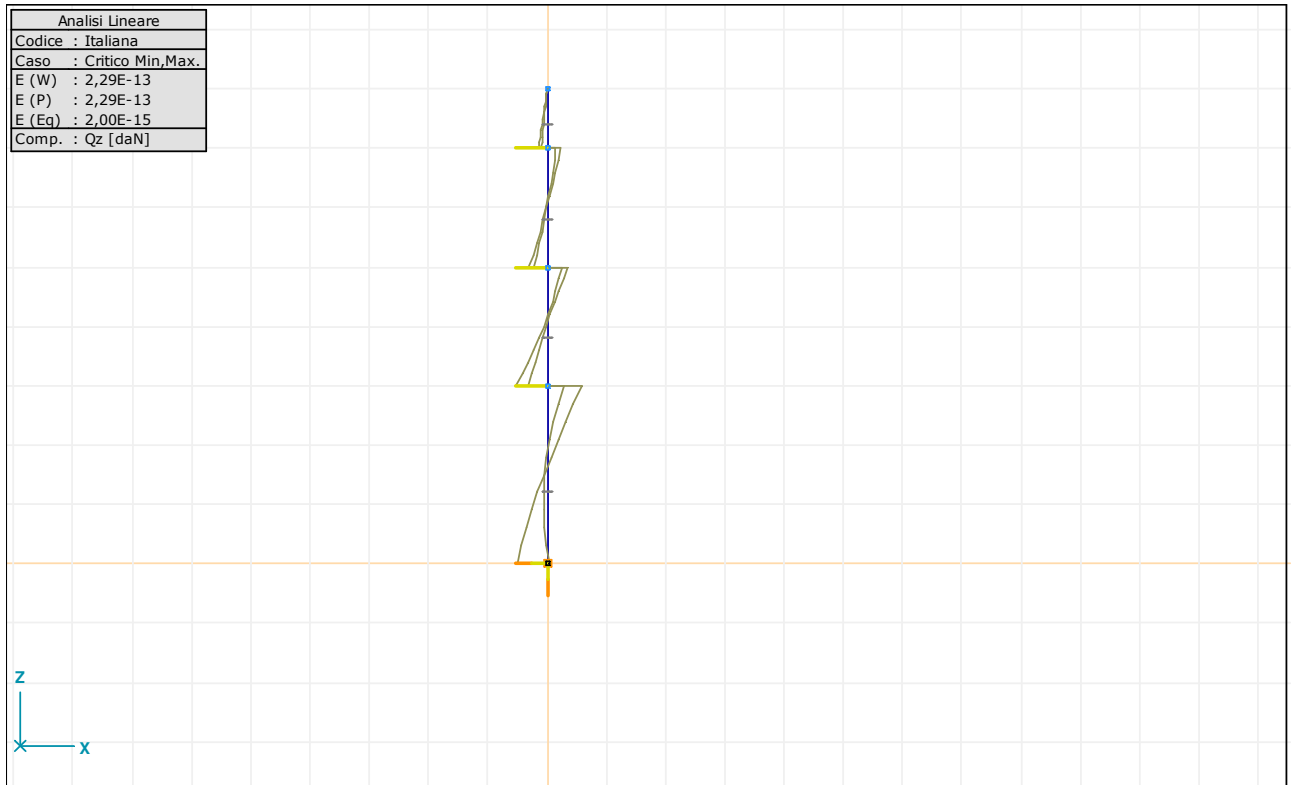
Se.	C	min. max.	Loc. [m]	Nx [daN]	Qy [daN]	Qz [daN]	
1	1		L=3,000				
		Qz	min	0	0	-4175,879	
			max	3,000	0	0	5025,121
		My	min	1,500	0	0	-425,129
		max	0	0	0	-4175,879	
2	1		L=2,000				
		Qz	min	0	0	-4332,609	
			max	2,000	0	0	2917,152
		My	min	1,000	0	0	-285,348
		max	0	0	0	-4332,609	
3	1		L=2,000				
		Qz	min	0	0	-2592,430	
			max	2,000	0	0	1853,522
		My	min	1,000	0	0	-18,978
		max	0	0	0	-2592,430	
4	1		L=1,000				
		Qz	min	0	0	-1207,500	
			max	1,000	0	0	0
		My	min	1,000	0	0	0
		max	0	0	0	-1207,500	
2	1	Qz	min	0	0	-4332,609	
1	1		max	3,000	0	5025,121	
1	1	My	min	1,500	0	-425,129	
1	1		max	0	0	-4175,879	

Se.	C	min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]	Combinazione Critica
1	1		L=3,000				
		Qz	min	0	0	2385,479	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
			max	3,000	0	1959,841	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
		My	min	1,500	0	-1277,715	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
		max	0	0	2385,479	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]	
2	1		L=2,000				
		Qz	min	0	0	1959,841	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
			max	2,000	0	879,861	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]
		My	min	1,000	0	-491,458	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]
		max	0	0	1959,841	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]	
3	1		L=2,000				
		Qz	min	0	0	879,861	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]
			max	2,000	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
		My	min	1,000	0	-424,355	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
		max	0	0	879,861	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]	
4	1		L=1,000				
		Qz	min	0	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
			max	1,000	0	0	0 [geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passivo]
		My	min	1,000	0	0	0 [geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
		max	0	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]	
2	1	Qz	min	0	0	1959,841	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
1	1		max	3,000	0	1959,841	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
1	1	My	min	1,500	0	-1277,715	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]
1	1		max	0	0	2385,479	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passivo]

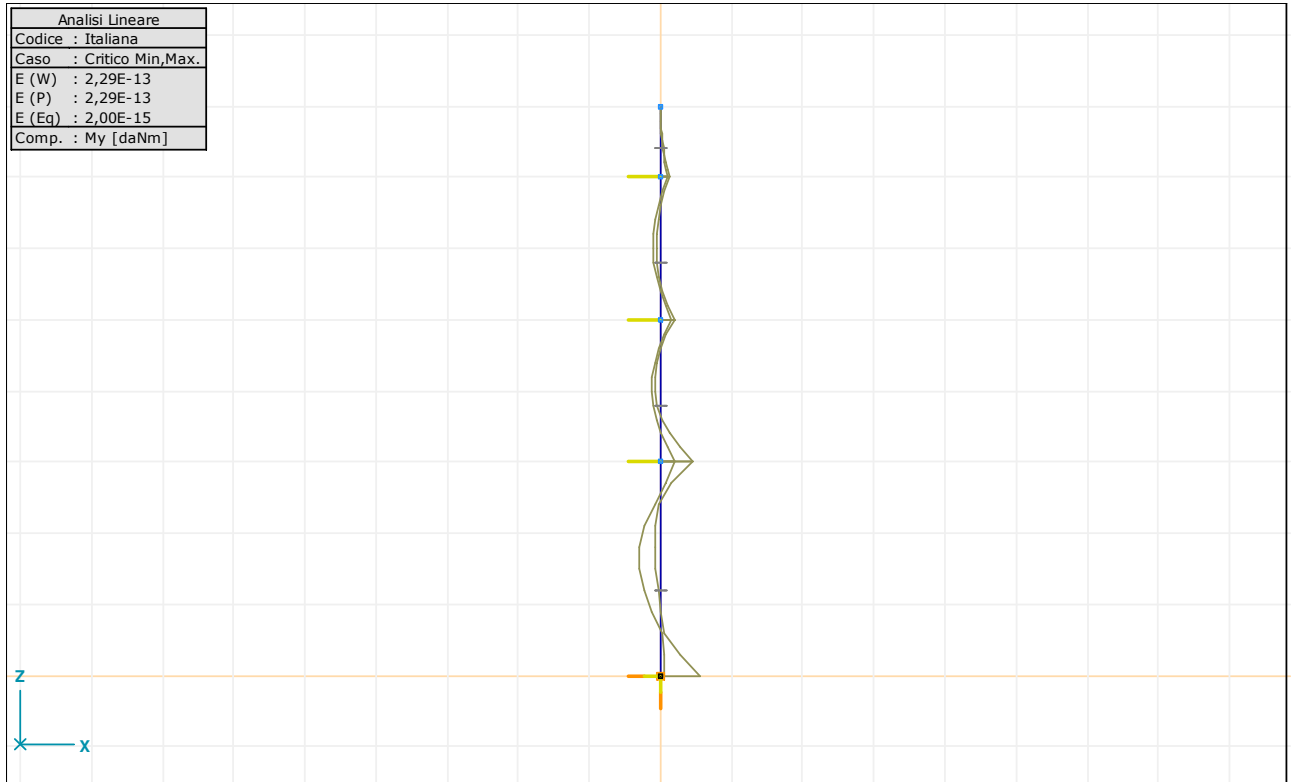
Opere esterne lato Italia

6145.0-R-88 sottopasso lato valle

AxisVM 7.0 R5a · Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASSOCIATI



taglio.WMF



momento.WMF



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 Sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 1

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 1 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Materiali

Nome	Tipo	E_x [daN/cm ²]	E_y [daN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiale colore	Profilo colore
1 FE 510	Acciaio	2100000	2100000	0,30	1,2E-5	7850		

Nome	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1 FE 510	f_y [daN/cm ²] = 3550	f_u [daN/cm ²] = 5100	f_y [daN/cm ²] = 3350	f_u [daN/cm ²] = 4900		

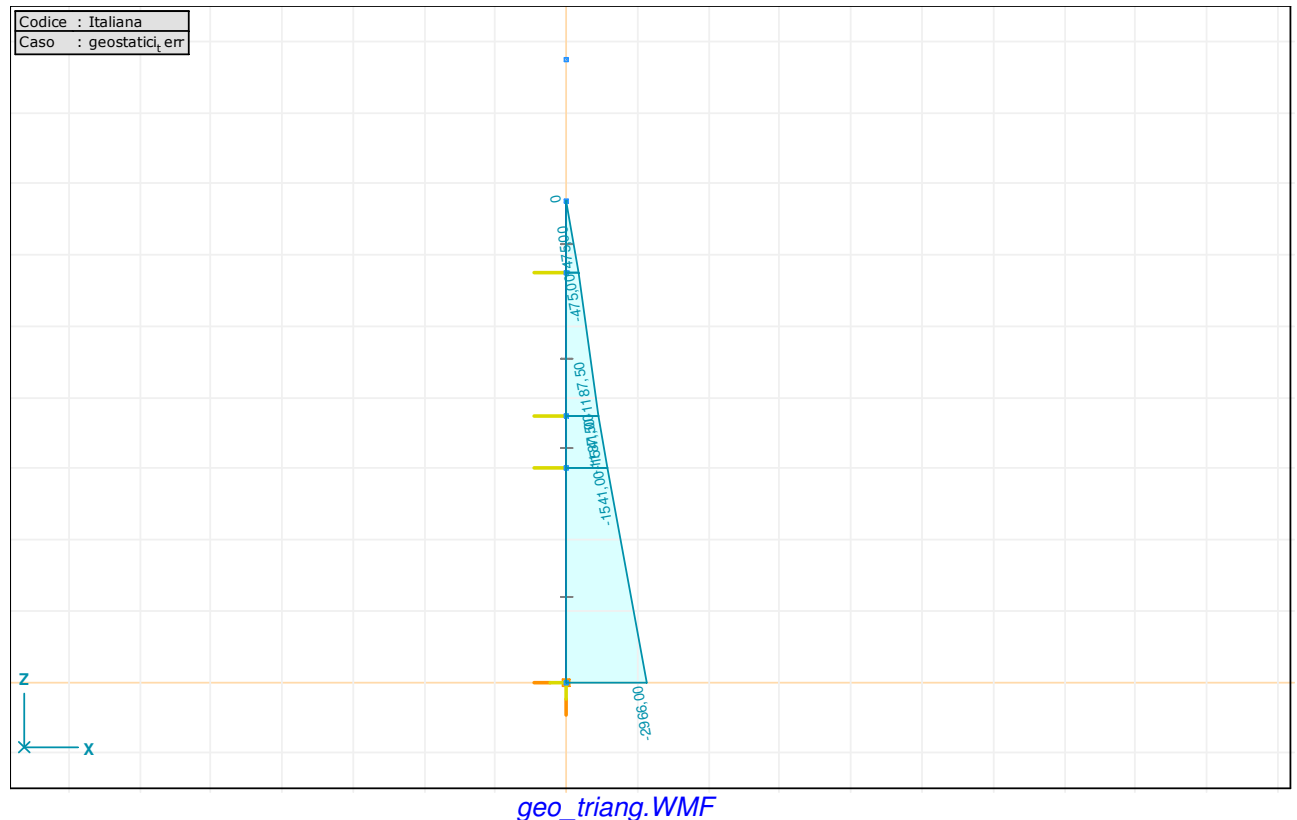
Forma

Nome	Processo	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]
1 fi 168,3	Arrotondato	Tubo	168,3	168,3	8,0	8,0	4028,78	0	0

Nome	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_{yz} [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	Hy [mm]	Hx [mm]	yG [mm]	zG [mm]	Pr.p.
1 fi 168,3	25945423,7	12972713,1	12972711,8	0	0	168,3	168,3	84,1	84,1	5

geostatici_terr: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-2966,00	0	0
			1,000	-1541,00	0	0
2 Asta G In.	0,744	a	0	-1541,00	0	0
			1,000	-1187,50	0	0
3 Asta G In.	2,000	a	0	-1187,50	0	0
			1,000	-475,00	0	0
4 Asta G In.	1,000	a	0	-475,00	0	0
			1,000	0	0	0

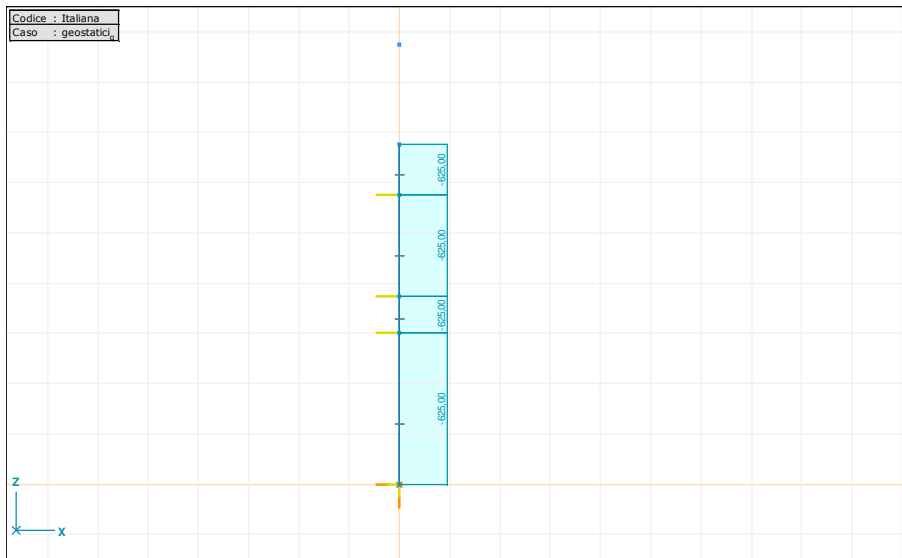


OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 1 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

geostatici_q: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

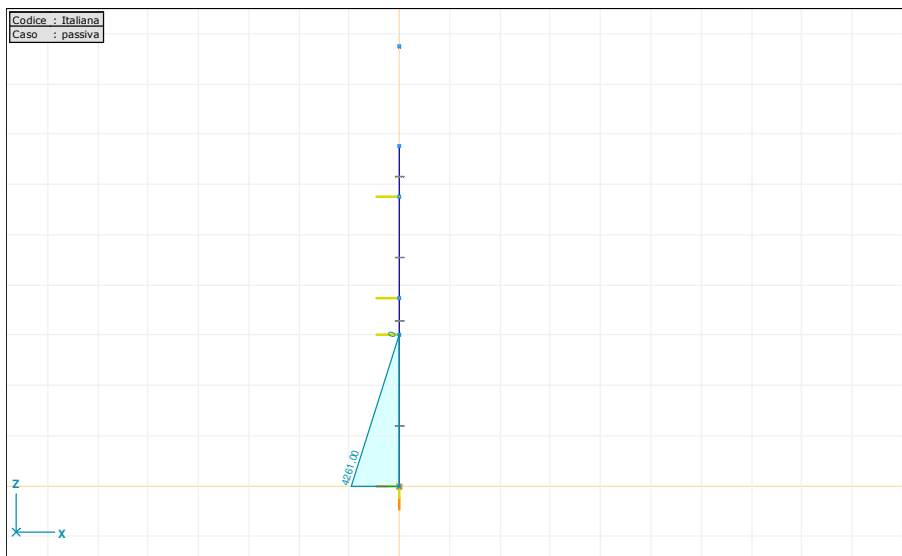
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0
2 Asta G In.	0,744	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0
3 Asta G In.	2,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0
4 Asta G In.	1,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0



geo_sovr.WMF

passiva: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	4261,00	0	0
			1,000	0	0	0



passiva.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 1 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

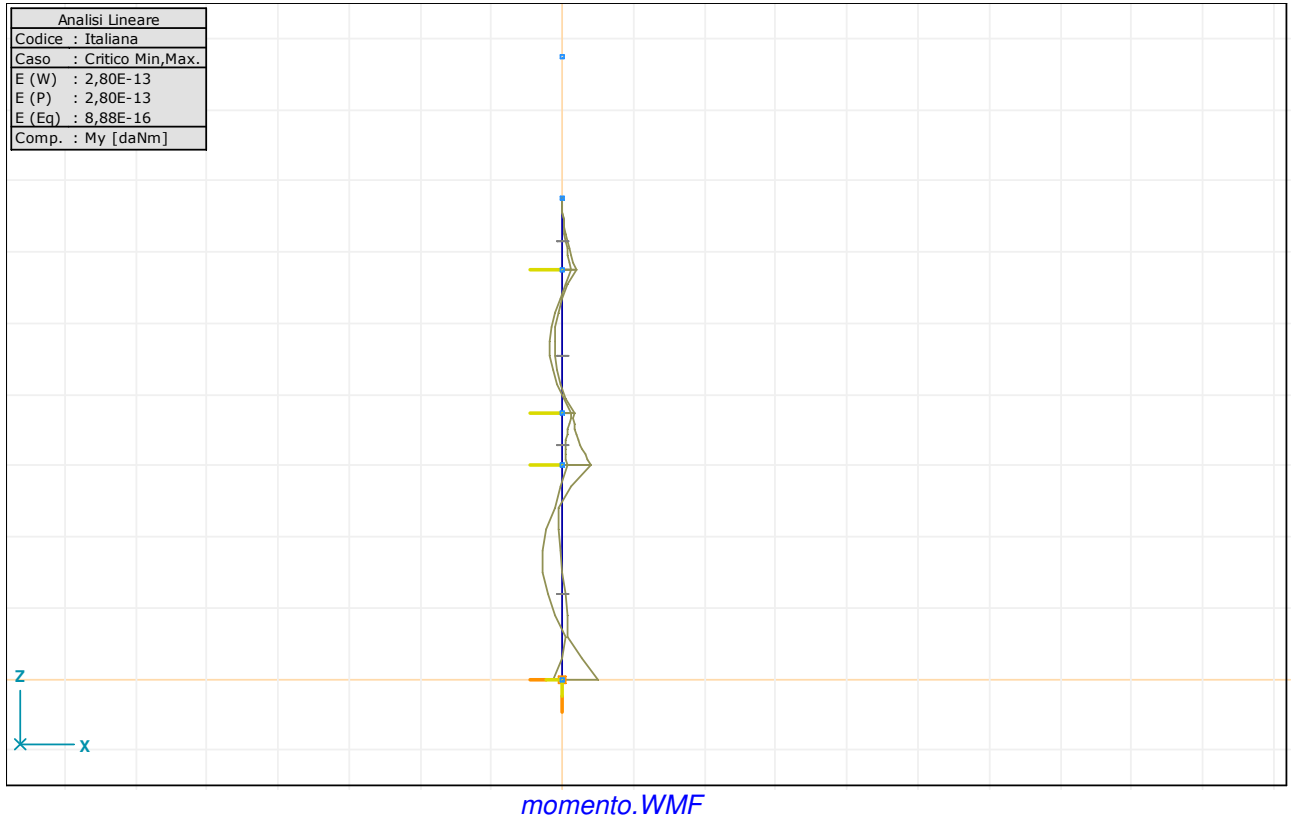
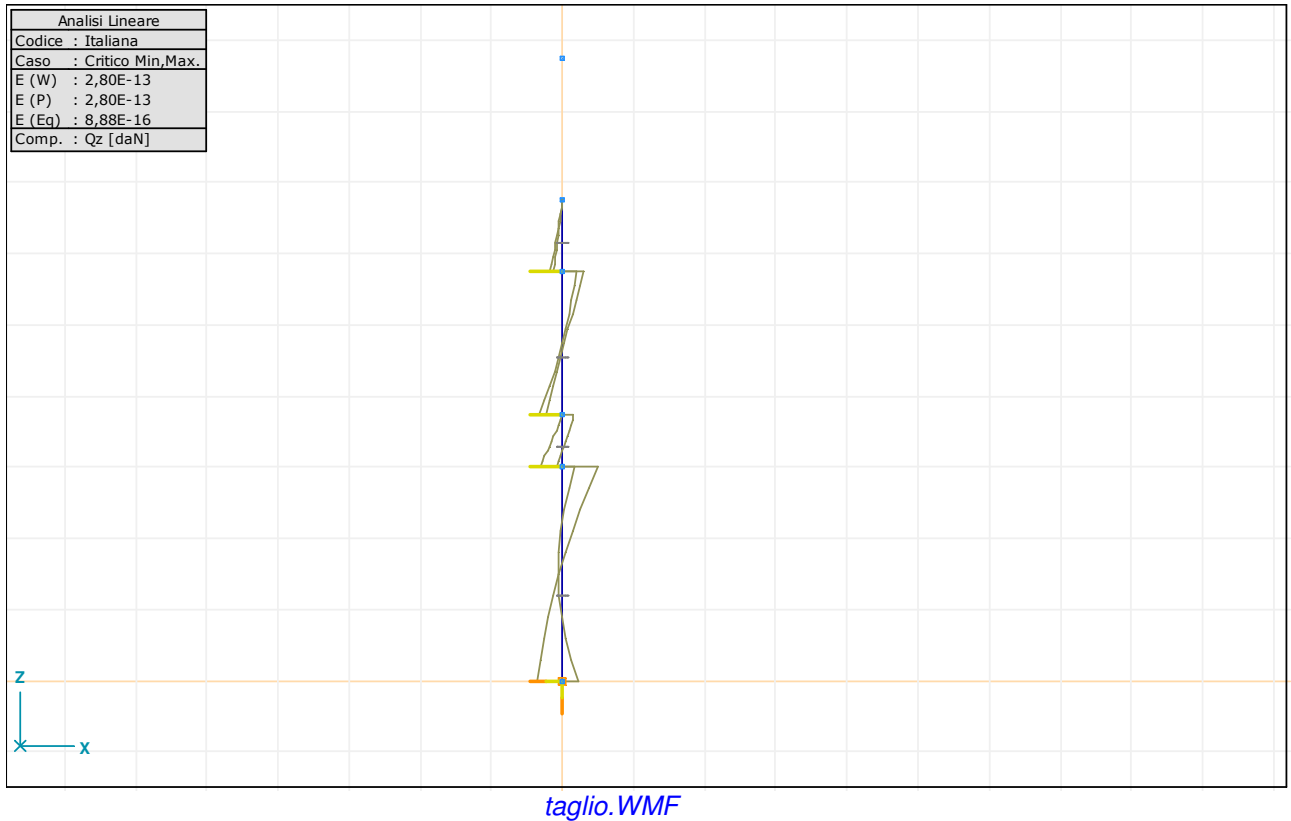
Sollecitazioni di assi [Lineare, Critico Min,Max.]

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Nx [daN]	Qy [daN]	Qz [daN]
1	1	L=3,000			
		Qz min	0	0	-2371,022
	max	3,000	0	0	3327,178
	My min	1,800	0	0	232,138
	max	0	0	0	-2371,022
2	1	L=0,744			
		Qz min	0	0	0
	max	0,744	0	0	1025,179
	My min	0,223	0	0	16,793
	max	0	0	0	-2068,450
3	1	L=2,000			
		Qz min	0	0	0
	max	2,000	0	0	1923,796
	My min	1,000	0	0	134,421
	max	2,000	0	0	1897,303
4	1	L=1,000			
		Qz min	0	0	0
	max	1,000	0	0	0
	My min	1,000	0	0	0
	max	0	0	0	-1207,500
1	1	Qz min	0	0	-2371,022
1	1	max	3,000	0	3327,178
1	1	My min	1,800	0	232,138
1	1	max	0	0	-2371,022

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]	Combinazione Critica
1	1	L=3,000				
		Qz min	0	0	1456,322	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	3,000	0	1191,055	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
	My min	1,800	0	-835,767	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
	max	0	0	1456,322	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
2	1	L=0,744				
		Qz min	0	0	1191,055	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
	max	0,744	0	409,218	0 [geostatici_q+geostatici_terr+1,4*passiva]	
	My min	0,223	0	132,296	0 [geostatici_q+geostatici_terr+1,4*passiva]	
	max	0	0	1191,055	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
3	1	L=2,000				
		Qz min	0	0	498,726	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
	max	2,000	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
	My min	1,000	0	-522,338	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
	max	2,000	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]	
4	1	L=1,000				
		Qz min	0	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
	max	1,000	0	0	0 [geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
	My min	1,000	0	0	0 [geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]	
	max	0	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]	
1	1	Qz min	0	0	1456,322	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	max	3,000	0	1191,055	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	My min	1,800	0	-835,767	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	max	0	0	1456,322	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 1 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS





OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 Sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 2

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 2AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Materiali

Nome	Tipo	E_x [daN/cm ²]	E_y [daN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiale colore	Profilo colore
1 FE 510	Acciaio	2100000	2100000	0,30	1,2E-5	7850		

Nome	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1 FE 510	f_y [daN/cm ²] = 3550	f_u [daN/cm ²] = 5100	f_y [daN/cm ²] = 3350	f_u [daN/cm ²] = 4900		

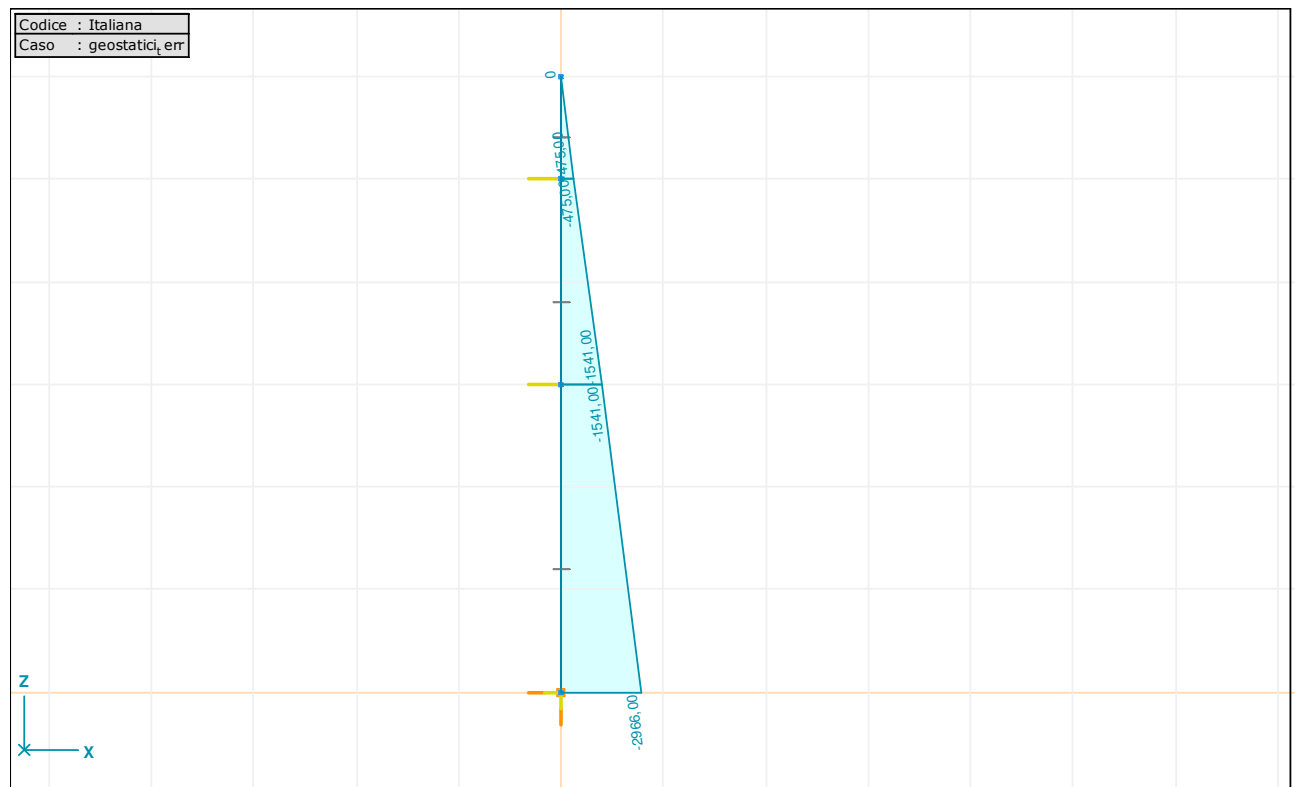
Forma

Nome	Processo	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]
1 fi 168,3	Arrotondato	Tubo	168,3	168,3	8,0	8,0	4028,78	0	0

Nome	Ix [mm ⁴]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]	Iyz [mm ⁴]	I ϕ [mm ⁶]	Hy [mm]	Hx [mm]	yG [mm]	zG [mm]	Pr.p.
1 fi 168,3	25945423,7	12972713,1	12972711,8	0	0	168,3	168,3	84,1	84,1	5

geostatici_terr: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-2966,00	0	0
			1,000	-1541,00	0	0
2 Asta G In.	2,000	a	0	-1541,00	0	0
			1,000	-475,00	0	0
3 Asta G In.	1,000	a	0	-475,00	0	0
			1,000	0	0	0



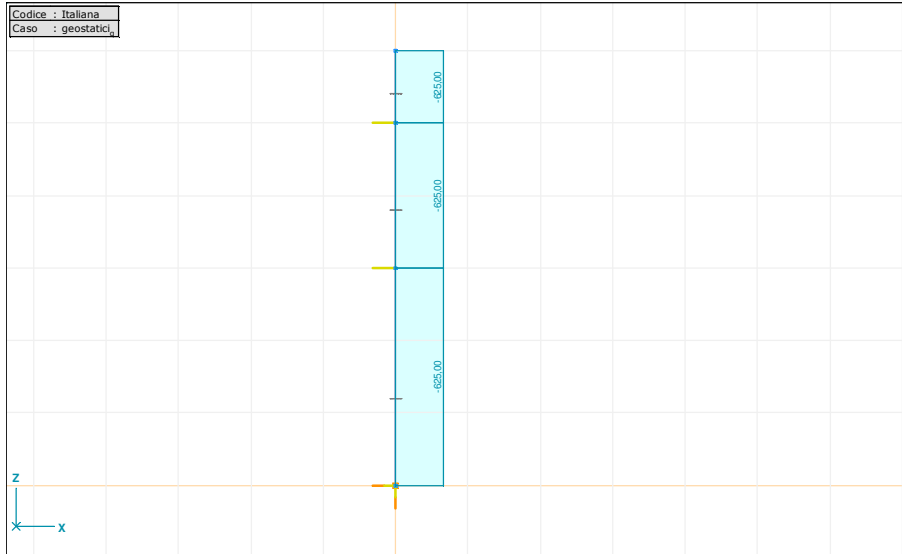
geo_terr.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 2AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

geostatici_q: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

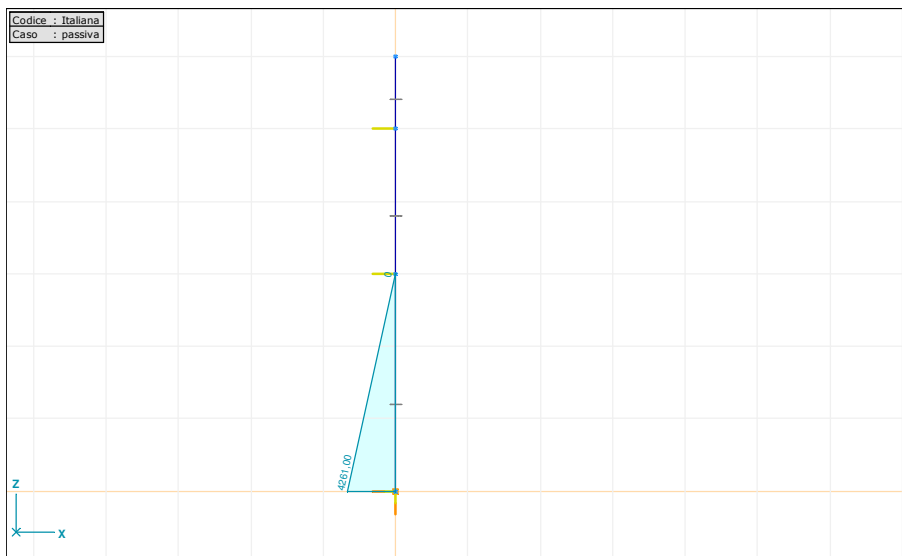
Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0
2 Asta G In.	2,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0
3 Asta G In.	1,000	a	0	-625,00	0	0
			1,000	-625,00	0	0



geo_sovrac.WMF

passiva: Caricamento Distribuito su Aste e Nervature

Tipo	Lunghezza [m]	a/d	Pos.	px [daN/m]	py [daN/m]	pz [daN/m]
1 Asta G In.	3,000	a	0	4261,00	0	0
			1,000	0	0	0



passivo.WMF

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 2AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Sollecitazioni di assi [Lineare, Critico Min,Max.]

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Nx [daN]	Qy [daN]	Qz [daN]
1	1	L=3,000			
		Qz min	0	0	-2334,169
		max	3,000	0	3364,031
		My min	1,800	0	268,991
		max	0	0	-2334,169
2	1	L=2,000			
		Qz min	0	0	-2893,147
		max	2,000	0	1814,602
		My min	1,000	0	64,994
		max	0	0	-2893,147
3	1	L=1,000			
		Qz min	0	0	-1207,500
		max	1,000	0	0
		My min	1,000	0	0
		max	0	0	-1207,500
2	1	Qz min	0	0	-2893,147
1	1	max	3,000	0	3364,031
1	1	My min	1,800	0	268,991
1	1	max	0	0	-2334,169

Se.	C min. max.	Loc. [m]	Mx [daNm]	My [daNm]	Mz [daNm]	Combinazione Critica
1	1	L=3,000				
		Qz min	0	0	1419,469	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
		max	3,000	0	1264,761	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
		My min	1,800	0	-806,284	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
		max	0	0	1419,469	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
2	1	L=2,000				
		Qz min	0	0	1264,761	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
		max	2,000	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
		My min	1,000	0	-400,994	0 [geostatici_q+geostatici_terr+1,4*passiva]
		max	0	0	1264,761	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
3	1	L=1,000				
		Qz min	0	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
		max	1,000	0	0	0 [geostatici_q+geostatici_terr+passiva]
		My min	1,000	0	0	0 [geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
		max	0	0	548,333	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva]
2	1	Qz min	0	0	1264,761	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	max	3,000	0	1264,761	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	My min	1,800	0	-806,284	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]
1	1	max	0	0	1419,469	0 [1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva]

Sostegni nodali sollecitazioni interne [Lineare, Critico Min,Max.]

Nodo	Tipo	C min. max.	R(x) [daN]	R(y) [daN]	R(z) [daN]	R(r) [daN]
Globale						
1	1 Globale	Rx min	-2334,169	0	0	2334,169
		max	1606,903	0	0	1606,903
2	2 Globale	Rx min	-6257,178			6257,178
		max	-3128,809			3128,809
3	4 Globale	Rx min	-3022,102			3022,102
		max	-2158,644			2158,644
2	2 Globale	Rx min	-6257,178			6257,178
1	1 Globale	max	1606,903	0	0	1606,903

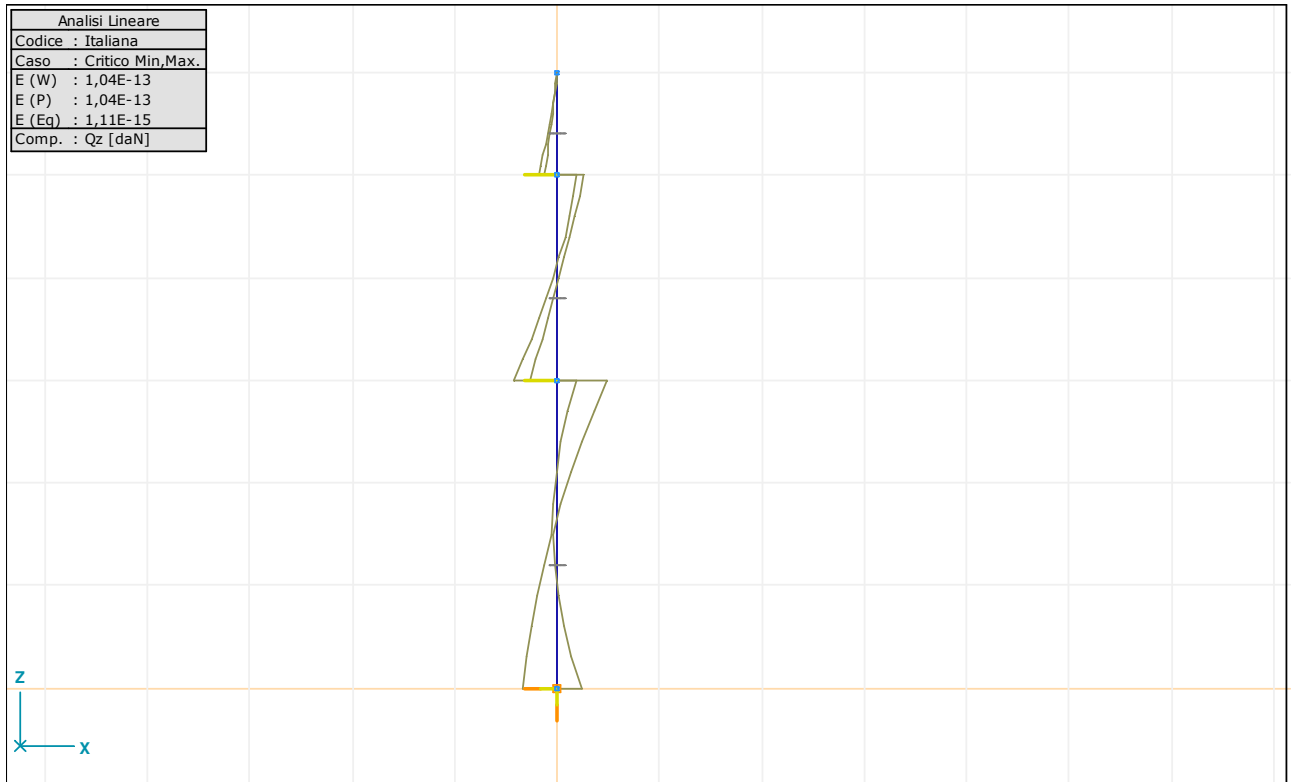
Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
------	------	---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 2 AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS

Nodo	Tipo	C	R(xx) [daNm]	R(yy) [daNm]	R(zz) [daNm]	R(rr) [daNm]
Globale						
1	1 Globale	Rx	0	-1419,469	0	1419,469
			0	507,162	0	507,162
2	2 Globale	Rx				
3	4 Globale	Rx				
—	—	—	—	—	—	—
2	2 Globale	Rx				
1	1 Globale		0	507,162	0	507,162

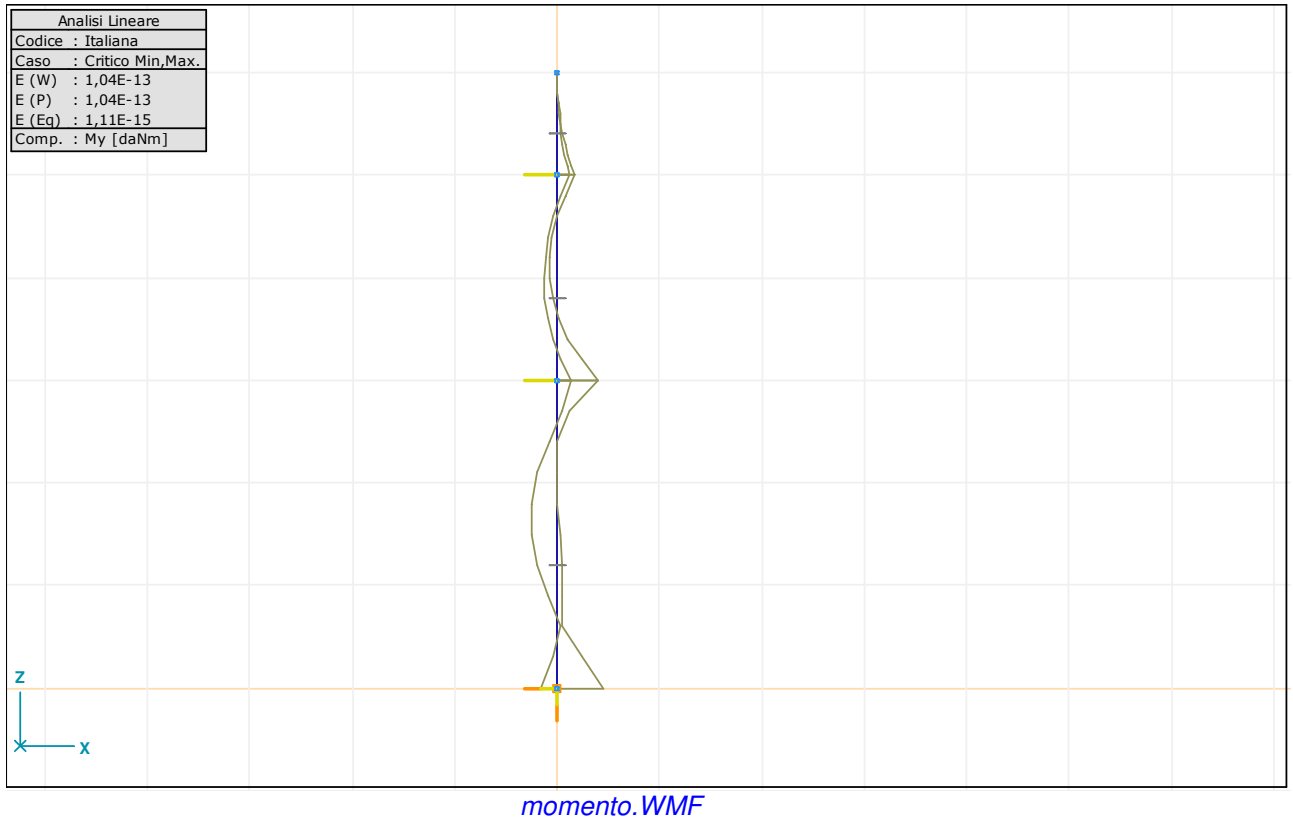
Nodo	Tipo	C	Combinazione Critica
Globale			
1	1 Globale	Rx	[1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+geostatici_terr+1,4*passiva]
2	2 Globale	Rx	[1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+geostatici_terr+1,4*passiva]
3	4 Globale	Rx	[1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+1,4*passiva] [geostatici_q+geostatici_terr+passiva]
—	—	—	—
2	2 Globale	Rx	[1,4*geostatici_q+1,4*geostatici_terr+passiva] [geostatici_q+geostatici_terr+1,4*passiva]
1	1 Globale		[geostatici_q+geostatici_terr+1,4*passiva]



OPERE ESTERNE LATO ITALIA

6145.0-R-88 sottopasso: opere di sostegno lato valle - rampa tratto 2

AxisVM 7.0 R5a - Registrato a STUDIO ING. CORRADO TRASINO E ASS



ALLEGATO 6: nota integrativa a seguito del Comitato di Sicurezza del 09/05/2005 di Parigi

TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS

GALLERIA DI SICUREZZA PARALLELA

OPERE ESTERNE LATO ITALIA:

PARCHEGGIO SOTTOPASSO INTERRATO

PROGETTO DEFINITIVO

Nota integrativa a seguito del Comitato di Sicurezza del
09/05/2005 di Parigi

Indice

1	Premesse	3
2	Indagini effettuate: caratterizzazione geologica e geotecnica del terreno	3
2.1	Unità geologiche e tecniche	3
2.1.1	Area destinata alla realizzazione del sottopasso.....	4
2.1.2	Area destinata alla realizzazione del centro di soccorso, ventilazione e manutenzione.....	5
2.2	Falda.....	6
2.2.1	Area destinata alla realizzazione del sottopasso.....	6
2.2.2	Area destinata alla realizzazione del centro di soccorso, ventilazione e manutenzione.....	6
2.3	Parametri meccanici: angolo di attrito, coesione e peso dell'unità di volume totale relativi ai sondaggi S1 e S2	7
2.3.1	Angolo di attrito, sondaggi S1 e S2:	7
2.3.2	Coesione	13
2.3.3	Peso dell'unità di volume totale.....	13
2.4	Parametri meccanici: angolo di attrito, coesione e peso dell'unità di volume totale relativi ai sondaggi S3 e S4	13
3	Scelta del tipo di fondazioni da adottare	17
3.1	Sottopasso	17
3.2	Parti centrali del sottopasso: modalità di scavo e fondazioni.....	18
3.3	Adiacenza manufatti esistenti: modalità di scavo e fondazioni.....	21
3.4	Edifici CSVN	24
	Bibliografia	27

1 Premesse

La presente relazione illustra gli approfondimenti e la sintesi della progettazione geotecnica del sottopasso interrato sul piazzale italiano del Traforo del Fréjus, previsto nell'intervento generale di costruzione della Galleria di sicurezza. In particolare, si mettono in evidenza le scelte dei parametri meccanici e delle fondazioni.

In fase di esame del progetto, il membro esperto del Comitato di Sicurezza, Prof. Ing. M. Grisolia dell'Università di Roma, ha evidenziato una serie di osservazioni e aspetti da approfondire, per i quali si è redatta la presente nota.

2 Indagini effettuate: caratterizzazione geologica e geotecnica del terreno

Per le caratterizzazione dei terreni e la definizione dei parametri di dimensionamento geotecnico si è fatto riferimento ai seguenti elementi:

Campagne geognostiche effettuate per interventi già realizzati

Campagne geognostiche effettuate all'imbocco lato Italia nel 2002

Campagne geognostiche effettuate per il sottopasso nel 2004

Esame del progetto della struttura del fabbricato direzionale SITAF e della muratura di controripa del piazzale del 1980

Le campagne di indagine effettuate da SITAF nel 1966, 1973 e 2002 hanno riguardato la zona di imbocco; sono pertanto state confrontate le caratterizzazioni del materiale con quelle riscontrate sul piazzale.

I sondaggi nel 2004 (realizzati dalla GEOTECNO per conto della LOMBARDI SA) sulla zona d'imbocco sono serviti per l'installazione del piezometro per il monitoraggio ante-operam delle acque di falda.

Sono stati sentiti, in via informale i tecnici che hanno realizzato in qualità di Direttori Lavori e/o assistenti, degli scavi sul piazzale, i quali hanno confermato che i fronti liberi, con inclinazioni anche marcate, non hanno mai comportato problemi di stabilità.

2.1 Unità geologiche e tecniche

Partendo dal piano campagna verso il basso, si distinguono diverse unità principali relative alla coltre superficiale e al sub strato litologico (si veda "Relazione Geologico-Geotecnica dell'imbocco lato Italia" del progetto preliminare redatto da MUSI.NET, 30 settembre 2002). In particolare, si trovano sull'intera zona dell'imbocco lato Italia le seguenti unità:

- Unità R: terreni di riporto provenienti dal materiale di smarino del tunnel autostradale e ferroviario e dal rimaneggiamento della superficie topografica a seguito della realizzazione delle opere alla testa del tunnel stradale. Essa è suddivisa in 3 zone R1, R2 e R3. In prevalenza l'unità è composta da ghiaia eterometrica, poligenica, da sub angolare a arrotondata immersa in matrice limo sabbiosa, con stato di addensamento basso.
- Unità dc: formata da clasti da centimetrico a decimetrico, da angolari a arrotondati in matrice limo sabbiosa, con stato di addensamento basso.
- Unità df: formata da blocchi incoerenti di forma angolare in una debole matrice fine.
- Unità al: formata da ghiaia in matrice limo sabbiosa, in cui si alternano degli strati di sabbia e di limo sabbioso. Essa corrisponde ai sedimenti alluvionali legati al torrente Rochemolles.
- Unità als: formazione simile alla precedente, corrispondente ai sedimenti alluvionali relativi al drenaggio attivo in epoca storica.
- Unità dg: formata da ghiaia eterometrica, poligenica da sub angolare a sub arrotondata immersa in una matrice da sabbiosa a limo sabbiosa, con addensamento medio alto. Essa corrisponde ai sedimenti di origine glaciale caratterizzati da blocchi metrici e strati di sabbia limosa debolmente plastica.
- Unità cs: calcescisto costituito da alternanze di livelli più o meno marmorei e livelli filladici. I piani di foliazione suddividono la roccia in bancate di spessore centimetrico e decimetrico. Nel complesso l'ammasso si presenta da mediamente a intensamente fratturato.

Nel seguito vengono distinte l'area destinata alla realizzazione del sottopasso e l'area destinata alla costruzione del centro di soccorso, ventilazione e manutenzione (edifici CSVM).

2.1.1 Area destinata alla realizzazione del sottopasso

L'area destinata alla realizzazione del sottopasso è caratterizzata dall'unità R, il cui spessore varia da qualche metro alla decina di metri. In particolare, l'area corrisponde all'unità R3, attuale piattaforma stradale alla testa del traforo, sulla sinistra orografica del torrente Rochemolles. Essa è costituita da blocchi eterogenei del sub strato di calcescisto, con ghiaia, sabbia e limi inglobanti blocchi, e localmente con resti di opere cementizie e frammenti di calcestruzzo. Lo stato di addensamento varia da basso a medio e lo spessore da qualche metro alla decina di metri.

I risultati delle indagini geotecniche (Standard Penetration Test - SPT) relativi ai sondaggi S1 e S2 (2004), ubicati a monte e a valle del piazzale, mettono in evidenza marcate differenze stratigrafiche. Come indicato nelle tavole stratigrafiche elaborate dalla società Geotecno, si ha:

- S1: presenza di terreno di riporto derivante dal materiale di smarino del traforo del Fréjus, costituito da uno strato di 1.5 m di ghiaia eterometrica e poligenica da angolare a sub arrotondata e da sabbia medio fine limosa e da uno strato di scaglie e frammenti di calcescisto angolari e sabbia medio grossa con limo debolmente umida da moderatamente addensata ad addensata.
- S2: per 3.5 m terreno di riporto costituito da uno strato di ghiaia eterometrica e poligenica da angolare a sub arrotondata e sabbia fine con limo e per circa 10.00 m strato importante di sabbia medio - fine, da limosa a con limo, debolmente plastica, da debolmente umida a umida.

2.1.2 Area destinata alla realizzazione del centro di soccorso, ventilazione e manutenzione

L'area destinata alla realizzazione degli edifici CSVM (per maggiori dettagli si veda la relazione 6145.0-82 del progetto definitivo) è anch'essa caratterizzata dall'unità R. In particolare, essa corrisponde all'unità R1 che si ripartisce sui 2 versanti del torrente Rochemolles in prossimità della testa del traforo autostradale. L'unità è composta da ghiaia eterometrica e poligenica, di forma da sub angolare a arrotondata, immersa in matrice sabbio-limosa. Essa è di difficile delimitazione verso il basso in quanto lo strato sotto stante ha una composizione molto simile al primo strato. Tuttavia, è possibile distinguere i vari strati secondo il grado di addensamento, variabile da medio basso per il primo strato a medio alto per gli strati sotto stanti. Lo spessore medio dello strato R1 varia dai 4.00 ai 5.00 m.

I risultati delle indagini geotecniche (Standard Penetration Test - SPT) relativi ai sondaggi S3 e S4 (2004), ubicati in prossimità della testa del traforo autostradale, mettono in evidenza differenze stratigrafiche. Come indicato nelle tavole stratigrafiche elaborate dalla società Geotecno, si ha:

- S3: per 4.00 m terreno di riporto costituito da uno strato di ghiaia eterometrica e poligenica da angolare a sub arrotondata e sabbia fine con limo e per circa 8.50 m strato di sabbia medio - fine, da limosa a con limo, debolmente plastica, debolmente umida e ghiaia eterometrica, monogenica, subangolare in parte alterata, da moderatamente addensata a molto addensata. Quindi segue, fino alla fine del sondaggio (21.00 m) uno strato caratterizzato da scaglie e frammenti angolari di calcescisto, in parte alterati e limo sabbioso debolmente plastico, da debolmente umido a umido.

- S4: per 4.10 m terreno di riporto costituito da uno strato di ghiaia eterometrica e poligenica subangolare e sabbia medio grossa, limosa debolmente umida. Per circa 5.00 m, ghiaia eterometrica costituita da frammenti di calcescisto granitico, molto alterati e sfatti e sabbia medio fine con limo, grigio scuro, debolmente plastica, debolmente umida, moderatamente addensata, localmente poco addensata. Per 6.00 m fino alla fine del sondaggio, ghiaia eterometrica, prevalentemente costituita da frammenti angolari a subarrotondati di calcescisto e sabbia medio grossa, da limosa a con limo, debolmente umida, da moderatamente addensata a molto addensata.

2.2 Falda

Le fondazioni delle opere da realizzare non interessano il livello di falda che, dalle indagini condotte dalla MUSI.NET nel 2002 (si veda “Relazione Geologico - Geotecnica dell’imbocco lato Italia” e relative tavole del progetto preliminare), risulta essere nelle aree di realizzazione delle opere esterne:

Piano campagna s.l.m	Sondaggio	Profondità della falda dal piano campagna	Falda dal piano campagna
1330.50	BH 1	6.38	1294.12
1310.10	BH 2	15.65	1294.45
1302.50	BH 3	9.45	1293.05
1305.00	BH 4	6.49	1298.51

2.2.1 Area destinata alla realizzazione del sottopasso

Nella zona di realizzazione del sottopasso, si attribuisce il sondaggio BH3, per cui la falda è a una profondità di 7.00 m dal piano campagna al lato monte del piazzale (piano campagna 1300 s.l.m), mentre a valle del piazzale la falda sembrerebbe non interessare gli strati di terreno investigati. La quota di fondazione del sottopasso si trova a una profondità di circa 4.90 m dal piano campagna.

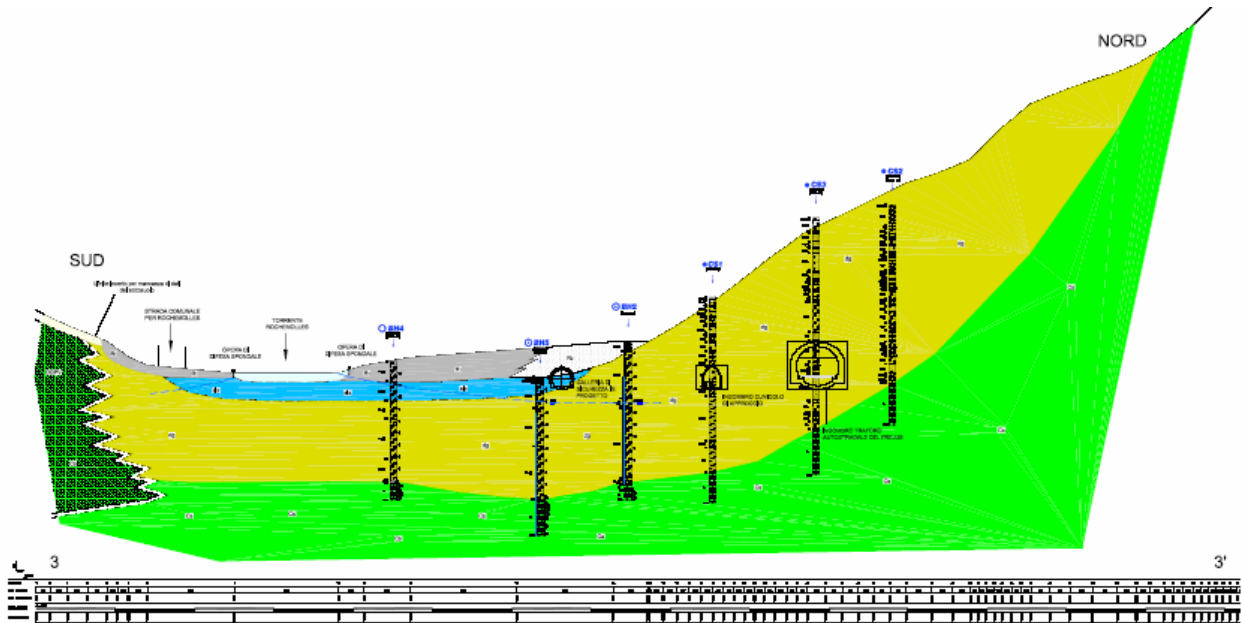
La ricostruzione del profilo geologico dedotto dai sondaggi del 2004 e del 2002 è riportata nella tavola allegata. Essa è ricavata congiungendo i punti relativi alle varie profondità. Nella ricostruzione è riportata anche la falda la cui linea è dedotta dai sondaggi.

2.2.2 Area destinata alla realizzazione del centro di soccorso, ventilazione e manutenzione

Nella zona di realizzazione degli edifici, il cui piano campagna è situato tra 1301.00 m circa sul livello del mare (punto più basso degli edifici) e 1310.00 m sul livello del mare (punto più alto), si attribuisce il sondaggio BH4, per cui la falda varia da una profondità di circa 2.50 m a

una profondità di circa 11.50 m dal piano campagna. Le fondazioni degli edifici sono di tipo superficiali per cui non interessano la falda.

La ricostruzione del profilo geologico dedotto dai sondaggi del 2002 è riportata nella tavola 72P “Profilo geologico-tecnico 3-3” del progetto preliminare redatto da MUSI.NET (2002). Di seguito si riporta il profilo della zona interessata (fuori scala).



2.3 Parametri meccanici: angolo di attrito, coesione e peso dell'unità di volume totale relativi ai sondaggi S1 e S2

Nonostante le differenze rinvenute dai profili stratigrafici, si è ritenuto di utilizzare gli stessi parametri geomeccanici conservativi per i diversi materiali. Nel seguito, si riportano i metodi utilizzati per ricavare tali parametri sulla base delle prove in-situ effettuate e delle esperienze precedentemente acquisite.

2.3.1 Angolo di attrito, sondaggi S1 e S2:

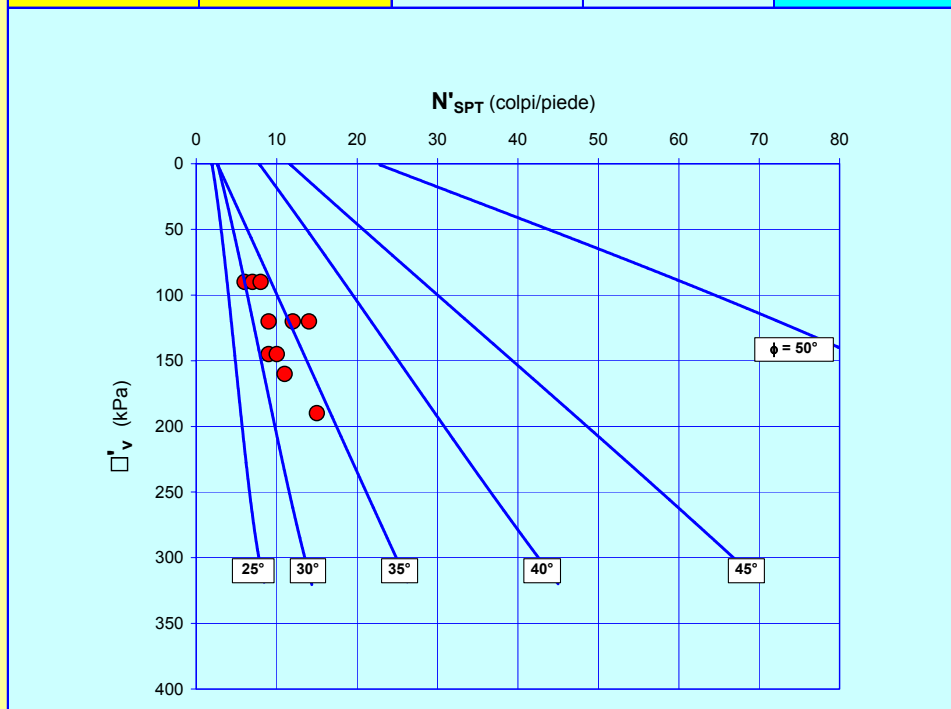
Il suo valore, relativo ai due sondaggi, è stato calcolato sulla base del numero di colpi per avanzamento e della pressione geostatica verticale efficace (De Mello, 1971). Risultano per il sondaggio S1 valori di angolo di attrito compresi tra 30° e 34° per lo strato di terreno interessato dall'opera da realizzare e per una profondità di falda pari a 7.00 m. Di seguito sono riportati i valori di angolo d'attrito ricavati da N_{SPT} e dalla pressione geostatica verticale efficace.

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

B.4.1.1. "di picco" - sabbie

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	7.00
-------	------------------------------------	------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
4.50	6	90	6	30
4.50	7	90	7	32
4.50	8	90	8	34
6.00	9	120	9	33
6.00	12	120	12	35
6.00	14	120	14	37
7.50	9	145	9	32
7.50	10	145	10	33
9.00	11	160	11	33
12.00	15	190	15	34



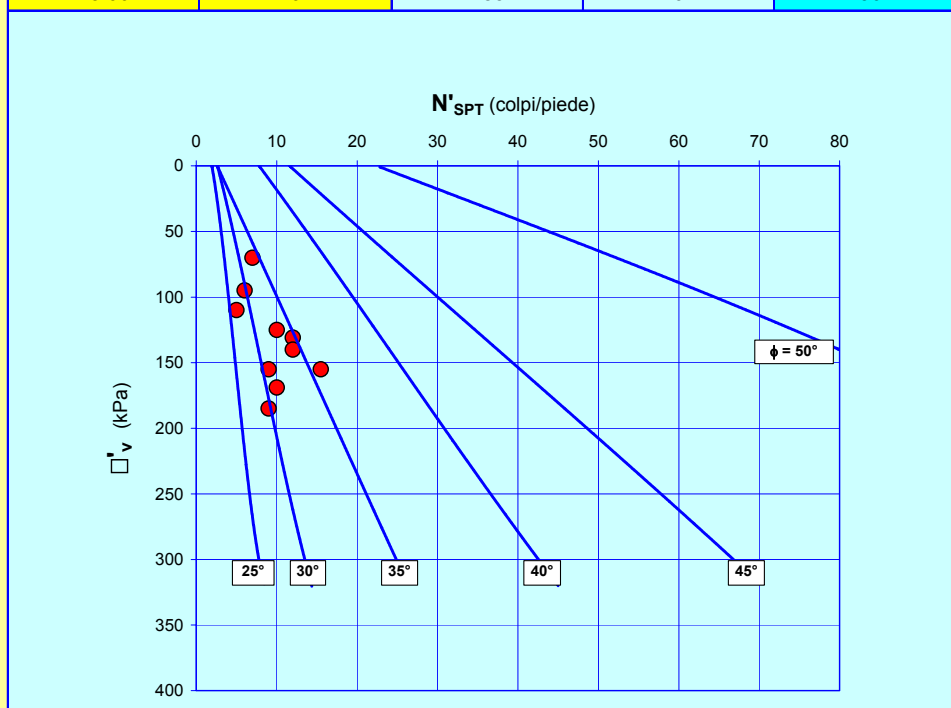
Risultano, invece, per il sondaggio S2 valori di angolo di attrito compresi tra 30° e 34° per lo strato di terreno interessato dall'opera da realizzare e per una profondità di falda pari a 7.00 m. Di seguito sono riportati i valori di angolo d'attrito ricavati da N_{SPT} e dalla pressione geostatica verticale efficace.

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

B.4.1.1. "di picco" - sabbie

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	7.00
-------	------------------------------------	------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
3.50	7	70	7	34
6.00	6	95	6	30
7.50	5	110	5	27
9.00	10	125	10	34
9.60	12	131	12	35
10.50	12	140	12	34
12.00	16	155	16	36
12.00	9	155	9	31
13.40	10	169	10	32
15.00	9	185	9	30



Un altro metodo per ricavare l'angolo d'attrito dalle prove penetrometriche consiste nell'utilizzare dapprima le correlazioni tra la densità relativa e il numero di colpi per avanzamento proposta da Skempton (1986), e in seguito, la correlazione proposta da NAVFAC Dm-7 (1971) tra la densità relativa e la classificazione del terreno.

Skempton suggerisce la seguente correlazione:

$$\frac{(N_1)_{60}}{D_R^2} = 60$$

nella quale $(N_1)_{60}$ è il valore di N_{SPT} riferito a un valore dell'efficienza del sistema di battitura pari al 60%, e corretto per tener conto del livello tensionale in corrispondenza del quale è stata eseguita la prova:

$$N_1 = C_N \cdot N_{SPT}$$

essendo:

$$C_N = \frac{2}{1 + \sigma'_{v0}/100} \text{ nel caso di sabbie fini}$$

$$C_N = \frac{3}{2 + \sigma'_{v0}/100} \text{ nel caso di sabbie grosse}$$

σ'_{v0} tensione verticale efficace, in kPa

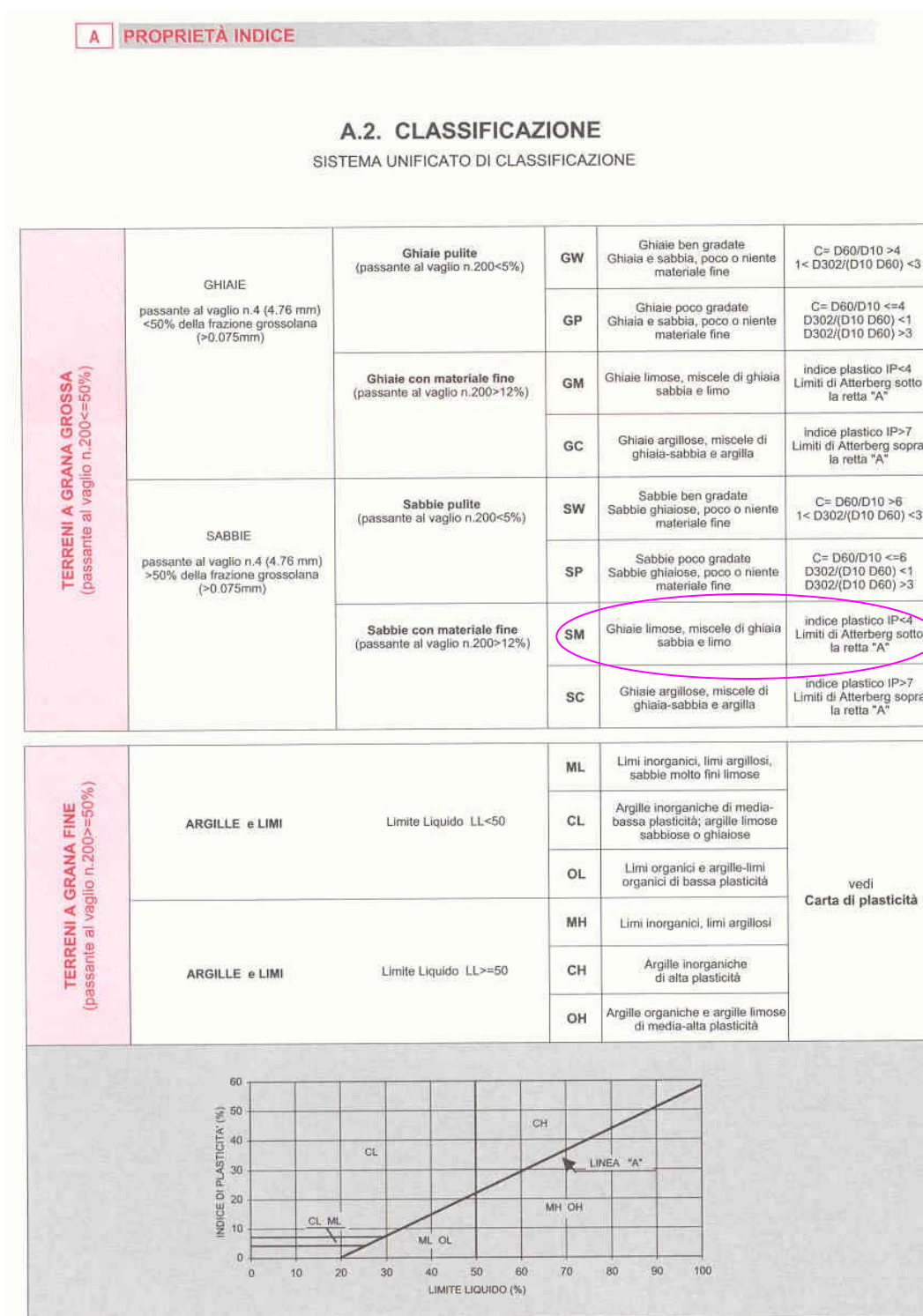
Risulta, allora, per il sondaggio S1 in cui è presente sabbia medio-grossa:

Sondaggio S1						
γ (kN/m ³)	N_{SPT} (-)	z (m)	σ (kPa)	C_N	N_1	D_R Skempton (%)
19.00	6.00	4.50	85.50	1.05	6.30	32.42
	7.00	4.50	85.50	1.05	7.36	35.01
	8.00	4.50	85.50	1.05	8.41	37.43
	9.00	6.00	114.00	0.96	8.60	37.86
	12.00	6.00	114.00	0.96	11.46	43.71
	14.00	6.00	114.00	0.96	13.38	47.22
	9.00	7.50	142.50	0.88	7.88	36.25
	10.00	7.50	142.50	0.88	8.76	38.21
	11.00	9.00	171.00	0.81	8.89	38.50
	15.00	12.00	228.00	0.70	10.51	41.86

E per il sondaggio S2 in cui è presente sabbia medio-fine e si considera la falda a una profondità di 7.00 m dal piano campagna, risulta:

Sondaggio S2						
γ (kN/m ³)	N_{SPT} (-)	z (m)	σ (kPa)	C_N	N_1	D_R Skempton (%)
19.00	7.00	3.50	66.50	1.20	8.41	37.44
	6.00	6.00	114.00	0.93	5.61	30.57
	5.00	7.50	142.50	0.82	4.12	26.22
	10.00	9.00	151.00	0.80	7.97	36.44
	12.00	9.60	156.40	0.78	9.36	39.50
	12.00	10.50	164.50	0.76	9.07	38.89
	16.00	12.00	178.00	0.72	11.51	43.80
	9.00	12.00	178.00	0.72	6.47	32.85

La classificazione dei terreni è riportata nella figura seguente:



Per il sondaggio S1, si ricava, allora, introducendo valori di densità relativa medio bassi:

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)
1	0	ML	--
2	0	ML	--
3	32	SM	30
4	38	SM	31
5	44	SM	31
6	0	SP	--
7	0	SP	--
8	0	SW	--
9	0	SW	--
10	0	SW	--

Per il sondaggio S2, si ricava, allora, introducendo valori di densità relativa medio bassi:

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)
1	0	ML	--
2	0	ML	--
3	26	SM	30
4	37	SM	31
5	30	SM	30
6	0	SP	--
7	0	SP	--
8	0	SW	--
9	0	SW	--
10	0	SW	--

Tali valori sono supportati dai quelli riportati nello “Studio geologico - tecnico per la valutazione di un’area da adibire a piano di posa di materiale di risulta del Traforo del Fréjus in comune di Bardonecchia” redatto dal Servizio Geologico della Regione Piemonte (1979). Le prove di laboratorio (scatola di Casagrande), condotte sul materiale da porre in discarica (attuale terreno delle opere da realizzare), hanno fornito valori pari a 30°. In tale studio, le analisi di stabilità, condotte introducendo i valori dei parametri meccanici ricavati dalle prove di laboratorio, hanno fornito coefficienti di sicurezza variabili da 1.33 a 1.59 a seconda dell’altezza piezometrica (che in ogni caso non interessa il piano fondale).

2.3.2 Coesione

Il valore della coesione deriva dalle prove di laboratorio sopra citate.

2.3.3 Peso dell'unità di volume totale

Il valore è stato scelto sulla base di una ricerca bibliografica (Lancellotta, 1993). Si ritrova che i valori di γ totale per le sabbie sono compresi tra 16 e 21 kN/m³.

I parametri geomeccanici utilizzati per il calcolo di dimensionamento di verifica delle strutture sono quindi:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$c = 5 \text{ kPa.}$$

I valori sono ritenuti cautelativi anche in relazione alla tipologia della struttura scatolare, con grande inerzia nella direzione longitudinale, fattore che, associato alle basse pressioni sul terreno, garantisce nei confronti di situazioni anche eterogenee nella stratigrafia.

2.4 Parametri meccanici: angolo di attrito, coesione e peso dell'unità di volume totale relativi ai sondaggi S3 e S4

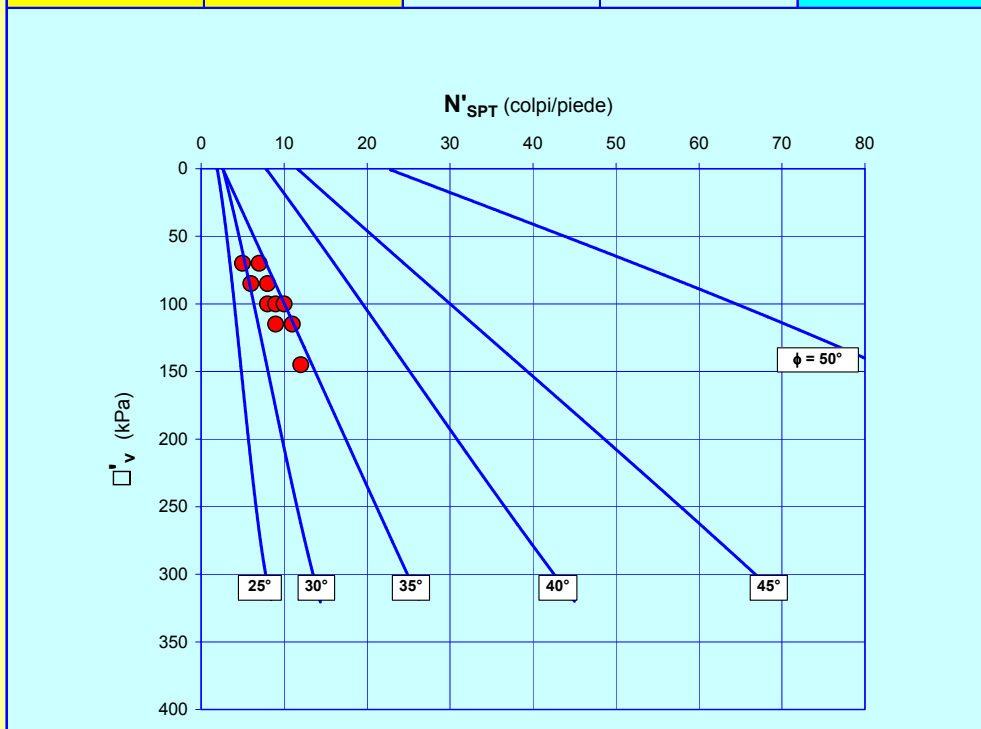
Il suo valore, relativo ai due sondaggi, è stato calcolato sulla base del numero di colpi per avanzamento e della pressione geostatica verticale efficace (De Mello, 1971). Risultano per il sondaggio S3 valori di angolo di attrito compresi tra 30° e 34° per lo strato di terreno interessato dall'opera da realizzare e per una profondità di falda pari a 2.5 m. Di seguito sono riportati i valori di angolo d'attrito ricavati da N_{SPT} e dalla pressione geostatica verticale efficace.

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

B.4.1.1. "di picco" - sabbie

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	2.50
-------	------------------------------------	------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
4.50	5	70	5	30
4.50	7	70	7	34
6.00	6	85	6	31
6.00	8	85	8	34
7.50	8	100	8	33
7.50	9	100	9	34
7.50	10	100	10	35
9.00	9	115	9	33
9.00	11	115	11	35
12.00	12	145	12	34



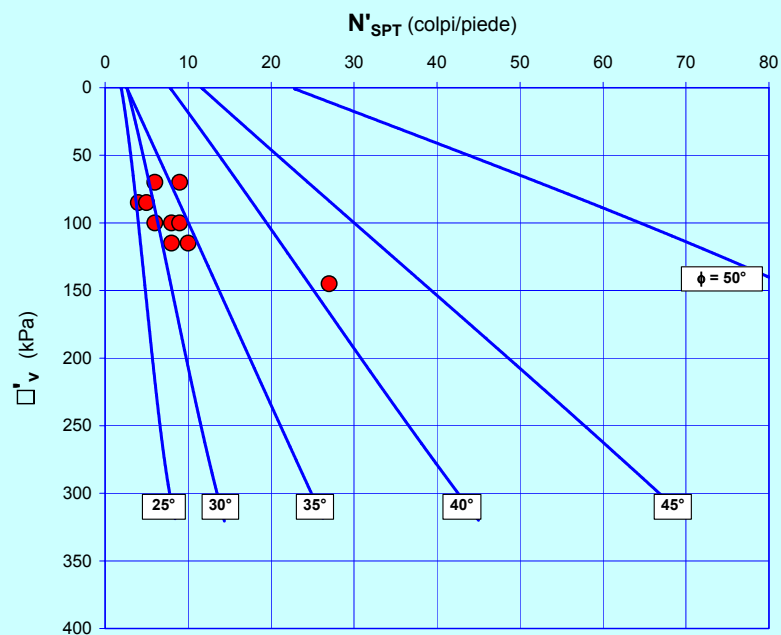
Risultano, invece, per il sondaggio S4 valori di angolo di attrito compresi tra 32° e 36° per lo strato di terreno interessato dall'opera da realizzare e per una profondità di falda pari a 2.50 m. Di seguito sono riportati i valori di angolo d'attrito ricavati da N_{SPT} e dalla pressione geostatica verticale efficace.

B.4. ANGOLO DI ATTRITO

B.4.1.1. "di picco" - sabbie

z_w	profondità della falda da p.c. (m)	2.50
-------	------------------------------------	------

profondità (m)	N_{spt} (colpi/piede)	σ'_{vo} (kPa)	N'_{spt} (colpi/piede)	ϕ (°)
4.50	6	70	6	32
4.50	9	70	9	36
6.00	4	85	4	26
6.00	5	85	5	29
7.50	6	100	6	30
7.50	8	100	8	33
7.50	9	100	9	34
9.00	8	115	8	32
9.00	10	115	10	34
12.00	39	145	27	41



Ricorrendo al secondo metodo riportato nel paragrafo 2.3.1, risulta per il sondaggio S3 in cui è presente sabbia medio fine:

Sondaggio S3						
γ (kN/m ³)	N _{SPT} (-)	z (m)	σ (kPa)	C _N	N ₁	D _R Skempton (%)
19.00	6.00	4.50	65.50	1.21	7.25	34.76
	7.00	6.00	79.00	1.12	7.82	36.10
	9.00	7.50	92.50	1.04	9.35	39.48
	11.00	9.00	106.00	0.97	10.68	42.19
	12.00	12.00	133.00	0.86	10.30	41.43

E per il sondaggio S4 in cui è presente sabbia medio-fine e si considera la falda a una profondità di 2.50 m dal piano campagna, risulta:

Sondaggio S4						
γ (kN/m ³)	N _{SPT} (-)	z (m)	σ (kPa)	C _N	N ₁	D _R Skempton (%)
19.00	7.00	4.50	65.50	1.21	8.46	37.55
	5.00	6.00	79.00	1.12	5.59	30.51
	8.00	7.50	92.50	1.04	8.31	37.22
	9.00	9.00	106.00	0.97	8.74	38.16
	39.00	12.00	133.00	0.86	33.48	74.70

La classificazione dei terreni è riportata nel paragrafo 2.3.1. anche per i sondaggi S3 e S4 si fa riferimento alle sabbie con materiale fine (SM, ghiaie limose e miscele di ghiaia sabbia e limo). Per il sondaggio S3, si ricava, allora, introducendo valori di densità relativa medio bassi:

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)
1	0	ML	--
2	0	ML	--
3	34	SM	30
4	36	SM	31
5	39	SM	31
6	0	SP	--
7	0	SP	--
8	0	SW	--
9	0	SW	--
10	0	SW	--

Per il sondaggio S4, si ricava, allora, introducendo valori di densità relativa medio bassi:

	Dr (%)	Tipo di materiale	ϕ (°)
1	0	ML	--
2	0	ML	--
3	30	SM	30
4	37	SM	31
5	38	SM	31
6	0	SP	--
7	0	SP	--
8	0	SW	--
9	0	SW	--
10	0	SW	--

Per quanto riguarda la coesione e il peso dell'unità di volume totale, valgono le stesse considerazioni fatte per i sondaggi S1 e S2.

I parametri geomeccanici utilizzati, quindi, per il calcolo di dimensionamento di verifica delle strutture sono quindi:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$c = 5 \text{ kPa.}$$

I valori sono ritenuti cautelativi anche in relazione alla tipologia delle fondazioni unite tra loro da cordoli in calcestruzzo armato.

3 Scelta del tipo di fondazioni da adottare

3.1 Sottopasso

Come risulta dagli elaborati del progetto definitivo, la realizzazione del sottopasso è prevista mediante una struttura scatolare in cemento armato, di lunghezza pari a circa 100 ml, posizionata trasversalmente al flusso di traffico del Traforo, e dotata di rampe sul lato sud

est e una sul lato nord ovest. Il piano di fondazione si colloca a una profondità circa pari a 4.90 / 5.10 m dal piano campagna.

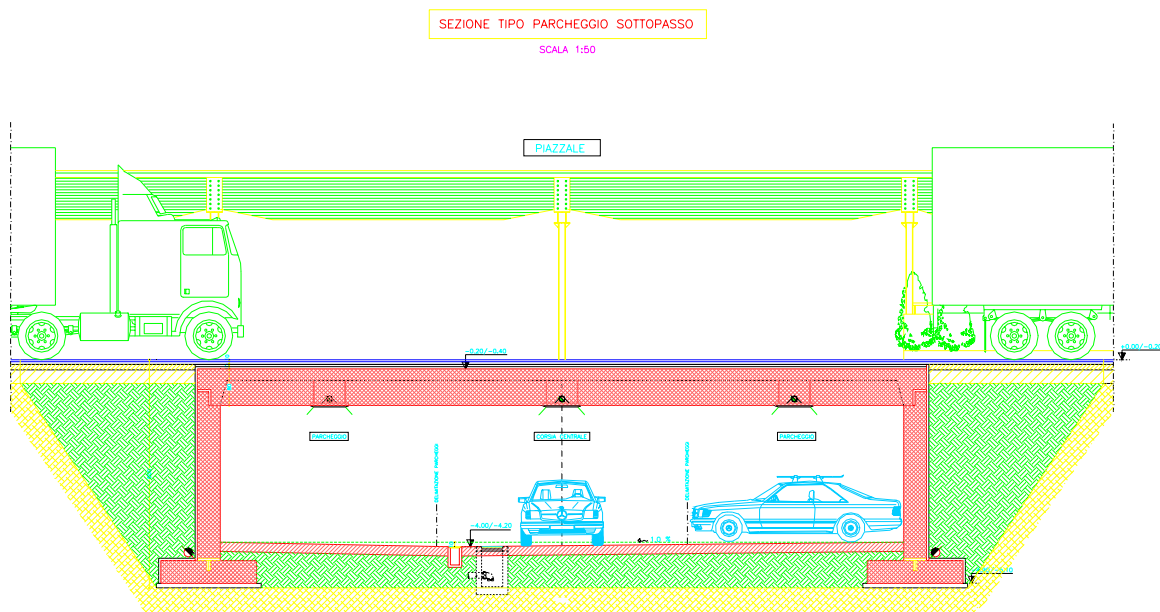
I vincoli e le limitazioni previsti sull'area sono ascrivibili principalmente a 2 tipologie:

- la presenza di opere già esistenti (muro a monte ed edificio direzionale SITAF)
- la necessità di garantire il traffico durante i lavori.

Il progetto prevede quindi una ben definita fasizzazione del cantiere, con specifici interventi finalizzati a garantire la sicurezza e la velocità di esecuzione.

3.2 Parti centrali del sottopasso: modalità di scavo e fondazioni

Per le parti centrali del sottopasso si opera mediante scavi tradizionali e scarpate con inclinazioni in completa sicurezza, per contenere al massimo l'occupazione della viabilità (si veda raffigurazione grafica riportata di seguito).



Per quanto riguarda le fondazioni della parte centrale, sono previste di tipo continue. Per la fondazione si è assunto quale carico limite che provoca la rottura del terreno di fondazione quello espresso dalla formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot b_c \cdot i_c \cdot d_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot b_q \cdot i_q \cdot d_q \cdot g_q$$

nella quale:

N_{γ} , N_c , N_q fattori di capacità portante

s_{γ} , s_c , s_q fattori di forma della fondazione

i_γ, i_c, i_q fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico

b_γ, b_c, b_q fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione

g_γ, g_c, g_q fattori correttivi per l'inclinazione del piano di campagna

d_c, d_q fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa.

Le sollecitazioni (valori riferiti a una striscia di 2.50 m, per maggiori dettagli si veda la relazione 6145.0-R-88 del progetto definitivo) che si ottengono in fondazione sono:

- N=98706 daN
- T=13885 daN
- M=64823 daNm

Nel calcolo di predimensionamento, sono state previste fondazioni di dimensioni 2.10x0.5 continue. Da tali valori si ricavano la larghezza e la lunghezza della fondazione equivalente e la pressione agente pari a:

$$q=502 \text{ kPa}$$

Dalla formula di Brinch-Hansen, si ricava

$$q_{lim}=1980 \text{ kPa}$$

considerando un fattore di sicurezza pari a 3, si ottiene:

$$q_{amm}=714 \text{ kPa}$$

q_{amm} è il valore della pressione ammissibile nei confronti dei fenomeni di rottura globale dei terreni di fondazione. Noto il valore di q_{amm} è necessario verificare la compatibilità dei cedimenti con i valori ammissibili (il valore del cedimento totale ammissibile, per fondazioni correnti, è usualmente assunto pari a 2.50 cm). I cedimenti possono essere calcolati mediante il metodo di Burland e Burbidge. Il metodo consente una stima del valore del cedimento s di una fondazione in terreni non coesivi, a partire dai risultati di prove penetrometriche dinamiche standard (SPT). Basato su correlazioni statistiche che legano i valori di cedimenti calcolati con quelli verificatisi in oltre 200 casi reali, il metodo utilizza la seguente formulazione:

$$s = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left(\frac{\sigma'_{v0max} \cdot a_f}{3} + (q' - \sigma'_{v0max}) \cdot a_f \right)$$

dove:

f_s , f_H , f_t coefficienti legati rispettivamente: alla forma della fondazione, allo spessore dello strato comprimibile al di sotto della fondazione e al tempo per il quale si vuole calcolare il cedimento.

a_f coefficiente che correla statisticamente i valori di N_{SPT} misurati con un indice di compressibilità

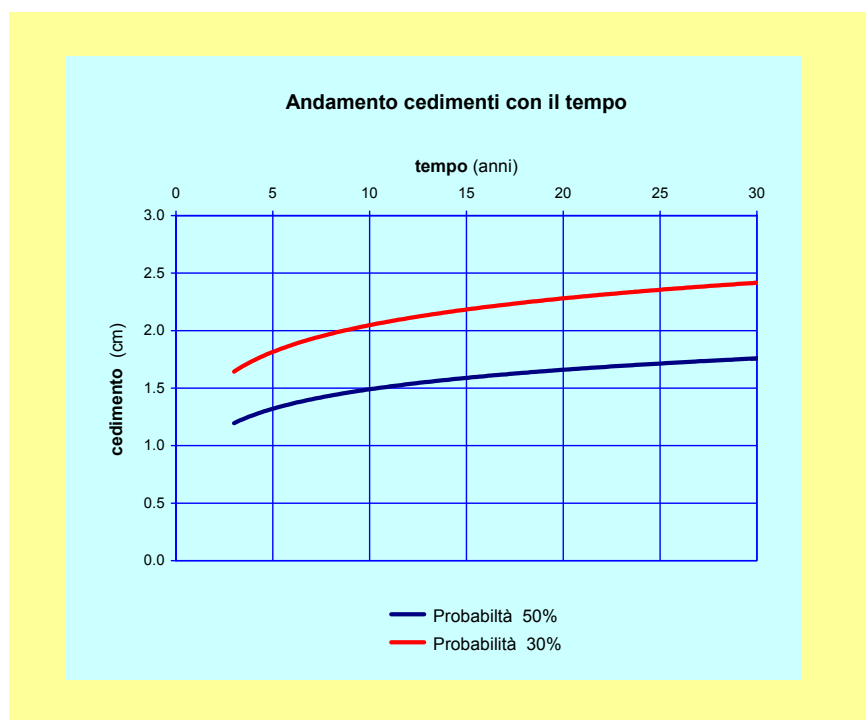
σ_{v0max} pressione di sovraconsolidazione.

Per terreni normalconsolidati, l'espressione viene ridotta alla seguente:

$$s = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left(\frac{q' \cdot a_f}{3} \right)$$

essendo il calcolo dei cedimenti basato su considerazioni statistiche, è possibile associare al cedimento una probabilità. Tale valore indica la percentuale di cedimenti che statisticamente supererebbero il valore calcolato. Nella tabella e nella figura seguenti, sono riportati i valori dei cedimenti immediati e differiti relativi a 2 valori di probabilità e l'andamento dei cedimenti con il tempo.

	Cedimento immediato (cm)	Cedimento al tempo t (cm)	Cedimento totale (cm)
Probabilità 50%	0.7	1.1	1.8
Probabilità 30%	1.0	1.5	2.4



Come riportato in tabella e in figura, il cedimento totale risulta minore di 2.50 cm, valore del cedimento totale ammissibile.

3.3 Adiacenza manufatti esistenti: modalità di scavo e fondazioni

Dovendo scavare in adiacenza a opere già esistenti, si rende necessario il preconsolidamento del fronte di scavo al fine di garantire la sicurezza della strada e del cantiere.

In vicinanza dei manufatti già esistenti (muro di sostegno di monte) e a valle del sottopasso, le trincee sono effettuate mediante una paratia tipo berlinese, realizzata con micropali trivellati e due ordini di tiranti in corrispondenza della luce del sottopassaggio. In dettaglio gli elaborati progettuali di riferimento sono i seguenti:

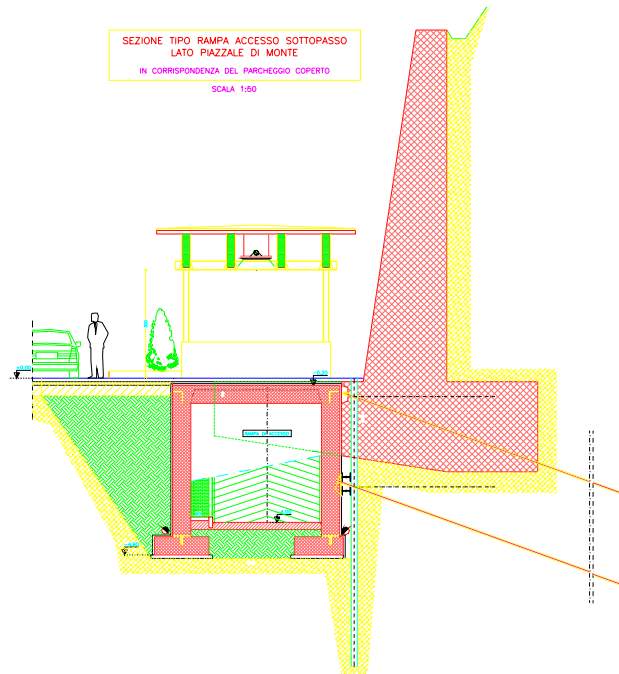
Relazione illustrativa	6145.0-R-87
Relazione di calcolo - predimensionamento strutture	6145.0-R-88
Inquadramento territoriale e planimetria di rilievo 1:2000/500	6145.0-P-439
Sezione trasversale di rilievo 1:200	6145.0-P-440
Planimetria di progetto piano interrato - quota -4.00 1:200	6145.0-P-441
Planimetria di progetto piano piazzale - quota +0.00 1:200	6145.0-P-442
Sezione trasversale di progetto 1:200	6145.0-P-443
Sezioni e prospetti di progetto - sottopasso interrato e cunicolo pedonale 1:50	6145.0-P-444
Sez. e prosp. di prog. - vano scala e ascensore partic. costrutt. pensilina 1:50/20	6145.0-P-445
Planimetria di rilievo reti interrato 1:500	6145.0-P-446
Schemi di cantierizzazione - fase 1/2 1:500	6145.0-P-447
Schemi di cantierizzazione - fase 3/4 1:500	6145.0-P-448
Planimetria schematica interventi strutturali - computo quantità 1:200	6145.0-P-449
Planimetria schematica interventi di pavimentazione - computo quantità 1:400	6145.0-P-450

La berlinese lato monte è così costituita:

- 30 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza L=8 m e interasse i=50 cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 6 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 t di lunghezza L=17.00 m e interasse i=2.50 m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota -

2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

La figura seguente riporta uno schema dell'intervento.



In corrispondenza delle 2 rampe, la paratia tipo berlinese è realizzata con micropali trivellati e due ordini di tiranti (rampa tratto 1), il secondo dei quali è parzialmente realizzato in funzione dell'altezza del fronte di scavo (rampa tratto 2). La rampa 1, di lunghezza pari a circa 13.00 m, è così costituita:

- 26 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della profondità da 8 m a 5.50 m e interasse $i=50$ cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 5 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 t di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota - 2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

La rampa 2, di lunghezza pari a circa 13.00 m, è così costituita:

- 26 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della pendenza da 5.50 m a 4.00 m e interasse $i=50$ cm.
- 1 ordine di tiranti, costituito da 5 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 t di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m).

La berlinese lato valle in corrispondenza del sottopasso $L=20.00$ m è così costituita:

- 40 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza $L=8$ m e interasse $i=50$ cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 6 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 ton di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota - 2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

In corrispondenza dell'unica rampa lato valle la berlinese è così costituita da 2 tratti di 13.00 m circa ciascuno, in funzione dell'inclinazione della rampa. Il primo tratto è realizzato come segue:

- 30 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della pendenza da 8 m a 5.50 m e interasse $i=50$ cm.
- 2 ordini di tiranti, ciascuno costituito da 5 tiranti da 135 ton costituiti da 3 trefoli da 45 ton di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo del 1° ordine di tiranti è costituito da una porzione del piede del muro (quota +0.00 m) mentre il cordolo del 2° ordine (quota - 2.50 m) è realizzato da 2 putrelle accoppiate HE 240 B UNI 5397 di ripartizione in acciaio Fe 430 B.

Il secondo tratto è realizzato come segue:

- 30 micropali incamiciati ϕ 200 iniettati con calcestruzzo la cui armatura è costituita da profilati cavi circolari UNI 7811-168.3x8 Fe 510, di lunghezza variabile in funzione della pendenza da 5.50 m a 4.00 m e interasse $i=50$ cm.

- 1 ordine di tiranti, costituito da 5 tiranti da 45 ton costituiti da 3 trefoli da 15 ton di lunghezza $L=17.00$ m e interasse $i=2.50$ m inclinati di 20° rispetto all'orizzontale, al fine di contrastare i cordoli. Il cordolo è costituito da una porzione del piede del muro (quota $+0.00$ m).

Al fine di garantire maggiormente la stabilità del manufatto e dello scavo, il muro esistente di monte viene tirantato ad interasse 2.50 in modo sfalsato rispetto ai tiranti della berlinese.

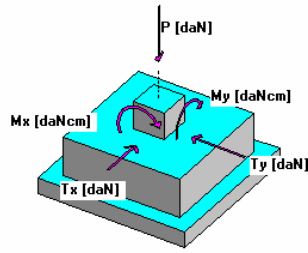
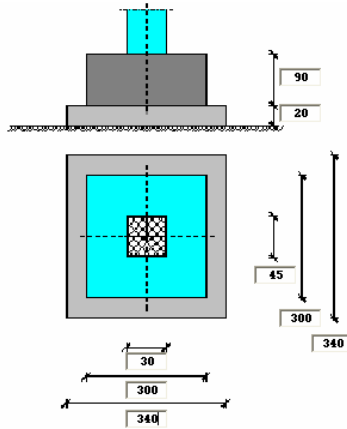
Dopo le opere di sostegno e terminati gli scavi, vengono messi in opera i manufatti prefabbricati destinati al sostegno dei terreni.

La relazione 6145.0-R-88 riporta in dettaglio le verifiche di stabilità utilizzando i parametri geomeccanici ricavati nei paragrafi precedenti. Esse si distinguono in:

- 1) verifica globale di stabilità del muro esistente ($FS=2.34$ verifica a ribaltamento, $FS=1.33$ verifica a scorrimento).
- 2) verifica della berlinese con la risultante delle pressioni relativa alla porzione di muro da tagliare e carico geostatico calcolato con spinta a riposo a monte della palificata, spinta passiva a valle con coefficiente di sicurezza pari a 2 e sovraccarico di 20000daN/m .
- 3) verifica della lunghezza di infissione dei pali.
- 4) verifica dei tiranti di ancoraggio.

3.4 Edifici CSVM

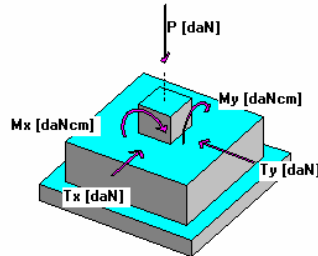
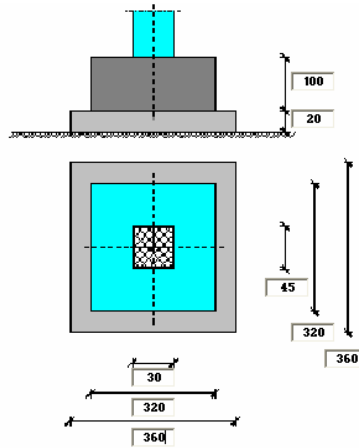
Per quanto riguarda le fondazioni degli edifici, sono previste su plinti collegati tra loro da cordoli in calcestruzzo armato. Per le fondazione si è assunto quale carico limite che provoca la rottura del terreno di fondazione quello espresso dalla formula di Brinch-Hansen, riportata nel paragrafo 3.2. Di seguito sono riportate le verifiche dei plinti di fondazione per categorie di pilastri (per maggiori dettagli si veda la relazione 6145.0-R-82 del progetto definitivo).



INFORMAZIONI

PARAMETRI-RISULTATI

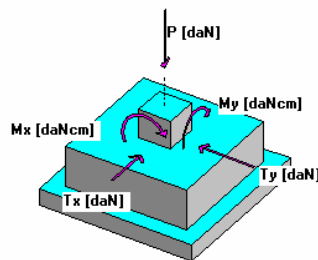
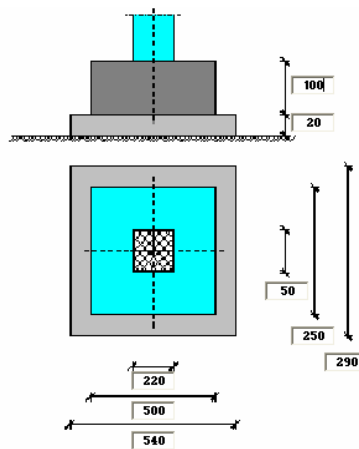
	P [daN]	Ty [daN]	Tx [daN]	Mx [daNcm]	My [daNcm]	s.max terr. [daN/cm ²]	ecc. x pli [cm]	ecc. y pli [cm]	BrincHansen	Verifica a flessione	Verifica a taglio (Vrd2)	Verifica a taglio (Vrd3)	Verifica terreno
*	272783	3424	-20703	-717310	-102861	3,1	6	3,5	2,7	Soddisfatta	Soddisfatta	Soddisfatta	Soddisfatta



INFORMAZIONI

PARAMETRI-RISULTATI

	P [daN]	Ty [daN]	Tx [daN]	Mx [daNcm]	My [daNcm]	s.max terr. [daN/cm ²]	ecc. x pli [cm]	ecc. y pli [cm]	BrincHansen	Verifica a flessione	Verifica a taglio (Vrd2)	Verifica a taglio (Vrd3)	Verifica terreno
*	335069	-3535	-2054	564357	-327372	3	0,3	2,5	3	Soddisfatta	Soddisfatta	Soddisfatta	Soddisfatta



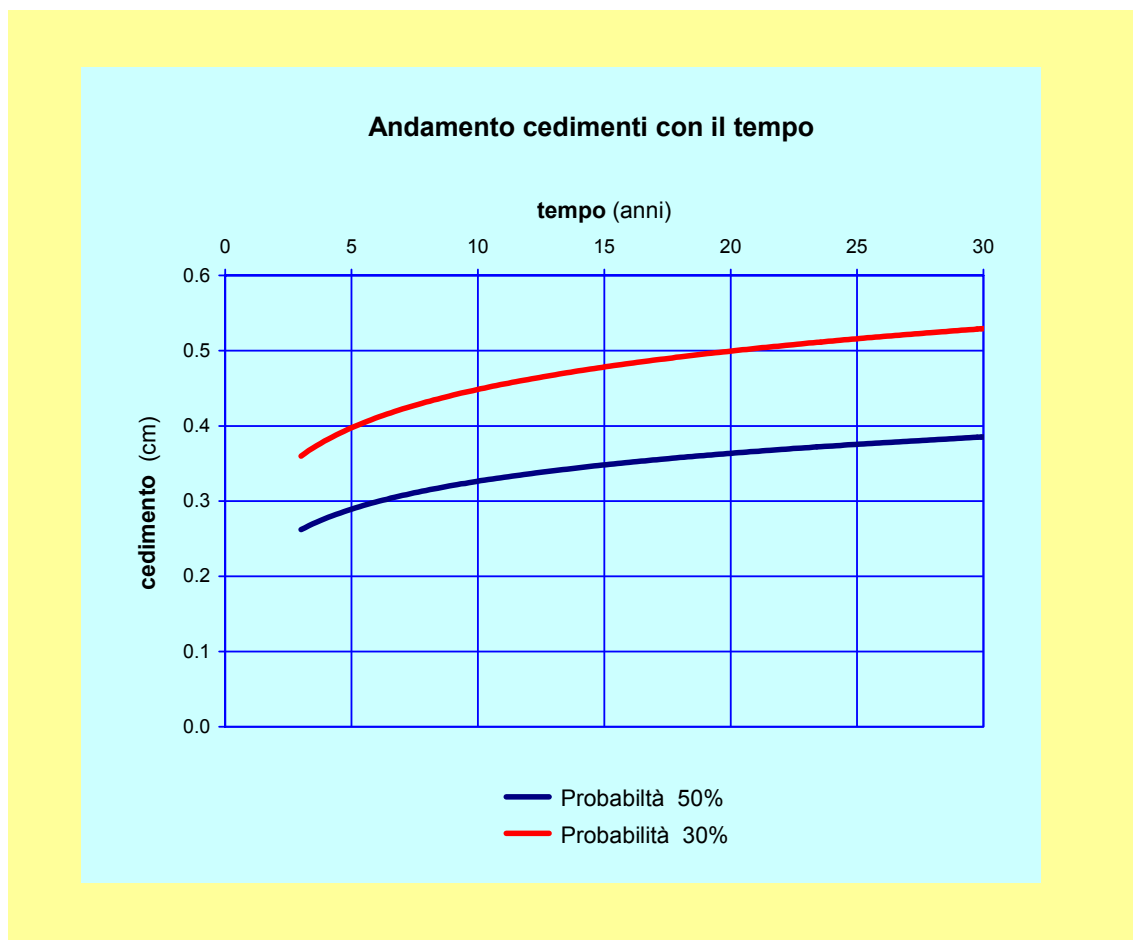
INFORMAZIONI

PARAMETRI-RISULTATI

	P [daN]	Ty [daN]	Tx [daN]	Mx [daNcm]	My [daNcm]	s.max terr. [daN/cm ²]	ecc. x pli [cm]	ecc. y pli [cm]	BrincHansen	Verifica a flessione	Verifica a taglio (Vrd2)	Verifica a taglio (Vrd3)	Verifica terreno
*	357610	162	-5991	-25182	-1901315	2,6	3,3	0,1	3,5	Soddisfatta	Soddisfatta	Soddisfatta	Soddisfatta

il calcolo dei cedimenti viene effettuato con il metodo di Burland e Burbidge. Per cui risulta:

	Cedimento immediato (cm)	Cedimento al tempo t (cm)	Cedimento totale (cm)
Probabilità 50%	0.2	0.2	0.4
Probabilità 30%	0.2	0.3	0.5



Come riportato in tabella e in figura, il cedimento totale risulta minore di 2.50 cm, valore del cedimento totale ammissibile.

Bibliografia

R. Lancellotta, 1993, “Geotecnica”, Zanichelli Editore S.p.a., Bologna, 2^a edizione.

T. Collotta, 2003, “Prontuario interattivo di Geotecnica”, Dario Flaccovio Editore s.r.l., Palermo.

R. Lancellotta & J. Calavera, 1999, “Fondazioni”, Mcgraw-Hill Italia s.r.l., Milano.

NAVFAC DM7, 1971, “Design manual. Soil Mechanics, foundations and earth structures”, USA Department of the Navy, Alexandria.

De Mello V.F.B., 1971, “The standard penetration test” SOA, 4th Pan. Conf. SMFE, San Juan, Puerto Rico, 1, 1-86.

ALLEGATO 7: profilo geologico

