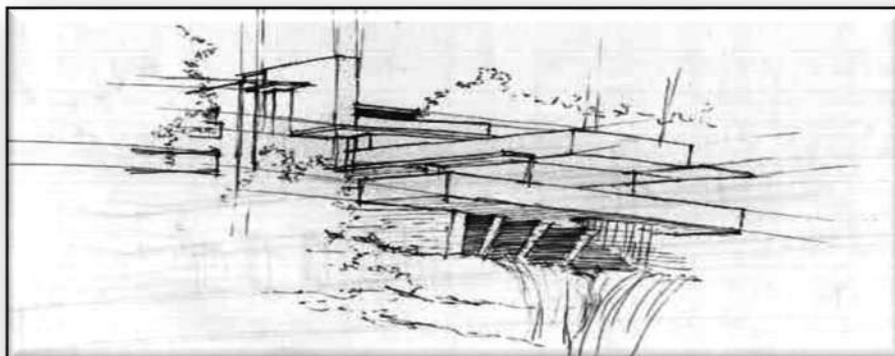


STUDIO TECNICO

DOTT. ING. DINO SORIANO

CELL. 3334373702 - P.IVA-01618900623 - C.F. SRNDN184E13A783W - DINO.SORIANO@VIRGILIO.IT - DINO.SORIANO@PEC.IT



VIA VALLE DI STEFANO N°19 - 82029 - SAN MARCO DEI CAVOTI (BN)

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO: Risanamento frana sulla S.P. 97, denominata Vitulanese II tronco, nel comune di Fragneto Monforte, alla località Toppa Infucata.

COMMITTENTE: PROVINCIA DI BENEVENTO.

ELABORATO: Fascicolo dei calcoli.

VISTO: IL RUP
(DOTT. ING. SALVATORE MINICOZZI)

IL PROGETTISTA
(DOTT. ING. DINO SORIANO)

VISTI E APPROVAZIONI

INDICE:

1. Introduzione.....	pag. 3;
2. Tipi di paratie.....	pag. 3;
3. Analisi della paratia.....	pag. 4;
4. Calcolo delle spinte.....	pag. 5;
5. Carichi.....	pag. 8;
6. Sisma.....	pag. 11;
7. Resistenza passiva.....	pag. 12;
8. Carico uniforme sul terrapieno.....	pag. 14;
9. Coesione.....	pag. 15;
10. Metodo dell'equilibrio limite (LEM).....	pag. 15;
11. Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite.....	pag. 15;
12. Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva	pag. 16;
13. Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite.....	pag. 16;
14. Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive	pag. 17;
15. Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite.....	pag. 17;
16. Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze.....	pag. 18;
17. Metodo degli elementi finiti (FEM).....	pag. 18;
18. Calcolo del modulo di rigidezza Ks del terreno.....	pag. 19;
19. Tiranti.....	pag. 19;
20. Sifonamento.....	pag. 19;
21. Verifica di sollevamento del fondo scavo.....	pag. 20;
22. Verifica delle sezioni e calcolo delle armature.....	pag. 21;
23. Dati generali FEM.....	pag. 22;
24. Stratigrafia terreno.....	pag. 23;

25.	Calcolo coefficienti sismici.....	pag. 24;
26.	Carichi.....	pag. 25;
27.	Analisi geotecnica.....	pag. 26;
28.	Risultati analisi strutturale.....	pag. 49;

1. INTRODUZIONE

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidità del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. In ogni caso, i metodi correntemente utilizzati possono essere classificati in due categorie:

1. Metodi che si basano su una discretizzazione del modello di paratia (si parla di differenze finite o di elementi finiti);
2. Metodi che si basano su congetture di tipo semplicistico, al fine di poter affrontare il problema con il semplice studio dell'equilibrio di un corpo rigido.

Tra le due classi di metodi esposti all'elenco precedente, quello degli elementi finiti è quello che più di tutti risulta razionale, in quanto basato su considerazioni che coinvolgono sia la statica del problema (equilibrio) sia la cinematica (congruenza).

2. TIPI DI PARATIE

I tipi di paratie maggiormente utilizzate allo stato attuale possono essere classificati come segue:

1. Paratie in calcestruzzo armato, costruite per mezzo di pali o per mezzo di setti (entrambi armati);
2. Paratie di legno;
3. Paratie in acciaio.

3. ANALISI DELLA PARATIA

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidità del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:

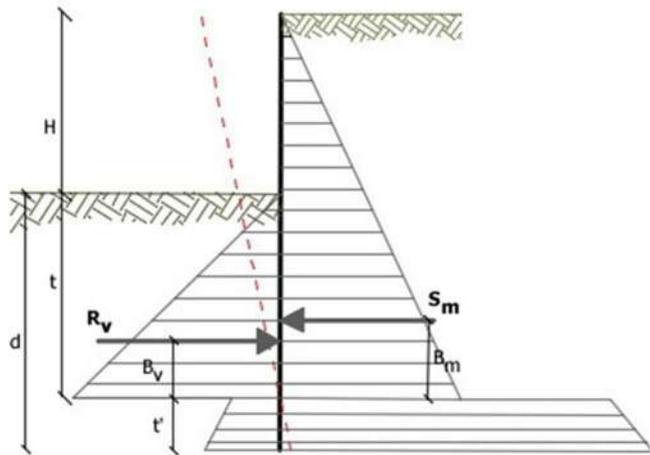


Figura 1: Schema delle pressioni agenti sulla paratia

Si vede che le pressioni laterali che sono chiamate a concorrere nell'equilibrio sono la pressione attiva sviluppata a tergo della paratia e la pressione passiva che si sviluppa nella parte anteriore della paratia (Parte di valle della paratia). Il calcolo, sia nell'ambito dei metodi semplificati che nell'ambito di metodi numerici, della spinta a tergo ed a valle della paratia

viene solitamente condotto sia con il metodo di Rankine che con il metodo di Coulomb. Si rileva però che il metodo di Coulomb fornisce risultati più accurati in quanto essendo la paratia un'opera solitamente flessibile, e manifestando quindi spostamenti maggiori si generano fenomeni di attrito all'interfaccia paratia-terreno che possono essere tenuti in conto solo attraverso i coefficienti di spinta di Coulomb. Nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti si deve calcolare anche un coefficiente di reazione del terreno k_s , oltre che la spinta attiva e passiva del terreno. Se si parla di analisi in condizioni non drenate è inoltre necessario conoscere il valore della coesione non drenata. E' inoltre opportuno considerare che se si vuole tenere debitamente in conto l'attrito tra terreno e opera si deve essere a conoscenza dell'angolo di attrito tra terreno e opera (appunto). In conclusione i parametri (in termini di proprietà del terreno) di cui si deve disporre per effettuare l'analisi sono i seguenti:

1. Angolo di attrito interno del terreno;
2. Coesione del terreno;
3. Peso dell'unità di volume del terreno;
4. Angolo di attrito tra il terreno ed il materiale che costituisce l'opera.

4. CALCOLO DELLE SPINTE

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

Metodo di Coulomb

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera

all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad $1/3$ di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con k_a il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_a = \frac{\sin^2(\phi + \beta)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < (\beta - \phi - \varepsilon) \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ = Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

Metodo di Caquot

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{\text{Coulomb}}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- K_a Coulomb è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- ρ è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left([1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda] \cdot [1 - 0.3 \cdot \lambda^3] \right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{|\cot(\delta)| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \operatorname{cosec}(\varphi)} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)} \right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- β è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all'orizzontale;
- φ è l'angolo di attrito interno del terreno spingente;
- δ è l'angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;

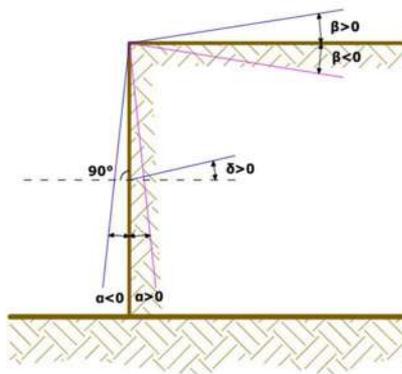


Figura 2: Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot

5. CARICHI

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad $H/2$ (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

k_a = Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale x_1 ed ascissa finale x_2 genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità z come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2;$$

$$A = \sin(2\theta_1) - \sin(2\theta_2)$$

$$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$$

$$\theta_1 = \arctg(z/x_1)$$

$$\theta_2 = \arctg(z/x_2)$$

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T= Intensità del carico [F/L²]

$$D = 4 \cdot \log[\sin\theta_1/\sin\theta_2]$$

$$E = \sin^2\theta_1 - \sin^2\theta_2$$

Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità z, possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V= Intensità del carico espressa in [F/L];

X= Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato ε e viene ruotato il sistema di riferimento xz in XZ, attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante H_w dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

Avendo indicato con H l'altezza totale di spinta e con γ_w il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovrappinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12} \gamma_w \cdot H_w^2 \cdot C$$

applicata a $2/3$ dell'altezza della falda H_w [Matsuo O'Hara (1960) Geotecnica, R. Lancellotta]

Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. E' stata calcolata l'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \cdot \sqrt{k_a}} - \left\{ \frac{\left[\frac{Q \cdot \sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

Q = Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.

γ_t = Peso unità di volume del terreno

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

C = Coesione del materiale

k_a = Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la Z_c , calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo H l'altezza totale di spinta.

6. SISMA

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

H = altezza di scavo

k_v = coefficiente sismico verticale

γ = peso per unità di volume del terreno

K = coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)

E_{ws} = spinta idrostatica dell'acqua

E_{wd} = spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo β della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

7. RESISTENZA PASSIVA

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta (che per le paratie deve essere valutata attentamente) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta, γ_t il peso dell'unità di volume di terreno e con k_p il coefficiente di pressione passiva (in condizioni di stato limite passivo). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < \beta - \phi - \varepsilon \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

con valori limite pari a: $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$ (Muller-Breslau).

Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

<i>Coefficient of passive earth pressure K_p for $\delta = -\varphi$</i>											
α [°]	φ [°]	K_p when β°									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							
	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		
	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38,90	49,10	60,70	69,10
	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,2	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							.
	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					
	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	

	45	21,2	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,2	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		
	40	17,5	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	78,40	79,10	88,70	
	45	33,5	44,10	57,40	74,10	94,70	120,00	153,00	174,00	240,00	275,00
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90			
	35	13,8	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60		
	40	25,5	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,00	113,00	127,00	
	45	52,9	69,40	90,90	116,00	148,00	188,00	239,00	303,00	375,00	431,00
	10	1,78	1,89	2,01							
	15	2,58	2,821	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40				
	30	10,4	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00			
	35	18,7	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50		
	40	37,2	46,90	58,60	72,50	89,30	111,00	158,00	164,00	185,00	
	45	84,0	110,00	143,00	184,00	234,00	297,00	378,00	478,00	592,00	680,00

8. CARICO UNIFORME SUL TERRAPIENO

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito S_q vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a $H/2$ (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula k_p è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

9. COESIONE

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$P_c = 2c \cdot \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

10. METODO DELL'EQUILIBRIO LIMITE (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

11. PARATIA A SBALZO: CALCOLO DELLA PROFONDITÀ D'INFISSIONE LIMITE

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale della spinta attiva;

B_m = braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove } a = 0.2 \quad (\text{Metodo di Blum})$$

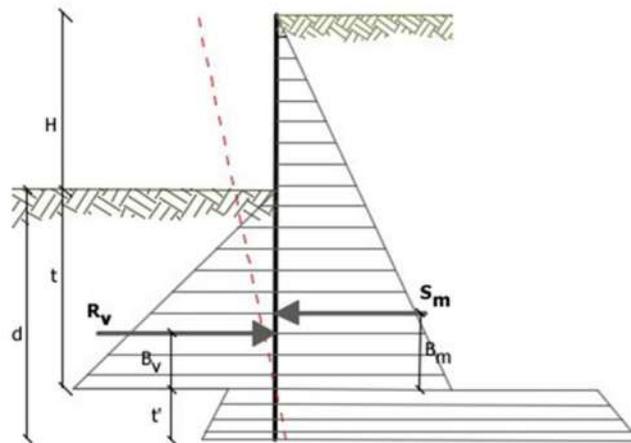


Figura 3: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

12. COEFFICIENTE DI SICUREZZA SULLA RESISTENZA PASSIVA

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F . È possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effettua come segue:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

13. PARATIA TIRANTATA AD ESTREMO LIBERO: CALCOLO DELLA PROFONDITÀ D'INFISSIONE LIMITE

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere

sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale spinta attiva;

H= altezza terreno da sostenere;

t= profondità di infissione calcolata;

B_m = braccio di S_m rispetto alla base della paratia;

P_m = ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v .

Noto t, si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

14. COEFFICIENTE DI SICUREZZA F SULLE RESISTENZE PASSIVE

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

15. PARATIA TIRANTATA AD ESTREMO FISSO: CALCOLO DELLA PROFONDITÀ D'INFISSIONE LIMITE

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione ($t+t'$), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in ($t+t'$) che può essere risolta in modo agevole.

16. COEFFICIENTE DI SICUREZZA F SULLE RESISTENZE

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

17. METODO DEGLI ELEMENTI FINITI (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidezza è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:

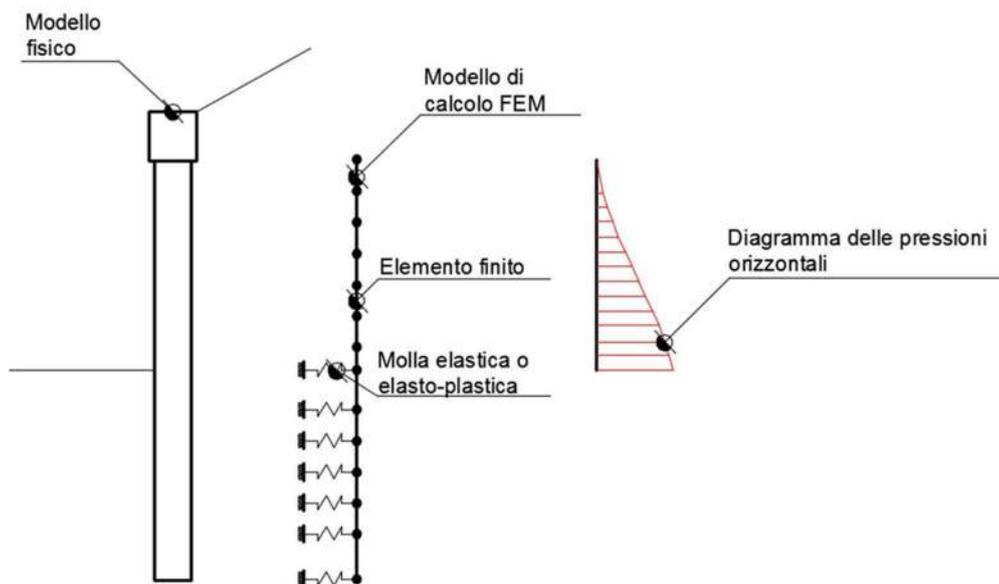


Figura 4: Schematizzazione della paratia ad elementi finiti

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

18. CALCOLO DEL MODULO DI RIGIDEZZA K_s DEL TERRENO

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza K_s applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza K_s è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$k_s = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

A_s = costante, calcolata come segue $A_s = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot G \cdot B \cdot N_g)$

B_s = coefficiente funzione della profondità $B_s = C \cdot G \cdot N_q$

Z = Profondità in esame

C = 40 nel sistema internazionale SI

n = $\pi \cdot \tan \varphi$

N_q = $\exp[n \cdot (\tan^2(45^\circ + \varphi/2))]$

N_c = $(N_q - 1) \cdot \cot \varphi$

N_g = $1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$

19. TIRANTI

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L . Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo β vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

20. SIFONAMENTO

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di

infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza $F_{sif} = 3.5-4$ Indicando con:

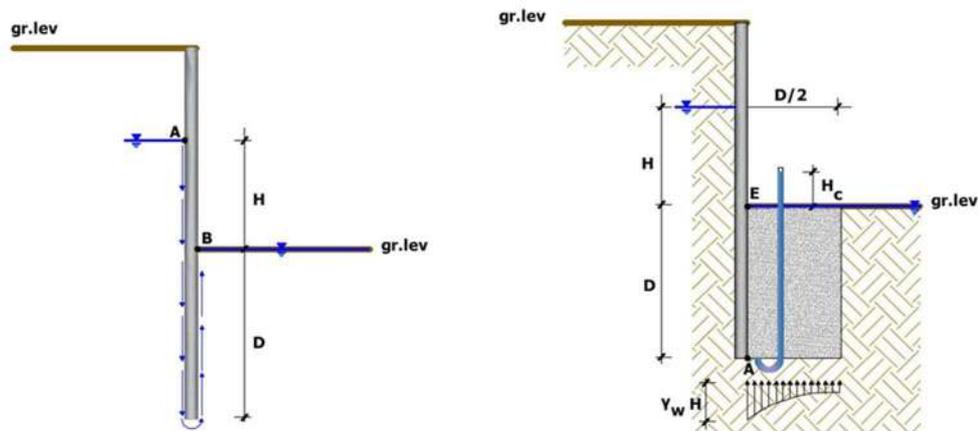
i_c = Gradiente Idraulico critico;

i_e = Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra i_c ed i_e , se $i_e < i_c$ la paratie è stabile.

21. VERIFICA DI SOLLEVAMENTO DEL FONDO SCAVO

Nel caso di un diaframma infisso nel terreno, la presenza della falda in posizioni tali da innescare un moto di filtrazione comporta l'instaurarsi di una forza di filtrazione che, se diretta verso l'alto, può annullare il peso del terreno il quale, in assenza di coesione, può essere trascinato dal flusso dell'acqua e compromettere la stabilità dell'opera. Il fenomeno della stabilità del fondo scavo, analogo a quello del sifonamento, è stato affrontato per la prima volta da Terzaghi (1943). A differenza del sifonamento, che è un fenomeno localizzato nel punto di sbocco della prima linea di flusso, quello del sollevamento del fondo scavo si estende per una profondità pari a quella d'infissione della paratia per una larghezza pari a metà di tale infissione.



Per semplificare il problema della determinazione dell'effettivo andamento della pressione interstiziale nel punto A, si assume che il valore della sovrappressione al piede del diaframma sia costante sulla lunghezza $D/2$ e pari a $\gamma_w H_c$. Per determinare H_c si ricorre all'espressione del gradiente di efflusso i_E :

$$i_E = \frac{H_c}{D} = \frac{H}{H + 2D}$$

Da cui si ottiene:

$$H_c = \frac{H \cdot D}{H + 2D}$$

La forza di filtrazione S_w che tende a sollevare il blocco di terreno coinvolto è pari a:

$$S_w = H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}$$

Le condizioni limite di stabilità vengono raggiunte quando S_w uguaglia il peso efficace del blocco, pertanto il fattore di sicurezza a sollevamento del fondo scavo si definisce come il rapporto tra il peso efficace del blocco e la forza di filtrazione:

$$F_s = \frac{W'}{S_w} = \frac{\gamma' \cdot \frac{D}{2}}{H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}} = \frac{\gamma' \cdot D}{H_c \cdot \gamma_w}$$

22. VERIFICA DELLE SEZIONI E CALCOLO DELLE ARMATURE

Il calcolo delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio della paratia soggetta alle sollecitazioni N, M e T, si effettuano sulla sezione maggiormente sollecitata. Le sollecitazioni di calcolo sono ottenute come prodotto tra le sollecitazioni ottenute con un calcolo a metro lineare e l'interasse tra i pali (o larghezza dei setti se la paratia è costituita da setto):

$$N_d = N \cdot i; M_d = M \cdot i; T_d = T \cdot i$$

Dove M' , M , T rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).

Toppa Infuocata, Fragneto Monforte (BN)

GEOMETRIA SEZIONE

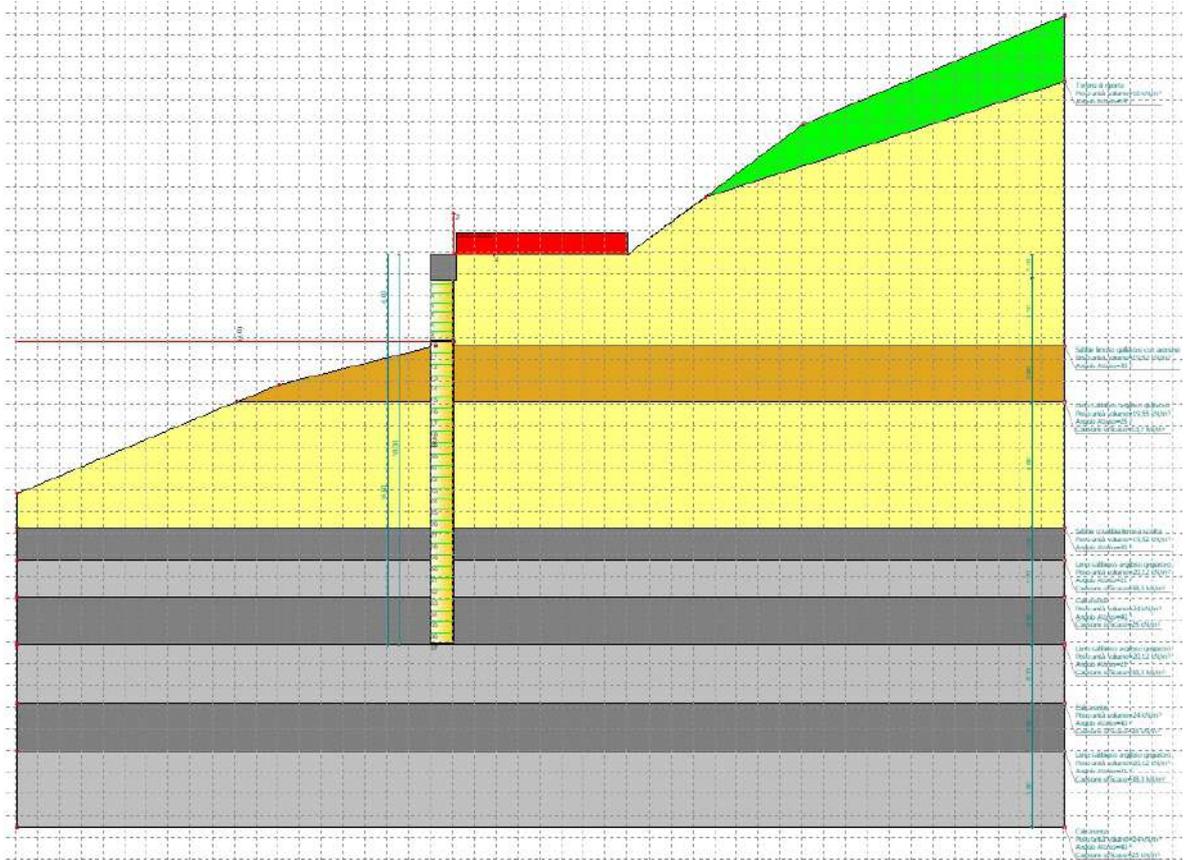
Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C28/35
Acciaio	B450C
Nome	CIRC 1.0/I=1.3
Diametro	1,00 m
Disposizione	Singola fila
Interasse I_y	1,30 m

23. DATI GENERALI FEM

Massimo spostamento lineare terreno	1,5 cm
Fattore tolleranza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Non lineare
Massimo numero di iterazioni	20
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	18 m
Incremento profondità infissione	0 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

24. STRATIGRAFIA TERRENO

Nr.	Peso specifico [kN/m ³]	Peso specifico saturo [kN/m ³]	Coesione [kN/m ²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m ²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	16,0	16,5	0,0	15,0	1,0	1470,0	10,0	10,0	1,1	15,0	Tereno di riporto
2	19,52	19,91	0,0	30,0	1,0	11310,0	18,67	18,67	3,1	0,0	Sabbie limose giallastre con arenarie
3	19,55	20,34	13,7	25,0	1,0	9142,0	18,67	18,67	2,6	0,0	Limo sabbioso argilloso giallastre
4	19,52	19,91	0,0	30,0	1,0	11310,0	18,67	18,67	5,8	0,0	Sabbia o sabbia limosa sciolta
5	20,12	21,39	38,3	21,0	1,0	11529,0	18,67	18,67	1,5	0,0	Limo sabbioso argilloso grigiastro
6	24,0	24,0	25,0	40,0	1,0	0,0	30,0	30,0	1,7	0,0	Calcarenite
7	20,12	21,39	38,3	21,0	1,0	11529,0	18,67	18,67	2,2	0,0	Limo sabbioso argilloso grigiastro
8	24,0	24,0	25,0	40,0	1,0	0,0	30,0	30,0	2,7	0,0	Calcarenite
9	20,12	21,39	38,3	21,0	1,0	11529,0	18,67	18,67	2,2	0,0	Limo sabbioso argilloso grigiastro
10	24,0	24,0	25,0	40,0	1,0	0,0	30,0	30,0	3,5	0,0	Calcarenite



25. CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI

Dati generali

Descrizione zona

Latitudine

41,2354 [°]

Longitudine

14,7248 [°]

Dati opera

Tipo opera

Opere ordinarie

Classe d'uso

IV

Vita nominale

100 [anni]

Vita di riferimento

200 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo

C

Categoria topografica

T4

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec ²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	120	1,29	2,33	0,33
SLD	201	1,70	2,32	0,34
SLV	1898	4,47	2,42	0,42
SLC	2475	4,91	2,46	0,43

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	2,71	0,53	0,11	0,06
SLD	3,47	0,53	0,15	0,07
SLV	6,50	0,53	0,27	0,14
SLC	6,87	0,53	0,29	0,15

26. CARICHI

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
Sovraccarico stradale	Strisce	0,1	8	0	0	0	200

27. ANALISI GEOTECNICA

Analisi Paratia Metodo calcolo: FEM

Profondità massima di infissione

18 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo

4 [m]

Tipo:

S.L.U. [STR]

Nome:

A1+M1+R1

Coefficienti sismici:

$K_h = 0,1147$, $K_v = 0,0573$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1,5
6	Sovraccarico stradale	0

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coazione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	18,00 [m]
Pressione massima terreno	24,19 [kPa]
Momento massimo	145,44 [kNm/m]
Taglio massimo	56,16 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,27	7,08	39,25	-0,24	-2,54	0,3897	--
0,53	8,99	43,20	-0,93	-5,00	0,3718	--
0,80	10,91	48,15	-2,30	-7,86	0,3539	--
1,07	12,82	52,10	-4,42	-11,12	0,3361	--
1,33	13,74	57,05	-7,41	-15,10	0,3183	--
1,60	14,52	62,00	-11,43	-18,84	0,3005	--
1,87	15,30	67,95	-16,45	-22,96	0,2828	--
2,13	16,08	72,90	-22,57	-27,20	0,2651	--
2,40	16,85	77,85	-29,83	-31,80	0,2476	--
2,67	17,63	82,80	-38,29	-36,47	0,2303	--
2,93	18,68	87,75	-47,99	-41,53	0,2132	--
3,20	19,32	93,70	-59,07	-46,52	0,1964	--
3,47	19,96	98,65	-71,47	-51,88	0,1800	--
3,73	20,60	103,60	-85,31	-56,16	0,1639	--
4,00	21,23	108,55	-100,29	-42,60	0,1484	33751,42
4,86	--	122,25	-136,80	-10,08	0,1027	37225,23
5,71	-24,19	134,94	-145,44	10,65	0,0650	37225,23
6,57	-13,34	147,64	-136,32	21,99	0,0358	37225,23
7,43	-5,00	160,33	-117,47	26,31	0,0148	33751,42

8,29	-0,27	173,03	-94,92	26,54	0,0008	33751,42
9,14	2,52	185,73	-72,16	24,38	-0,0075	33751,42
10,00	3,84	198,42	-51,26	21,10	-0,0114	33751,42
10,86	4,11	211,12	-33,18	17,58	-0,0122	33751,42
11,71	3,69	223,81	-18,12	14,42	-0,0109	33751,42
12,57	2,89	236,51	-5,76	11,82	-0,0086	33751,42
13,43	3,05	249,20	4,38	8,29	-0,0058	52209,25
14,29	9,78	261,90	11,48	0,47	-0,0034	291866,60
15,14	4,33	274,60	11,88	-2,98	-0,0015	291866,60
16,00	0,16	287,29	9,32	-3,17	-0,0003	52209,25
16,86	-0,17	299,99	6,61	-3,03	0,0003	52209,25
17,71	-0,28	312,68	4,01	-2,69	0,0005	52209,25
18,57	-1,52	325,38	1,70	-1,48	0,0005	291866,60
19,43	-1,13	338,08	0,43	-0,51	0,0004	291866,60
20,29	-0,63	350,77	-0,01	-0,01	0,0002	291866,60
21,14	-0,02	363,47	-0,02	0,02	0,0000	52209,25

Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo

4 [m]

Tipo:

S.L.U. [GEO]

Nome:

A2+M2+R1

Coefficienti sismici:

$K_h = 0,1147$, $K_v = 0,0573$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1,3
6	Sovraccarico stradale	0

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	18,00 [m]
Pressione massima terreno	28,97 [kPa]
Momento massimo	184,46 [kNm/m]
Taglio massimo	66,79 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,27	8,06	39,25	-0,27	-2,65	0,6179	--
0,53	10,18	43,20	-0,98	-6,01	0,5920	--
0,80	12,29	48,15	-2,64	-8,81	0,5662	--
1,07	14,40	52,10	-5,00	-12,87	0,5404	--
1,33	15,64	57,05	-8,40	-17,06	0,5146	--
1,60	16,75	63,00	-12,93	-21,60	0,4889	--
1,87	17,86	67,95	-18,69	-26,14	0,4632	--
2,13	18,97	73,90	-25,65	-31,30	0,4377	--
2,40	20,08	78,85	-34,00	-36,69	0,4123	--
2,67	21,19	84,80	-43,76	-42,25	0,3871	--
2,93	22,61	89,75	-55,03	-48,40	0,3622	--
3,20	23,55	95,70	-67,93	-54,67	0,3375	--
3,47	24,50	100,65	-82,51	-61,11	0,3133	--
3,73	25,45	106,60	-98,80	-66,79	0,2896	--
4,00	26,39	112,55	-116,60	-57,06	0,2664	16235,77
4,86	--	126,25	-165,51	-22,11	0,1970	21100,77
5,71	-28,97	138,94	-184,46	2,73	0,1373	21100,77
6,57	-18,67	151,64	-182,12	18,42	0,0885	21100,77
7,43	-8,19	164,33	-166,33	25,62	0,0505	16235,77

8,29	-3,64	177,03	-144,38	28,74	0,0224	16235,77
9,14	-0,50	189,73	-119,74	29,17	0,0031	16235,77
10,00	1,48	202,42	-94,74	27,90	-0,0091	16235,77
10,86	2,52	215,12	-70,82	25,74	-0,0155	16235,77
11,71	2,87	227,81	-48,76	23,28	-0,0177	16235,77
12,57	2,74	240,51	-28,81	20,73	-0,0169	16235,77
13,43	4,69	253,20	-11,04	16,18	-0,0143	32763,93
14,29	11,17	265,90	2,83	7,14	-0,0111	101032,30
15,14	7,97	278,60	8,95	0,70	-0,0079	101032,30
16,00	1,70	291,29	9,55	-1,02	-0,0052	32763,93
16,86	1,01	303,99	8,68	-1,88	-0,0031	32763,93
17,71	0,48	316,68	7,06	-2,36	-0,0015	32763,93
18,57	0,27	329,38	5,04	-2,58	-0,0003	101032,30
19,43	-0,63	342,08	2,83	-2,04	0,0006	101032,30
20,29	-1,35	354,77	1,07	-0,95	0,0013	101032,30
21,14	-0,65	367,47	0,26	-0,30	0,0020	32763,93

Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo

4 [m]

Tipo:

S.L.U. [GEO]

Nome:

Sisma GEO

Coefficienti sismici:

$K_h = 0,275$, $K_v = 0,1375$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	Sovraccarico stradale	0

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione	18,00 [m]
Pressione massima terreno	41,93 [kPa]
Momento massimo	288,13 [kNm/m]
Taglio massimo	97,89 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,27	21,83	39,25	-0,79	-8,38	0,9418	--
0,53	23,05	43,20	-2,98	-15,14	0,9013	--
0,80	24,26	48,15	-6,97	-21,33	0,8607	--
1,07	25,47	52,10	-12,65	-27,95	0,8202	--
1,33	25,81	57,05	-20,06	-35,41	0,7798	--
1,60	26,02	63,00	-29,39	-41,83	0,7394	--
1,87	26,23	67,95	-40,55	-48,83	0,6993	--
2,13	26,44	73,90	-53,57	-55,93	0,6594	--
2,40	26,65	78,85	-68,42	-63,18	0,6198	--
2,67	26,86	84,80	-85,32	-70,03	0,5806	--
2,93	28,25	89,75	-103,95	-77,57	0,5419	--
3,20	27,79	95,70	-124,64	-85,20	0,5038	--
3,47	27,32	100,65	-147,36	-92,34	0,4665	--
3,73	26,86	106,60	-171,95	-97,89	0,4300	--
4,00	26,39	112,55	-198,04	-78,18	0,3945	16235,77
4,86	--	126,25	-265,05	-26,93	0,2889	21100,77
5,71	-41,93	138,94	-288,13	9,02	0,1987	21100,77
6,57	-26,51	151,64	-280,41	31,30	0,1256	21100,77
7,43	-11,24	164,33	-253,58	41,18	0,0693	16235,77

8,29	-4,56	177,03	-218,28	45,09	0,0281	16235,77
9,14	0,00	189,73	-179,63	45,09	0,0000	16235,77
10,00	2,80	202,42	-140,98	42,68	-0,0173	16235,77
10,86	4,22	215,12	-104,40	39,06	-0,0260	16235,77
11,71	4,62	227,81	-70,91	35,11	-0,0284	16235,77
12,57	4,31	240,51	-40,82	31,10	-0,0266	16235,77
13,43	7,27	253,20	-14,17	24,05	-0,0222	32763,93
14,29	17,07	265,90	6,44	10,24	-0,0169	101032,30
15,14	12,00	278,60	15,22	0,53	-0,0119	101032,30
16,00	2,52	291,29	15,67	-2,00	-0,0077	32763,93
16,86	1,45	303,99	13,96	-3,24	-0,0044	32763,93
17,71	0,65	316,68	11,18	-3,90	-0,0020	32763,93
18,57	0,23	329,38	7,83	-4,09	-0,0002	101032,30
19,43	-1,08	342,08	4,33	-3,16	0,0011	101032,30
20,29	-2,12	354,77	1,63	-1,44	0,0021	101032,30
21,14	-0,99	367,47	0,39	-0,45	0,0030	32763,93

Fase: 1 - Combinazione: 4

Altezza scavo

4 [m]

Tipo:

S.L.U. [STR]

Nome:

Sisma STR

Coefficienti sismici:

$K_h = 0,275$, $K_v = 0,1375$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	Sovraccarico stradale	0

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione	18,00 [m]
Pressione massima terreno	37,19 [kPa]
Momento massimo	241,70 [kNm/m]
Taglio massimo	87,81 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,27	19,73	39,25	-0,57	-8,12	0,6380	--
0,53	21,00	43,20	-2,77	-13,43	0,6079	--
0,80	22,26	48,15	-6,33	-19,32	0,5778	--
1,07	23,53	52,10	-11,46	-25,65	0,5477	--
1,33	23,80	57,05	-18,29	-31,81	0,5177	--
1,60	23,93	62,00	-26,80	-38,14	0,4878	--
1,87	24,06	67,95	-36,98	-44,84	0,4580	--
2,13	24,19	72,90	-48,91	-51,09	0,4285	--
2,40	24,32	77,85	-62,53	-57,65	0,3993	--
2,67	24,64	82,80	-77,88	-64,33	0,3704	--
2,93	25,55	87,75	-95,06	-70,84	0,3420	--
3,20	24,61	93,70	-113,93	-77,61	0,3141	--
3,47	23,49	98,65	-134,59	-83,95	0,2869	--
3,73	22,36	103,60	-156,94	-87,81	0,2605	--
4,00	21,23	108,55	-180,36	-61,21	0,2350	33751,42
4,86	--	122,25	-232,83	-10,35	0,1607	37225,23
5,71	-37,19	134,94	-241,70	21,53	0,0999	37225,23
6,57	-19,88	147,64	-223,24	38,44	0,0534	37225,23
7,43	-6,83	160,33	-190,29	44,34	0,0202	33751,42

8,29	0,52	173,03	-152,29	43,89	-0,0015	33751,42
9,14	4,77	185,73	-114,67	39,80	-0,0141	33751,42
10,00	6,68	198,42	-80,55	34,08	-0,0198	33751,42
10,86	6,93	211,12	-51,34	28,13	-0,0205	33751,42
11,71	6,13	223,81	-27,22	22,88	-0,0181	33751,42
12,57	4,75	236,51	-7,61	18,63	-0,0141	33751,42
13,43	4,96	249,20	8,36	12,88	-0,0095	52209,25
14,29	15,69	261,90	19,40	0,35	-0,0054	291866,60
15,14	6,76	274,60	19,70	-5,05	-0,0023	291866,60
16,00	0,21	287,29	15,37	-5,29	-0,0004	52209,25
16,86	-0,31	299,99	10,83	-5,03	0,0006	52209,25
17,71	-0,49	312,68	6,53	-4,45	0,0009	52209,25
18,57	-2,56	325,38	2,71	-2,40	0,0009	291866,60
19,43	-1,86	338,08	0,66	-0,80	0,0006	291866,60
20,29	-1,01	350,77	-0,03	0,00	0,0003	291866,60
21,14	-0,03	363,47	-0,03	0,03	0,0000	52209,25

Fase: 1 - Combinazione: 5

Altezza scavo

4 [m]

Tipo:

S.L.U. [GEO]

Nome:

Esercizio

Coefficienti sismici:

$K_h = 0,1147$, $K_v = 0,0573$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	Sovraccarico stradale	0

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Totale	1,3
4	Laterale trazione	1,25
5	Orizzontale	1,3

Profondità di infissione	18,00 [m]
Pressione massima terreno	24,19 [kPa]
Momento massimo	145,44 [kNm/m]
Taglio massimo	56,16 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,27	7,08	39,25	-0,24	-2,54	0,3897	--
0,53	8,99	43,20	-0,93	-5,00	0,3718	--
0,80	10,91	48,15	-2,30	-7,86	0,3539	--
1,07	12,82	52,10	-4,42	-11,12	0,3361	--
1,33	13,74	57,05	-7,41	-15,10	0,3183	--
1,60	14,52	62,00	-11,43	-18,84	0,3005	--
1,87	15,30	67,95	-16,45	-22,96	0,2828	--
2,13	16,08	72,90	-22,57	-27,20	0,2651	--
2,40	16,85	77,85	-29,83	-31,80	0,2476	--
2,67	17,63	82,80	-38,29	-36,47	0,2303	--
2,93	18,68	87,75	-47,99	-41,53	0,2132	--
3,20	19,32	93,70	-59,07	-46,52	0,1964	--
3,47	19,96	98,65	-71,47	-51,88	0,1800	--
3,73	20,60	103,60	-85,31	-56,16	0,1639	--
4,00	21,23	108,55	-100,29	-42,60	0,1484	33751,42
4,86	--	122,25	-136,80	-10,08	0,1027	37225,23
5,71	-24,19	134,94	-145,44	10,65	0,0650	37225,23
6,57	-13,34	147,64	-136,32	21,99	0,0358	37225,23
7,43	-5,00	160,33	-117,47	26,31	0,0148	33751,42

8,29	-0,27	173,03	-94,92	26,54	0,0008	33751,42
9,14	2,52	185,73	-72,16	24,38	-0,0075	33751,42
10,00	3,84	198,42	-51,26	21,10	-0,0114	33751,42
10,86	4,11	211,12	-33,18	17,58	-0,0122	33751,42
11,71	3,69	223,81	-18,12	14,42	-0,0109	33751,42
12,57	2,89	236,51	-5,76	11,82	-0,0086	33751,42
13,43	3,05	249,20	4,38	8,29	-0,0058	52209,25
14,29	9,78	261,90	11,48	0,47	-0,0034	291866,60
15,14	4,33	274,60	11,88	-2,98	-0,0015	291866,60
16,00	0,16	287,29	9,32	-3,17	-0,0003	52209,25
16,86	-0,17	299,99	6,61	-3,03	0,0003	52209,25
17,71	-0,28	312,68	4,01	-2,69	0,0005	52209,25
18,57	-1,52	325,38	1,70	-1,48	0,0005	291866,60
19,43	-1,13	338,08	0,43	-0,51	0,0004	291866,60
20,29	-0,63	350,77	-0,01	-0,01	0,0002	291866,60
21,14	-0,02	363,47	-0,02	0,02	0,0000	52209,25

Carico limite verticale

Fase 1 Combinazione 1

Fattore Nc	12,207
Fattore Nq	5,686
Carico limite punta	1393,778 kN
Carico limite laterale	5768,221 kN
Carico limite totale	7162,000 kN
Forza verticale agente	472,507 kN
Fattore sicurezza	15,157

Fase 1 Combinazione 2

Fattore Nc	12,207
Fattore Nq	5,686
Carico limite punta	1393,778 kN
Carico limite laterale	5768,221 kN
Carico limite totale	7162,000 kN
Forza verticale agente	477,708 kN
Fattore sicurezza	14,992

Fase 1 Combinazione 3

Fattore Nc	12,207
Fattore Nq	5,686
Carico limite punta	1032,428 kN
Carico limite laterale	5015,845 kN
Carico limite totale	6048,273 kN
Forza verticale agente	477,708 kN
Fattore sicurezza	12,661

Fase 1 Combinazione 4

Fattore Nc	12,207
Fattore Nq	5,686
Carico limite punta	1032,428 kN
Carico limite laterale	5015,845 kN
Carico limite totale	6048,273 kN
Forza verticale agente	472,507 kN
Fattore sicurezza	12,800

Fase 1 Combinazione 5

Fattore Nc	12,207
Fattore Nq	5,686
Carico limite punta	1032,428 kN
Carico limite laterale	5015,845 kN
Carico limite totale	6048,273 kN
Forza verticale agente	472,507 kN
Fattore sicurezza	12,800

28. RISULTATI ANALISI STRUTTURALE

Fase: 1 Risultati analisi strutturale

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,27	CIRC 1.0/I=1.3	51,03	-0,31	-3,307	24Ø20	51,03	-818,79	2635,88	Verificata
0,53	CIRC 1.0/I=1.3	56,16	-1,20	-6,505	24Ø20	56,16	-820,31	681,01	Verificata
0,80	CIRC 1.0/I=1.3	62,60	-2,98	-10,222	24Ø20	62,60	-822,23	275,56	Verificata
1,07	CIRC 1.0/I=1.3	67,73	-5,75	-14,462	24Ø20	67,73	-823,76	143,27	Verificata
1,33	CIRC 1.0/I=1.3	74,17	-9,63	-19,630	24Ø20	74,17	-825,67	85,73	Verificata
1,60	CIRC 1.0/I=1.3	80,60	-14,85	-24,492	24Ø20	80,61	-827,58	55,72	Verificata
1,87	CIRC 1.0/I=1.3	88,34	-21,39	-29,853	24Ø20	88,34	-829,87	38,80	Verificata
2,13	CIRC 1.0/I=1.3	94,77	-29,34	-35,362	24Ø20	94,77	-831,77	28,35	Verificata
2,40	CIRC 1.0/I=1.3	101,21	-38,78	-41,339	24Ø20	101,21	-833,67	21,50	Verificata
2,67	CIRC 1.0/I=1.3	107,64	-49,78	-47,417	24Ø20	107,64	-835,57	16,78	Verificata
2,93	CIRC 1.0/I=1.3	114,08	-62,39	-53,989	24Ø20	114,07	-837,47	13,42	Verificata
3,20	CIRC 1.0/I=1.3	121,81	-76,79	-60,471	24Ø20	121,81	-839,76	10,94	Verificata
3,47	CIRC 1.0/I=1.3	128,25	-92,92	-67,441	24Ø20	128,25	-841,66	9,06	Verificata
3,73	CIRC 1.0/I=1.3	134,68	-110,90	-73,004	24Ø20	134,68	-843,56	7,61	Verificata
4,00	CIRC 1.0/I=1.3	141,12	-130,37	-55,376	24Ø20	141,12	-845,46	6,48	Verificata
4,86	CIRC 1.0/I=1.3	158,92	-177,84	-13,110	24Ø20	158,92	-850,68	4,78	Verificata
5,71	CIRC 1.0/I=1.3	175,43	-189,07	13,841	24Ø20	175,43	-855,52	4,52	Verificata
6,57	CIRC 1.0/I=1.3	191,93	-177,21	28,588	24Ø20	191,93	-860,36	4,86	Verificata
7,43	CIRC 1.0/I=1.3	208,43	-152,71	34,201	24Ø20	208,44	-865,19	5,67	Verificata
8,29	CIRC 1.0/I=1.3	224,94	-123,39	34,506	24Ø20	224,94	-869,99	7,05	Verificata
9,14	CIRC 1.0/I=1.3	241,44	-93,81	31,700	24Ø20	241,45	-874,80	9,32	Verificata
10,00	CIRC 1.0/I=1.3	257,95	-66,64	27,424	24Ø20	257,96	-879,61	13,20	Verificata
10,86	CIRC	274,45	-43,14	22,850	24Ø20	274,46	-884,39	20,50	Verificata

	1.0/I=1.3								
11,71	CIRC 1.0/I=1.3	290,96	-23,55	18,741	24Ø20	290,95	-889,16	37,75	Verificata
12,57	CIRC 1.0/I=1.3	307,46	-7,49	15,371	24Ø20	307,46	-893,93	119,39	Verificata
13,43	CIRC 1.0/I=1.3	323,97	5,69	10,771	24Ø20	323,96	898,70	158,01	Verificata
14,29	CIRC 1.0/I=1.3	340,47	14,92	0,616	24Ø20	340,47	903,45	60,55	Verificata
15,14	CIRC 1.0/I=1.3	356,98	15,45	-3,880	24Ø20	356,98	908,19	58,79	Verificata
16,00	CIRC 1.0/I=1.3	373,48	12,12	-4,123	24Ø20	373,48	912,92	75,31	Verificata
16,86	CIRC 1.0/I=1.3	389,98	8,59	-3,937	24Ø20	389,98	917,65	106,86	Verificata
17,71	CIRC 1.0/I=1.3	406,49	5,21	-3,501	24Ø20	406,49	922,37	176,93	Verificata
18,57	CIRC 1.0/I=1.3	422,99	2,21	-1,924	24Ø20	422,98	927,06	419,05	Verificata
19,43	CIRC 1.0/I=1.3	439,50	0,56	-0,669	24Ø20	439,50	931,76	1653,48	Verificata
20,29	CIRC 1.0/I=1.3	456,00	-0,01	-0,012	24Ø20	456,00	-936,45	9364,51	Verificata
21,14	CIRC 1.0/I=1.3	472,51	-0,02	0,023	24Ø20	472,50	-941,13	47495,87	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punti [°]
0,27	8,82E-04	-1,96E-03	-20,49	15,9Ø10	Calcestruzzo=1759,68 Staffe=697,77	0,00	Verificata	21,80
0,53	8,83E-04	-1,96E-03	-20,45	15,9Ø10	Calcestruzzo=1759,97 Staffe=697,61	0,01	Verificata	21,80
0,80	8,86E-04	-1,96E-03	-20,39	15,9Ø10	Calcestruzzo=1760,33 Staffe=697,40	0,01	Verificata	21,80
1,07	8,88E-04	-1,96E-03	-20,35	15,9Ø10	Calcestruzzo=1760,61 Staffe=697,24	0,02	Verificata	21,80
1,33	8,90E-04	-1,96E-03	-20,29	15,9Ø10	Calcestruzzo=1760,97 Staffe=697,04	0,03	Verificata	21,80
1,60	8,92E-04	-1,96E-03	-20,24	15,9Ø10	Calcestruzzo=1761,33 Staffe=696,84	0,04	Verificata	21,80
1,87	8,95E-04	-1,96E-03	-20,18	15,9Ø10	Calcestruzzo=1761,77 Staffe=696,60	0,04	Verificata	21,80
2,13	8,98E-04	-1,96E-03	-20,12	15,9Ø10	Calcestruzzo=1762,14 Staffe=696,41	0,05	Verificata	21,80
2,40	9,00E-04	-1,96E-03	-20,07	15,9Ø10	Calcestruzzo=1762,50 Staffe=696,21	0,06	Verificata	21,80
2,67	9,02E-04	-1,96E-03	-20,02	15,9Ø10	Calcestruzzo=1762,87 Staffe=696,01	0,07	Verificata	21,80
2,93	9,05E-04	-1,96E-03	-19,97	15,9Ø10	Calcestruzzo=1763,23 Staffe=695,81	0,08	Verificata	21,80
3,20	9,07E-04	-1,96E-03	-19,90	15,9Ø10	Calcestruzzo=1763,67 Staffe=695,58	0,09	Verificata	21,80
3,47	9,10E-04	-1,96E-03	-19,85	15,9Ø10	Calcestruzzo=1764,04 Staffe=695,38	0,10	Verificata	21,80
3,73	9,12E-04	-1,96E-03	-19,80	15,9Ø10	Calcestruzzo=1764,40 Staffe=695,19	0,11	Verificata	21,80
4,00	9,14E-04	-1,96E-03	-19,74	15,9Ø10	Calcestruzzo=1764,77 Staffe=694,99	0,08	Verificata	21,80
4,86	9,21E-04	-1,96E-03	-19,60	15,9Ø10	Calcestruzzo=1765,81 Staffe=694,46	0,02	Verificata	21,80
5,71	9,27E-04	-1,96E-03	-19,47	15,9Ø10	Calcestruzzo=1766,77 Staffe=693,96	0,02	Verificata	21,80
6,57	9,32E-04	-1,96E-03	-19,34	15,9Ø10	Calcestruzzo=1767,73 Staffe=693,47	0,04	Verificata	21,80
7,43	9,38E-04	-1,96E-03	-19,21	15,9Ø10	Calcestruzzo=1768,69 Staffe=692,98	0,05	Verificata	21,80
8,29	9,44E-04	-1,96E-03	-19,08	15,9Ø10	Calcestruzzo=1769,67 Staffe=692,50	0,05	Verificata	21,80
9,14	9,50E-04	-1,96E-03	-18,95	15,9Ø10	Calcestruzzo=1770,65 Staffe=692,02	0,05	Verificata	21,80
10,00	9,56E-04	-1,96E-03	-18,82	15,9Ø10	Calcestruzzo=1771,63 Staffe=691,54	0,04	Verificata	21,80
10,86	9,62E-04	-1,96E-03	-18,69	15,9Ø10	Calcestruzzo=1772,62 Staffe=691,07	0,03	Verificata	21,80
11,71	9,68E-04	-1,96E-03	-18,56	15,9Ø10	Calcestruzzo=1773,62 Staffe=690,60	0,03	Verificata	21,80
12,57	9,73E-04	-1,96E-03	-18,44	15,9Ø10	Calcestruzzo=1774,61 Staffe=690,13	0,02	Verificata	21,80
13,43	9,79E-04	-1,96E-03	18,31	15,9Ø10	Calcestruzzo=1793,41 Staffe=685,86	0,02	Verificata	21,80

Risanamento frana sulla S.P. 97, denominata "Vitulanesse II tronco"
 nel comune di Fragneto Monforte, alla località tozza infuocata

FASCICOLO DEI CALCOLI

14,29	9,85E-04	-1,96E-03	18,19	15,9010	Calcestruzzo=1794,41 Staffe=685,40	0,00	Verificata	21,80
15,14	9,91E-04	-1,96E-03	18,06	15,9010	Calcestruzzo=1795,42 Staffe=684,94	0,01	Verificata	21,80
16,00	9,96E-04	-1,96E-03	17,94	15,9010	Calcestruzzo=1796,44 Staffe=684,49	0,01	Verificata	21,80
16,86	1,00E-03	-1,96E-03	17,82	15,9010	Calcestruzzo=1797,44 Staffe=684,03	0,01	Verificata	21,80
17,71	1,01E-03	-1,96E-03	17,70	15,9010	Calcestruzzo=1798,46 Staffe=683,58	0,01	Verificata	21,80
18,57	1,01E-03	-1,96E-03	17,58	15,9010	Calcestruzzo=1799,49 Staffe=683,14	0,00	Verificata	21,80
19,43	1,02E-03	-1,96E-03	17,46	15,9010	Calcestruzzo=1800,52 Staffe=682,70	0,00	Verificata	21,80
20,29	1,03E-03	-1,96E-03	-17,34	15,9010	Calcestruzzo=1801,54 Staffe=682,25	0,00	Verificata	21,80
21,14	1,03E-03	-1,96E-03	-17,22	15,9010	Calcestruzzo=1802,57 Staffe=681,81	0,00	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 4

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0,27	CIRC 1.0/I=1.3	51,03	-0,75	-10,556	24Ø20	51,03	-818,79	1098,07	Verificata
0,53	CIRC 1.0/I=1.3	56,16	-3,60	-17,462	24Ø20	56,16	-820,31	227,68	Verificata
0,80	CIRC 1.0/I=1.3	62,60	-8,23	-25,117	24Ø20	62,60	-822,23	99,92	Verificata
1,07	CIRC 1.0/I=1.3	67,73	-14,89	-33,339	24Ø20	67,73	-823,76	55,31	Verificata
1,33	CIRC 1.0/I=1.3	74,17	-23,78	-41,353	24Ø20	74,17	-825,67	34,73	Verificata
1,60	CIRC 1.0/I=1.3	80,60	-34,85	-49,586	24Ø20	80,61	-827,58	23,75	Verificata
1,87	CIRC 1.0/I=1.3	88,34	-48,07	-58,286	24Ø20	88,34	-829,87	17,26	Verificata
2,13	CIRC 1.0/I=1.3	94,77	-63,58	-66,414	24Ø20	94,77	-831,77	13,08	Verificata
2,40	CIRC 1.0/I=1.3	101,21	-81,29	-74,949	24Ø20	101,21	-833,67	10,26	Verificata
2,67	CIRC 1.0/I=1.3	107,64	-101,24	-83,632	24Ø20	107,64	-835,57	8,25	Verificata
2,93	CIRC 1.0/I=1.3	114,08	-123,57	-92,089	24Ø20	114,07	-837,47	6,78	Verificata
3,20	CIRC 1.0/I=1.3	121,81	-148,11	-100,890	24Ø20	121,81	-839,76	5,67	Verificata
3,47	CIRC 1.0/I=1.3	128,25	-174,96	-109,141	24Ø20	128,25	-841,66	4,81	Verificata
3,73	CIRC 1.0/I=1.3	134,68	-204,02	-114,148	24Ø20	134,68	-843,56	4,13	Verificata
4,00	CIRC 1.0/I=1.3	141,12	-234,47	-79,573	24Ø20	141,12	-845,46	3,61	Verificata
4,86	CIRC 1.0/I=1.3	158,92	-302,68	-13,451	24Ø20	158,92	-850,68	2,81	Verificata
5,71	CIRC 1.0/I=1.3	175,43	-314,21	27,988	24Ø20	175,43	-855,52	2,72	Verificata
6,57	CIRC 1.0/I=1.3	191,93	-290,21	49,971	24Ø20	191,93	-860,36	2,96	Verificata
7,43	CIRC 1.0/I=1.3	208,43	-247,38	57,642	24Ø20	208,44	-865,19	3,50	Verificata
8,29	CIRC 1.0/I=1.3	224,94	-197,98	57,061	24Ø20	224,94	-869,99	4,39	Verificata
9,14	CIRC 1.0/I=1.3	241,44	-149,07	51,744	24Ø20	241,45	-874,80	5,87	Verificata
10,00	CIRC 1.0/I=1.3	257,95	-104,71	44,301	24Ø20	257,96	-879,61	8,40	Verificata
10,86	CIRC 1.0/I=1.3	274,45	-66,74	36,575	24Ø20	274,46	-884,39	13,25	Verificata
11,71	CIRC 1.0/I=1.3	290,96	-35,39	29,750	24Ø20	290,95	-889,16	25,12	Verificata
12,57	CIRC 1.0/I=1.3	307,46	-9,89	24,218	24Ø20	307,46	-893,93	90,37	Verificata
13,43	CIRC 1.0/I=1.3	323,97	10,87	16,744	24Ø20	323,96	898,70	82,70	Verificata

Risanamento frana sulla S.P. 97, denominata "Vitulanesi II tronco"
nel comune di Fragneto Monforte, alla località topa infuocata

FASCICOLO DEI CALCOLI

14,29	CIRC 1.0/I=1.3	340,47	25,22	0,457	24Ø20	340,47	903,45	35,83	Verificata
15,14	CIRC 1.0/I=1.3	356,98	25,61	-6,562	24Ø20	356,98	908,19	35,46	Verificata
16,00	CIRC 1.0/I=1.3	373,48	19,98	-6,883	24Ø20	373,48	912,92	45,68	Verificata
16,86	CIRC 1.0/I=1.3	389,98	14,09	-6,535	24Ø20	389,98	917,65	65,15	Verificata
17,71	CIRC 1.0/I=1.3	406,49	8,48	-5,782	24Ø20	406,49	922,37	108,72	Verificata
18,57	CIRC 1.0/I=1.3	422,99	3,53	-3,121	24Ø20	422,98	927,06	262,81	Verificata
19,43	CIRC 1.0/I=1.3	439,50	0,85	-1,044	24Ø20	439,50	931,76	1093,60	Verificata
20,29	CIRC 1.0/I=1.3	456,00	-0,04	0,005	24Ø20	456,00	-936,45	21974,26	Verificata
21,14	CIRC 1.0/I=1.3	472,51	-0,04	0,044	24Ø20	472,50	-941,13	24711,11	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurez za taglio OK<=-1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punti [°]
0,27	8,82E-04	-1,96E-03	-20,49	15,9Ø10	Calcestruzzo=1759,68 Staffe=697,77	0,02	Verificata	21,80
0,53	8,83E-04	-1,96E-03	-20,45	15,9Ø10	Calcestruzzo=1759,97 Staffe=697,61	0,03	Verificata	21,80
0,80	8,86E-04	-1,96E-03	-20,39	15,9Ø10	Calcestruzzo=1760,33 Staffe=697,40	0,04	Verificata	21,80
1,07	8,88E-04	-1,96E-03	-20,35	15,9Ø10	Calcestruzzo=1760,61 Staffe=697,24	0,05	Verificata	21,80
1,33	8,90E-04	-1,96E-03	-20,29	15,9Ø10	Calcestruzzo=1760,97 Staffe=697,04	0,06	Verificata	21,80
1,60	8,92E-04	-1,96E-03	-20,24	15,9Ø10	Calcestruzzo=1761,33 Staffe=696,84	0,07	Verificata	21,80
1,87	8,95E-04	-1,96E-03	-20,18	15,9Ø10	Calcestruzzo=1761,77 Staffe=696,60	0,08	Verificata	21,80
2,13	8,98E-04	-1,96E-03	-20,12	15,9Ø10	Calcestruzzo=1762,14 Staffe=696,41	0,10	Verificata	21,80
2,40	9,00E-04	-1,96E-03	-20,07	15,9Ø10	Calcestruzzo=1762,50 Staffe=696,21	0,11	Verificata	21,80
2,67	9,02E-04	-1,96E-03	-20,02	15,9Ø10	Calcestruzzo=1762,87 Staffe=696,01	0,12	Verificata	21,80
2,93	9,05E-04	-1,96E-03	-19,97	15,9Ø10	Calcestruzzo=1763,23 Staffe=695,81	0,13	Verificata	21,80
3,20	9,07E-04	-1,96E-03	-19,90	15,9Ø10	Calcestruzzo=1763,67 Staffe=695,58	0,15	Verificata	21,80
3,47	9,10E-04	-1,96E-03	-19,85	15,9Ø10	Calcestruzzo=1764,04 Staffe=695,38	0,16	Verificata	21,80
3,73	9,12E-04	-1,96E-03	-19,80	15,9Ø10	Calcestruzzo=1764,40 Staffe=695,19	0,16	Verificata	21,80
4,00	9,14E-04	-1,96E-03	-19,74	15,9Ø10	Calcestruzzo=1764,77 Staffe=694,99	0,11	Verificata	21,80
4,86	9,21E-04	-1,96E-03	-19,60	15,9Ø10	Calcestruzzo=1765,81 Staffe=694,46	0,02	Verificata	21,80
5,71	9,27E-04	-1,96E-03	-19,47	15,9Ø10	Calcestruzzo=1766,77 Staffe=693,96	0,04	Verificata	21,80
6,57	9,32E-04	-1,96E-03	-19,34	15,9Ø10	Calcestruzzo=1767,73 Staffe=693,47	0,07	Verificata	21,80
7,43	9,38E-04	-1,96E-03	-19,21	15,9Ø10	Calcestruzzo=1768,69 Staffe=692,98	0,08	Verificata	21,80
8,29	9,44E-04	-1,96E-03	-19,08	15,9Ø10	Calcestruzzo=1769,67 Staffe=692,50	0,08	Verificata	21,80
9,14	9,50E-04	-1,96E-03	-18,95	15,9Ø10	Calcestruzzo=1770,65 Staffe=692,02	0,07	Verificata	21,80
10,00	9,56E-04	-1,96E-03	-18,82	15,9Ø10	Calcestruzzo=1771,63 Staffe=691,54	0,06	Verificata	21,80
10,86	9,62E-04	-1,96E-03	-18,69	15,9Ø10	Calcestruzzo=1772,62 Staffe=691,07	0,05	Verificata	21,80
11,71	9,68E-04	-1,96E-03	-18,56	15,9Ø10	Calcestruzzo=1773,62 Staffe=690,60	0,04	Verificata	21,80
12,57	9,73E-04	-1,96E-03	-18,44	15,9Ø10	Calcestruzzo=1774,61 Staffe=690,13	0,04	Verificata	21,80
13,43	9,79E-04	-1,96E-03	18,31	15,9Ø10	Calcestruzzo=1793,41	0,02	Verificata	21,80

Risanamento frana sulla S.P. 97, denominata "Vitulanesi II tronco"
 nel comune di Fragneto Monforte, alla località toppa infuocata

FASCICOLO DEI CALCOLI

					Staffe=685,86			
14,29	9,85E-04	-1,96E-03	18,19	15,9010	Calcestruzzo=1794,41 Staffe=685,40	0,00	Verificata	21,80
15,14	9,91E-04	-1,96E-03	18,06	15,9010	Calcestruzzo=1795,42 Staffe=684,94	0,01	Verificata	21,80
16,00	9,96E-04	-1,96E-03	17,94	15,9010	Calcestruzzo=1796,44 Staffe=684,49	0,01	Verificata	21,80
16,86	1,00E-03	-1,96E-03	17,82	15,9010	Calcestruzzo=1797,44 Staffe=684,03	0,01	Verificata	21,80
17,71	1,01E-03	-1,96E-03	17,70	15,9010	Calcestruzzo=1798,46 Staffe=683,58	0,01	Verificata	21,80
18,57	1,01E-03	-1,96E-03	17,58	15,9010	Calcestruzzo=1799,49 Staffe=683,14	0,00	Verificata	21,80
19,43	1,02E-03	-1,96E-03	17,46	15,9010	Calcestruzzo=1800,52 Staffe=682,70	0,00	Verificata	21,80
20,29	1,03E-03	-1,96E-03	-17,34	15,9010	Calcestruzzo=1801,54 Staffe=682,25	0,00	Verificata	21,80
21,14	1,03E-03	-1,96E-03	-17,22	15,9010	Calcestruzzo=1802,57 Staffe=681,81	0,00	Verificata	21,80