

committente

Ente Acque Umbre-Toscane

Via Ristoro d'Arezzo, 96
52100 - Arezzo (AR)



lavoro

**DIGA DI CASANUOVA SUL FIUME CHIASCIO.
INTERVENTO DI RIPRISTINO E RIMESSA IN SICUREZZA DEL TRACCIATO
DENOMINATO "FRANCESSANA" POSTO A SERVIZIO DELL'INVASO.
FASE PROGETTUALE: PROGETTO ESECUTIVO**



oggetto della tavola

RELAZIONE PROGETTO STRUTTURALE PARATIE DI PALI

Relazione illustrativa delle strutture
Relazione di calcolo strutturale
Relazione geotecnica e sulle fondazioni
Relazione sui materiali impiegati
Scheda riassuntiva dei risultati di calcolo

elab

e-RE

tav

02

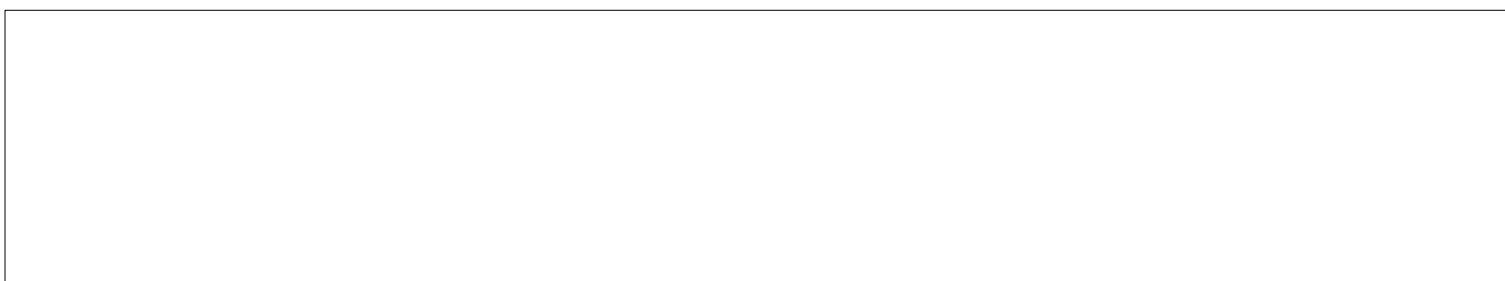
arch 14010

file RE_relazioni_strutturali.doc

n. pr. 02

scala

rev.	data	aggiornamento	redatto	verificato	approvato
0	settembre 2015	emissione			



INDICE

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE	3
1.1. OGGETTO.....	3
1.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	3
1.3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	6
2.1. PREMESSA	6
2.2. ANALISI DEI CARICHI	6
2.2.1. Spinta del terreno	6
2.2.2. Peso proprio.....	6
2.2.3. Accidentale di utilizzo (traffico veicolare).....	6
2.2.4. Urto in svio del veicolo.....	7
2.3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	8
2.3.1. Vita nominale della costruzione.....	8
2.3.2. Classe d'uso	8
2.3.3. Periodo di riferimento per l'azione sismica	8
2.3.4. Ubicazione delle opere	8
2.3.5. Accelerazioni attese su suolo rigido di riferimento	9
2.3.6. Individuazione della categoria di sottosuolo	10
2.3.7. Condizioni topografiche	10
2.3.8. Riepilogo dei parametri utilizzati.....	10
2.4. INTERVENTO FRANA F1 – VOC. "BISCINA"	11
2.4.1. Descrizione delle modalità di progetto e verifica utilizzate	12
2.4.1.1. Analisi della paratia di pali.....	13
2.5. INTERVENTO FRANA F3 – VOC. "FONTAGUZZO"	32
2.5.1. Paratia di pali - Descrizione delle modalità di progetto e verifica utilizzate	32
2.5.1.1. Analisi della paratia di pali.....	33
2.5.2. Palo di ritegno - Descrizione delle modalità di progetto e verifica utilizzate.....	65
2.5.2.1. Analisi del palo di ritegno	66
3. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI	82
3.1. PREMESSA	82
3.2. DESCRIZIONE DEI MODELLI GEOTECNICI ADOTTATI	82
3.2.1. Frana 1 (F1) – Voc. "Biscina".....	83
3.2.2. Frana 3 (F3) – Voc. "Fontaguzzo"	85
3.3. SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO	88
3.3.1. Descrizione delle modalità di progetto e verifica	88
3.3.1.1. Paratie	88
3.3.1.2. Palo di ritegno.....	91
4. RELAZIONE SUI MATERIALI	93
4.1. PREMESSA	93
4.2. CALCESTRUZZO	93
4.2.1. Conglomerato cementizio	94
4.3. ACCIAIO.....	94
4.3.1. Acciaio per le strutture in C.A.	94
5. SCHEDA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI DEL CALCOLO	96

5.1. PREMESSA	96
5.2. INTERVENTO FRANA F1 – VOC. "BISCINA"	96
5.3. INTERVENTO FRANA F3 – VOC. "FONTAGUZZO"	97

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE

1.1. OGGETTO

La presente relazione illustra le opere strutturali e geotecniche, costituite da paratie di pali, previste in fase di progettazione esecutiva riguardanti gli "Interventi di ripristino e messa in sicurezza del tracciato di collegamento denominato "Francescana", posto a servizio dell'invaso di Casanova fiume Chiascio" dei movimenti gravitativi verificatisi nella stagione invernale 2013-2014, all'interno del territorio comunale di Gubbio (PG).

1.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Gli interventi descritti nella presente relazione riguardano il ripristino e la messa in sicurezza di alcuni dei fenomeni franosi individuati nello studio geologico e sismico allegato alla presente, redatto dal Dott. Geol. Clara Renghi:

1. Frana 1 (F1) – Voc. "Biscina";
2. Frana 3 (F3) – Voc. "Fontaguzzo".



I criteri utilizzati per la valutazione delle azioni, per la progettazione, per la modellazione, le verifiche eseguite e quant'altro, sono riportati nei capitoli seguenti.

BISCINA

Le opere previste saranno costituite da una paratia realizzata con pali in C.A. di diametro 60cm e lunghezza 6.00m disposti ad interasse di 0.90m e collegati da un cordolo di ripartizione in testa.

È inoltre previsto il rifacimento della sede stradale della zona interessata dal movimento franoso mediante realizzazione di fondazione stradale di spessore pari a 40cm sovrastata dagli ulteriori strati di conglomerato bituminoso.

Oltre all'intervento strutturale vero e proprio sopra descritto, verranno posti in opera una serie di accorgimenti che garantiscano sia la corretta raccolta e regimazione delle acque superficiali, sia la captazione e convogliamento di quelle al di sotto del piano di campagna al fine di eliminare le cause principali del dissesto ed abbattere l'eventuale sovraspinta idraulica sulla palificata.

Si opererà quindi la risagomatura ed impermeabilizzazione del fosso laterale mediante tappetino bentonitico, la realizzazione di un sistema di trincee drenanti sui terreni immediatamente a monte della sede stradale opportunamente convogliate nel pozzetto a lato strada, e la sostituzione dell'attuale tubazione in CLS prefabbricato di attraversamento dell'incrocio stradale con una nuova in PEAD spiralato a giunti termosaldati in grado di offrire migliori performance di smaltimento delle acque sia in termini di portata massima erogabile che di sicurezza nei confronti delle perdite causa dei fenomeni di dilavamento del rilevato.

FONTAGUZZO

Le opere previste saranno costituite da una paratia di contenimento realizzata lungo il bordo stradale di valle con pali in C.A. di diametro 60cm e lunghezza 9.00m disposti ad interasse di 0.90m, collegati da un cordolo di ripartizione in testa e da una ulteriore serie di pali "di ritegno" di diametro 80cm e lunghezza 7.50m (interasse max \cong 3.00m) con plinto sommitale collegati alla paratia mediante altrettante travi in C.A. di sezione 35x70cm con funzione di tirante.

È inoltre previsto il rifacimento della sede stradale della zona interessata dal movimento franoso mediante realizzazione di fondazione stradale di spessore pari a 40cm sovrastata dagli ulteriori strati di conglomerato bituminoso.

Come per il dissesto sopra descritto, anche in questo caso oltre all'intervento strutturale vero e proprio sopra descritto, verranno posti in opera una serie di accorgimenti che garantiscano sia la corretta raccolta e regimazione delle acque superficiali, sia la captazione e convogliamento di quelle al di sotto del piano di campagna al fine di eliminare le cause principali del dissesto ed abbattere l'eventuale sovraspinta idraulica sulla palificata.

Si opererà quindi la risagomatura ed impermeabilizzazione del fosso laterale mediante tappetino bentonitico, la rimodellazione del terreno immediatamente a monte della sede stradale, la realizzazione di un dreno a lato strada e la sostituzione delle attuali tubazioni in CLS prefabbricato di attraversamento della sede stradale con una nuova in PEAD spiralato a giunti termosaldati in grado di offrire migliori performance di smaltimento delle acque sia in termini di portata massima erogabile che di sicurezza nei confronti delle perdite causa dei fenomeni di dilavamento del rilevato.

1.3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Per tutte le valutazioni strutturali e geotecniche si è fatto riferimento alle norme vigenti nonché, per aspetti specifici, alle principali raccomandazioni e linee guida italiane ed estere.

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85).
- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Ordinanza n. 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".
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003".
- D.M. del 14 gennaio 2008 (G.U. n.29 del 04-02-2008) "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 (G.U. n.47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27) "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce al dimensionamento ed alle verifiche strutturali e geotecniche, costituite da paratie di pali, condotte in fase di progettazione esecutiva riguardanti gli *"Interventi di ripristino e messa in sicurezza del tracciato di collegamento denominato "Francescana", posto a servizio dell'invaso di Casanova fiume Chiascio"* dei movimenti gravitativi verificatisi nella stagione invernale 2013-2014, all'interno del territorio comunale di Gubbio (PG).

2.2. ANALISI DEI CARICHI

Nella redazione del progetto delle varie opere, sono state considerate le tipologie ed i valori dei carichi sotto riportati.

2.2.1. Spinta del terreno

La spinta del terreno è valutata in automatico dal programma di calcolo con le modalità dettagliatamente descritte nel seguito.

2.2.2. Peso proprio

Il peso proprio delle opere di contenimento e dei terreni sono valutati in automatico dal programma di calcolo.

Inoltre in favore di sicurezza, il terreno superficiale a valle della paratia è stato inserito esclusivamente come carico distribuito di entità variabile.

Biscina:

Il peso proprio del terreno a valle della paratia è stato considerato applicando un carico distribuito con andamento triangolare variabile da 0 kN/m² a 45 kN/m².

Fontaguzzo:

Il peso proprio del terreno a valle della paratia è stato considerato applicando un carico distribuito con andamento triangolare variabile da 0 kN/m² a 60 kN/m².

2.2.3. Accidentale di utilizzo (traffico veicolare)

In via del tutto cautelativa, pur non trovandosi a tergo di un ponte, è stato fatto riferimento al punto C5.1.3.3.7.1 "Carichi verticali da traffico su rilevati o su terrapieni adiacenti al ponte" delle NTC2008, che consente di sostituire i carichi tandem con carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su di una superficie rettangolare larga 3.00m e lunga 2.20m ed assumere una diffusione del carico con angolo di 35° (questa capacità di diffusione è stata considerata cautelativamente solamente per un'altezza pari a quella del cordolo).

Biscina:

I carichi verticali da traffico assunti nel calcolo della paratia (altezza del cordolo 0.90m ⇒ lunghezza di diffusione = $0.90 \cdot \text{tg}35^\circ = 0.63\text{m} \cong 0.60\text{m}$):

- *1° corsia:*
carico pari a quello di un carico tandem ($Q_{1k}=300\text{kN}$) distribuito uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni $(2.20\text{m}+2*0.60\text{m}) \times (3.00\text{m}+0.60\text{m})$ incrementato del valore $q_{1k}=9\text{kN/m}^2$ come previsto al punto 5.1.3.3.5
 $q_1=300\text{ kN}/(3.40\text{m} \times 3.60\text{m})+9\text{kN/m}^2=\mathbf{34.00\text{ kN/m}^2}$
- *2° corsia:*
carico pari a quello di un carico tandem ($Q_{2k}=200\text{kN}$) distribuito uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni $(2.20\text{m}+2*0.60\text{m}) \times (3.00\text{m}+2*0.60\text{m})$ incrementato del valore $q_{1k}=2.5\text{ kN/m}^2$ come previsto al punto 5.1.3.3.5
 $q_1=200\text{ kN}/(3.40\text{m} \times 4.20\text{m})+2.5\text{kN/m}^2=\mathbf{16.50\text{ kN/m}^2}$
- *Area rimanente:*
 $q_{rk}=2.5\text{ kN/m}^2$

Fontaguzzo:

I carichi verticali da traffico assunti nel calcolo della paratia (altezza del cordolo 1.40m \Rightarrow lunghezza di diffusione = $1.40*\text{tg}35^\circ = 1.00\text{m}$):

- *1° corsia:*
carico pari a quello di un carico tandem ($Q_{1k}=300\text{kN}$) distribuito uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni $(2.20\text{m}+2*1.00\text{m}) \times (3.00\text{m}+1.00\text{m})$ incrementato del valore $q_{1k}=9\text{ kN/m}^2$ come previsto al punto 5.1.3.3.5
 $q_1=300\text{ kN}/(4.20\text{m} \times 4.00\text{m})+9\text{kN/m}^2=\mathbf{27.00\text{ kN/m}^2}$
- *2° corsia:*
carico pari a quello di un carico tandem ($Q_{2k}=200\text{ kN}$) distribuito uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni $(2.20\text{m}+2*1.00\text{m}) \times (3.00\text{m}+2*1.00\text{m})$ incrementato del valore $q_{1k}=2.5\text{ kN/m}^2$ come previsto al punto 5.1.3.3.5
 $q_1=200\text{ kN}/(4.20\text{m} \times 5.00\text{m})+2.5\text{kN/m}^2=\mathbf{12.00\text{ kN/m}^2}$
- *Area rimanente:*
 $q_{rk}=2.5\text{ kN/m}^2$

2.2.4.Urto in svio del veicolo

Le forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza sono valutate, in base al punto 3.6.3.3.2 delle NTC2008, attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100kN, considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 1.00m sopra il livello del piano di marcia. Alla forza orizzontale d'urto su sicurvia si associa un carico verticale isolato sulla sede stradale, valutato in base al punto 5.1.3.3.3, costituito dal secondo schema di carico, posizionato in adiacenza al sicurvia stesso e disposto nella posizione più gravosa: 200kN su una impronta rettangolare di 0.60m x 0.35m.

Biscina:

- carico orizzontale (forza considerata agente su 3 pali): **33 kN/m**
- coppia : $33\text{ kN/m} \times 1.00\text{m} = \mathbf{33\text{ kNm/m}}$
- carico verticale: è stata considerata una diffusione del carico con angolo di 35° (per un'altezza pari a quella del cordolo= 0.90m).
 $q_8=200\text{ kN}/(0.35+2*0.60\text{m}) = \mathbf{130\text{ kN/m}}$

Fontaguzzo:

- carico orizzontale (forza considerata agente su 3 pali): **33 kN/m**
- coppia : $33\text{ kN/m} \times 1.00\text{m} = \mathbf{33\text{ kNm/m}}$
- carico verticale: è stata considerata una diffusione del carico con angolo di 35° (per un'altezza

pari a quella del cordolo= 1.40m).
 $q_8=200 \text{ kN}/(0.35+2 \times 1.00\text{m}) = \mathbf{85 \text{ kN/m}}$

2.3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Di seguito vengono riportati i parametri di sito e di progetto per l'individuazione delle azioni sismiche agenti sulle varie opere in progetto.

2.3.1. Vita nominale della costruzione

- $V_N \geq 50$ anni \Rightarrow "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" - Tab. 2.4.I, punto 2, D.M. 14-01-2008.

2.3.2. Classe d'uso

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

2.3.3. Periodo di riferimento per l'azione sismica

- $V_R = V_N \times C_U = 50$ anni

$\Rightarrow C_U = 1.0$ per Classe d'uso II - Tab. 2.4.II, D.M. 14-01-2008.

2.3.4. Ubicazione delle opere

Al fine della determinazione dei parametri di sito, è necessaria la conoscenza dell'ubicazione delle opere in progetto.

A tal proposito si riporta uno stralcio dello studio geologico e sismico allegato alla presente:

1.0- Modello geologico			
§ Ubicazione geografica			
L'area è cartografata al F° 123 IV SE della carta d'Italia scala 1:25.000 e al F° 300-160 scala:10.000, tra le località Biscina, Fontaguzzo, L'Abbondanza e C. Bartoccia, da nord a sud lungo il tracciato della strada Francescana, nei terreni censiti al VTC del Comune di Gubbio come di seguito:			
•	Frana 1 (F1)	Voc. Biscina F° 492 Part.IIa cat.le 562;	
•	Frana 2 (F2)	Voc. Fontaguzzo F° 493 Part.IIa cat.le 597;	
•	Frana 3 (F3)	Voc. Fontaguzzo F° 493 Part.IIe cat.li 564-571-574;	
•	Frana 4 (F4)	Voc. L'Abbondanza F° 493 Part.IIe cat.li 519-521-522-523-530;	
•	Frana 5 (F5)	Voc. C. Bartoccia F° 505 Part.IIa cat.le 501.	
Coordinate geografiche sistema di riferimento ED50 (in gradi sessadecimali):			
1	Latitudine sito: 43,21273°	Longitudine sito: 12,58308°	523 m s.l.m.
2	Latitudine sito: 43,21577°	Longitudine sito: 12,58517°	444 m s.l.m.
3	Latitudine sito: 43,21732°	Longitudine sito: 12,58845°	390 m s.l.m.
4	Latitudine sito: 43,21380°	Longitudine sito: 12,58845°	383 m s.l.m.
5	Latitudine sito: 43,20307°	Longitudine sito: 12,58616°	343 m s.l.m.

2.3.5. Accelerazioni attese su suolo rigido di riferimento

In conseguenza di quanto sopra riportato, la massime accelerazioni attese su suolo rigido (Tipo "A") risultano, in funzione dei vari periodi di ritorno (vedi studio geologico e sismico allegato):

Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
30	0,072	2,391	0,270
50	0,095	2,328	0,275
72	0,112	2,328	0,280
101	0,130	2,325	0,284
140	0,148	2,337	0,288
201	0,170	2,355	0,293
475	0,232	2,397	0,309
975	0,296	2,415	0,320
2475	0,392	2,417	0,334

Coordinate geografiche est da Greenwich, sistema di riferimento ED50 (in gradi sessadecimali):

1 Biscina Latitudine sito :43,21273°

Longitudine sito :12,58308°

Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
30	0,072	2,390	0,270
50	0,095	2,328	0,275
72	0,112	2,328	0,280
101	0,130	2,325	0,284
140	0,148	2,336	0,288
201	0,170	2,355	0,293
475	0,232	2,397	0,309
975	0,296	2,415	0,320
2475	0,392	2,418	0,334

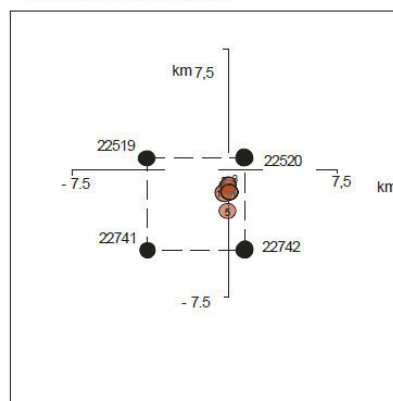
Coordinate geografiche est da Greenwich, sistema di riferimento ED50 (in gradi sessadecimali):

3 Fontaguzzo

Latitudine sito :43,21732°

Longitudine sito :12,58845°

Nodi del reticolo al sito



E quindi, considerando una Classe d'Uso II ed una Vita Nominale ≥ 50 anni, per i vari SL da prendere in esame:

Valore dei parametri ag, Fo e Tc* per i tempi di ritorno Tr associati a ciascun SL

STATI LIMITE	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,072	2,391	0,270
SLD	50	0,095	2,328	0,275
SLV	475	0,232	2,397	0,309
SLC	975	0,296	2,415	0,320

Costruzione classificata in Classe II Vita nominale Vn superiore ai 50 anni Coefficiente d'uso cu = 1.0; **1 Biscina**

Valore dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i tempi di ritorno T_r associati a ciascun SL

STATI LIMITE	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,072	2,390	0,270
SLD	50	0,096	2,328	0,275
SLV	475	0,232	2,397	0,309
SLC	975	0,296	2,415	0,320

Costruzione classificata da scelta progettuale in Classe II Vita nominale V_n superiore ai 50 anni Coefficiente d'uso $c_u = 1.0$;
3 Fontaauzzo

2.3.6. Individuazione della categoria di sottosuolo

In base alle indagini sismiche effettuate è stato possibile inquadrare i terreni di fondazione ai sensi della Tabella 3.2.II delle NTC2008.

Il dettaglio delle indagini eseguite è riportato per esteso nella relazione specialistica apposita redatta dal Dott. Geol. Clara Renghi della quale si riporta di seguito uno stralcio.

INDAGINE	V_{s30} (m/s)	Categoria suolo
Biscine (F1)	389	B
MASW 3 Voc. Fontaauzzo (F3)	425	B

2.3.7. Condizioni topografiche

Per tutti i manufatti sono state considerate le condizioni topografiche riconducibili alla categoria "T2" della Tab. 3.2.IV delle NTC2008.

2.3.8. Riepilogo dei parametri utilizzati

In definitiva i parametri individuati per la progettazione delle opere risultano:

BISCINA

- Gubbio – Perugia Longitudine 12.58308° Latitudine 43.21273°
- Tipo di terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.20
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50 anni
- Classe d'uso II (C_U) 1.0

Conseguentemente, per gli SLV e SLD, si tengono in considerazione i seguenti valori:

⇒ **SLV**

- Probabilità di superamento (PVR) 10% e periodo di ritorno (T_R) 475 anni
- Accelerazione su suolo tipo A (a_g/g) 0.232 (⇒ $a_g = 2.276 \text{ m/s}^2$)
- Massimo fattore di amplificazione spettro orizzontale (F_0) 2.397
- Periodo inizio tratto di spettro ad accelerazione costante (T_c^*) 0.309 s
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_S) 1.178
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.20

⇒ **SLD**

- Probabilità di superamento (PVR) 63% e periodo di ritorno (T_R) 50 anni
- Accelerazione su suolo tipo A (a_g/g) 0.096 (⇒ $a_g = 0.942 \text{ m/s}^2$)
- Massimo fattore di amplificazione spettro orizzontale (F_0) 2.328
- Periodo inizio tratto di spettro ad accelerazione costante (T_c^*) 0.275 s

- Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_S) 1.20
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.20

FONTAGUZZO

- Gubbio – Perugia Longitudine 12.58845° Latitudine 43.21732°
- Tipo di terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.20
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50 anni
- Classe d'uso II (C_U) 1.0

Conseguentemente, per gli SLV e SLD, si tengono in considerazione i seguenti valori:

⇒ SLV

- Probabilità di superamento (PVR) 10% e periodo di ritorno (T_R) 475 anni
- Accelerazione su suolo tipo A (a_g/g) 0.232 ($\Rightarrow a_g = 2.276 \text{ m/s}^2$)
- Massimo fattore di amplificazione spettro orizzontale (F_O) 2.397
- Periodo inizio tratto di spettro ad accelerazione costante (T_C^*) 0.309 s
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_S) 1.178
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.20

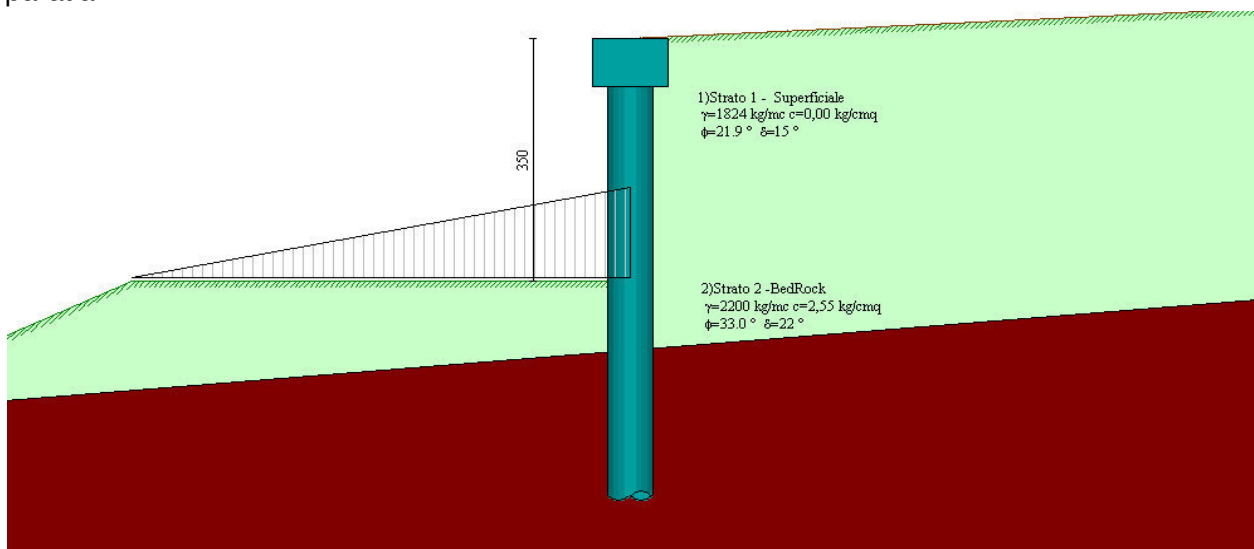
⇒ SLD

- Probabilità di superamento (PVR) 63% e periodo di ritorno (T_R) 50 anni
- Accelerazione su suolo tipo A (a_g/g) 0.096 ($\Rightarrow a_g = 0.942 \text{ m/s}^2$)
- Massimo fattore di amplificazione spettro orizzontale (F_O) 2.328
- Periodo inizio tratto di spettro ad accelerazione costante (T_C^*) 0.275 s
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_S) 1.20
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.20

2.4.INTERVENTO FRANA F1 – VOC. “BISCINA”

Di seguito si riportano i parametri utilizzati, i criteri, le modalità e le ipotesi sulla base delle quali è stata effettuata l'analisi e la verifica della paratia di pali.

Successivamente si riportano i risultati dell'analisi e delle verifiche condotte sulle sezioni della paratia.



2.4.1. Descrizione delle modalità di progetto e verifica utilizzate

Le azioni sollecitanti utilizzate sono quelle già elencate nel paragrafo dedicato all'analisi dei carichi, ossia:

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico
- Sisma
- Urto in svio

Le combinazioni "base" impostate sono 5:

Combinazione 1 (statica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle

Combinazione 2 (statica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico

Combinazione 3 (sismica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Sisma

Combinazione 4 (sismica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico
- Sisma

Combinazione 5 (eccezionale)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico
- Urto in svio

Da queste sono state generate in automatico dal software tutte le possibili combinazioni delle azioni.

In particolare, in favore di sicurezza, la porzione più superficiale del terreno a valle immediatamente a ridosso della palificata è stato inserito esclusivamente come carico distribuito di entità variabile in funzione della quota altimetrica considerando un peso specifico $\gamma = 18.24\text{kN/m}^3$.

2.4.1.1. Analisi della paratia di pali

Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	3,50	[m]
Profondità di infissione	3,10	[m]
Altezza totale della paratia	6,60	[m]
Lunghezza paratia	27,00	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,90	[m]
Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero totale di pali	29	
Numero di pali per metro lineare	1.07	

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del cordolo
Y	posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

B	Base della sezione del cordolo espresso in [cm]
H	Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

Cordoli in acciaio

A	Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]
W	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm ³]

n°	Y	Tipo	B	H	A	W
1	0,00	Calcestruzzo	100,00	70,00	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N	X	Y	A
2	10,00	0,50	2,86

Profilo di valle

N	X	Y	A
1	-8,40	-4,30	25,20
2	-6,70	-3,50	0,00
3	0,00	-3,50	0,00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]

n°	Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c
1	1)Strato 1 - Superficiale	1824,00	1924,00	21,86	14,57	0,000
2	2)Strato 2 -BedRock	2200,00	2300,00	33,00	22,00	2,550

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 α inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)
Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

n° sp	α_M	α_V	kw _M	kw _V	Terreno M	Terreno V
1	4,50	5.00	5.00	1.501.501)	Strato 1 - Superficiale	1) Strato 1 -
2	10,00	0.00	0.00	10.0010.002)	Strato 2 - BedRock	2) Strato 2 - BedRock

Caratteristiche materiali utilizzati

Calcestruzzo

Peso specifico	2500	[kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R _{ck}	306	[kg/cm ²]
Tensione di progetto a compressione σ_c	99	[kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	B450C	
Tensione di snervamento f _{yk}	4589	[kg/cm ²]

Caratteristiche acciaio cordoli in c.a.

Tipo	B450C	
Tensione di snervamento f _{yk}	4589	[kg/cm ²]

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

F _x	Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
F _y	Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
Q _i , Q _f	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _i , V _s	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
R	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,00	X _f = 3,00	Q _i = 3600	Q _f = 3600
Carico distribuito sul profilo	X _i = 3,00	X _f = 6,00	Q _i = 1850	Q _f = 1850
Carico distribuito sul profilo	X _i = 6,00	X _f = 7,00	Q _i = 250	Q _f = 250

Condizione n° 2

Carico distribuito sul profilo	X _i = -6,70	X _f = 0,00	Q _i = 0	Q _f = 4500
--------------------------------	------------------------	-----------------------	--------------------	-----------------------

Condizione n° 3

Carico concentrato sulla paratia	Y=0,00	F _x =3333	F _y =15000	M=3333
----------------------------------	--------	----------------------	-----------------------	--------

Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [A1-M1]

Spinta terreno	1.30	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.30	1.00

Combinazione n° 2 [A1-M1]

Spinta terreno	1.30	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.30	1.00
Condizione 1 (Traffico)	1.50	1.00

Combinazione n° 3 [A1-M1]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00

Combinazione n° 4 [A1-M1]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico / sisma V+)	1.00	0.20

Combinazione n° 5 [A1-M1]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 6 [A1-M1]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico / sisma V-)	1.00	0.20
<u>Combinazione n° 7 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 8 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico)	1.30	1.00
<u>Combinazione n° 9 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 10 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico / sisma V+)	1.00	0.20
<u>Combinazione n° 11 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 12 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico / sisma V-)	1.00	0.20
<u>Combinazione n° 13 [ECCEZ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Traffico)	1.00	0.20
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 3 (Urto in svio)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 14 [SLER]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 15 [SLEF]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 16 [SLEQ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 17 [SLER]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 18 [SLEF]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico)	1.00	0.75
<u>Combinazione n° 19 [SLEQ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico)	1.00	0.20
<u>Combinazione n° 20 [SLEQ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 21 [SLEQ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 22 [SLEQ]</u>		
Spinta terreno	1.00	

Condizione 2 (Terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico / sisma V+)	1.00	0.20
<u>Combinazione n° 23 [SLEQ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 1 (Traffico / sisma V-)	1.00	0.20

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg}\theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2008 - 1° Formulazione

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_i < 0.70 f_{yk}$
 Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni di analisi

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva Ka e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	2.276	0.942
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.397	2.328
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.309	0.275
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.178	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza Us [m]	0.030	0.030
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.548	0.548
Coefficiente di intensità sismica (percento)	17.966	7.497
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.50	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Rettangolare

Analisi della spinta

Pressioni terreno

Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo
 Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.
 Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]
 σ_{am} sigma attiva da monte
 σ_{av} sigma attiva da valle
 σ_{pm} sigma passiva da monte
 σ_{pv} sigma passiva da valle
 δ_a inclinazione spinta attiva espressa in [°]
 δ_p inclinazione spinta passiva espressa in [°]

Combinazione n° 1

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	1008	0	5578	0	14,6	0,0
21	2,00	2015	0	11155	0	14,6	0,0
31	3,00	3023	0	16733	0	14,6	0,0
41	4,00	4030	2726	22310	13884	14,6	0,0
51	4,80	0	0	154875	104160	22,0	0,0
61	5,80	0	0	165635	107869	22,0	0,0

Combinazione n° 2

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	2272	0	12575	0	14,6	0,0
11	1,00	3302	0	18280	0	14,6	0,0
21	2,00	4310	0	18529	0	14,6	0,0
31	3,00	5318	0	20043	0	14,6	0,0
41	4,00	5704	2726	24749	13884	14,6	0,0
51	4,80	0	0	166434	104160	22,0	0,0
61	5,80	0	0	170969	107869	22,0	0,0

Combinazione n° 3

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	692	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	1467	0	4290	0	14,6	0,0
21	2,00	2242	0	8581	0	14,6	0,0
31	3,00	3017	0	12871	0	14,6	0,0
41	4,00	3100	2097	17162	10680	14,6	0,0

51	4,80	0	0	144719	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	152996	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 4

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1071	0	1677	0	14,6	0,0
11	1,00	1849	0	5984	0	14,6	0,0
21	2,00	2624	0	9553	0	14,6	0,0
31	3,00	3399	0	13783	0	14,6	0,0
41	4,00	3247	2097	17420	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	145581	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	153612	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 5

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	495	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	1270	0	4290	0	14,6	0,0
21	2,00	2045	0	8581	0	14,6	0,0
31	3,00	2820	0	12871	0	14,6	0,0
41	4,00	3100	2097	17162	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	144719	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	152996	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 6

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	820	0	1677	0	14,6	0,0
11	1,00	1598	0	5984	0	14,6	0,0
21	2,00	2373	0	9553	0	14,6	0,0
31	3,00	3148	0	13783	0	14,6	0,0
41	4,00	3247	2097	17420	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	145581	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	153612	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 7

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	0	0	11,7	0,0
11	1,00	913	0	3668	0	11,7	0,0
21	2,00	1825	0	7336	0	11,7	0,0
31	3,00	2738	0	11003	0	11,7	0,0
41	4,00	3650	2448	14671	9249	11,7	0,0
51	4,80	0	0	104446	73389	17,9	0,0
61	5,80	0	0	110983	76022	17,9	0,0

Combinazione n° 8

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	2318	0	9317	0	11,7	0,0
11	1,00	3254	0	13079	0	11,7	0,0
21	2,00	4167	0	10890	0	11,7	0,0
31	3,00	5077	0	13753	0	11,7	0,0
41	4,00	5167	2448	16795	9249	11,7	0,0
51	4,80	0	0	113851	73389	17,9	0,0
61	5,80	0	0	114553	76022	17,9	0,0

Combinazione n° 9

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	825	0	0	0	11,7	0,0
11	1,00	1738	0	3668	0	11,7	0,0
21	2,00	2650	0	7336	0	11,7	0,0
31	3,00	3563	0	11003	0	11,7	0,0
41	4,00	3650	2448	14671	9249	11,7	0,0
51	4,80	0	0	104446	73389	17,9	0,0
61	5,80	0	0	110983	76022	17,9	0,0

Combinazione n° 10

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1246	0	1433	0	11,7	0,0
11	1,00	2162	0	5116	0	11,7	0,0
21	2,00	3074	0	8628	0	11,7	0,0
31	3,00	3986	0	11796	0	11,7	0,0
41	4,00	3822	2448	15190	9249	11,7	0,0
51	4,80	0	0	105188	73389	17,9	0,0
61	5,80	0	0	111403	76022	17,9	0,0

Combinazione n° 11

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
----	------	---------------	---------------	---------------	---------------	------------	------------

1	0,00	619	0	0	0	11,7	0,0
11	1,00	1532	0	3668	0	11,7	0,0
21	2,00	2445	0	7336	0	11,7	0,0
31	3,00	3357	0	11003	0	11,7	0,0
41	4,00	3650	2448	14671	9249	11,7	0,0
51	4,80	0	0	104446	73389	17,9	0,0
61	5,80	0	0	110983	76022	17,9	0,0

Combinazione n° 12

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	961	0	1433	0	11,7	0,0
11	1,00	1877	0	5116	0	11,7	0,0
21	2,00	2790	0	8628	0	11,7	0,0
31	3,00	3701	0	11796	0	11,7	0,0
41	4,00	3822	2448	15190	9249	11,7	0,0
51	4,80	0	0	105188	73389	17,9	0,0
61	5,80	0	0	111403	76022	17,9	0,0

Combinazione n° 13

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	303	0	1677	0	14,6	0,0
11	1,00	1081	0	5984	0	14,6	0,0
21	2,00	1856	0	9553	0	14,6	0,0
31	3,00	2631	0	13783	0	14,6	0,0
41	4,00	3247	2097	17420	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	145581	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	153612	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 14

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	775	0	4290	0	14,6	0,0
21	2,00	1550	0	8581	0	14,6	0,0
31	3,00	2325	0	12871	0	14,6	0,0
41	4,00	3100	2097	17162	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	144719	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	152996	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 15

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	775	0	4290	0	14,6	0,0
21	2,00	1550	0	8581	0	14,6	0,0
31	3,00	2325	0	12871	0	14,6	0,0
41	4,00	3100	2097	17162	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	144719	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	152996	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 16

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	775	0	4290	0	14,6	0,0
21	2,00	1550	0	8581	0	14,6	0,0
31	3,00	2325	0	12871	0	14,6	0,0
41	4,00	3100	2097	17162	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	144719	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	152996	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 17

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1514	0	8383	0	14,6	0,0
11	1,00	2305	0	12758	0	14,6	0,0
21	2,00	3080	0	13617	0	14,6	0,0
31	3,00	3855	0	15086	0	14,6	0,0
41	4,00	4185	2097	18758	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	152065	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	156478	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 18

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1136	0	6287	0	14,6	0,0
11	1,00	1922	0	10641	0	14,6	0,0
21	2,00	2698	0	12357	0	14,6	0,0
31	3,00	3473	0	14518	0	14,6	0,0
41	4,00	3856	2097	18296	10680	14,6	0,0

51	4,80	0	0	149718	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	155524	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 19

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	303	0	1677	0	14,6	0,0
11	1,00	1081	0	5984	0	14,6	0,0
21	2,00	1856	0	9553	0	14,6	0,0
31	3,00	2631	0	13783	0	14,6	0,0
41	4,00	3247	2097	17420	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	145581	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	153612	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 20

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	240	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	1015	0	4290	0	14,6	0,0
21	2,00	1790	0	8581	0	14,6	0,0
31	3,00	2565	0	12871	0	14,6	0,0
41	4,00	3100	2097	17162	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	144719	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	152996	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 21

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	141	0	0	0	14,6	0,0
11	1,00	917	0	4290	0	14,6	0,0
21	2,00	1692	0	8581	0	14,6	0,0
31	3,00	2467	0	12871	0	14,6	0,0
41	4,00	3100	2097	17162	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	144719	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	152996	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 22

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	575	0	1677	0	14,6	0,0
11	1,00	1353	0	5984	0	14,6	0,0
21	2,00	2128	0	9553	0	14,6	0,0
31	3,00	2903	0	13783	0	14,6	0,0
41	4,00	3247	2097	17420	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	145581	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	153612	101563	22,0	0,0

Combinazione n° 23

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	453	0	1677	0	14,6	0,0
11	1,00	1232	0	5984	0	14,6	0,0
21	2,00	2007	0	9553	0	14,6	0,0
31	3,00	2782	0	13783	0	14,6	0,0
41	4,00	3247	2097	17420	10680	14,6	0,0
51	4,80	0	0	145581	98669	22,0	0,0
61	5,80	0	0	153612	101563	22,0	0,0

Pressioni orizzontali agenti sulla paratia*Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della sezione

Y ordinata della sezione espressa in [m]

P pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

Combinazione n° 1

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	487,61
21	1,00	975,21
31	1,50	1462,82
41	2,00	1950,43
51	2,50	2438,03
61	3,00	2925,64
1	3,50	-6048,80
11	4,00	-4331,94
21	4,50	-10626,81
31	5,00	-9256,32
41	5,50	-1079,01

51	6,00	6424,06
61	6,50	13660,40

Combinazione n° 2

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	2659,72
21	0,95	3147,33
31	1,45	3634,94
41	1,95	4122,54
51	2,45	4610,15
61	2,95	5097,76
71	3,45	5528,44
1	3,50	-7126,65
11	4,00	-8363,48
21	4,50	-31622,30
31	5,00	-27742,45
41	5,50	-3542,62
51	6,00	18684,31
61	6,50	40128,88

Combinazione n° 3

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1007,30
21	0,95	1382,38
31	1,45	1757,46
41	1,95	2132,54
51	2,45	2507,62
61	2,95	2882,71
71	3,45	3257,79
1	3,50	-6449,55
11	4,00	-5352,81
21	4,50	-13067,44
31	5,00	-11267,74
41	5,50	-1135,33
51	6,00	8148,68
61	6,50	17098,13

Combinazione n° 4

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1376,62
21	0,95	1751,70
31	1,45	2126,78
41	1,95	2501,87
51	2,45	2876,95
61	2,95	3252,03
71	3,45	3603,59
1	3,50	-6118,52
11	4,00	-6630,66
21	4,50	-16190,20
31	5,00	-13966,27
41	5,50	-1416,43
51	6,00	10083,26
61	6,50	21168,77

Combinazione n° 5

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	816,55
21	0,95	1191,64
31	1,45	1566,72
41	1,95	1941,80
51	2,45	2316,88
61	2,95	2691,96
71	3,45	3067,05
1	3,50	-6640,29
11	4,00	-4761,94
21	4,50	-11634,17
31	5,00	-10048,47
41	5,50	-1038,59
51	6,00	7218,75
61	6,50	15179,18

Combinazione n° 6

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1134,09
21	0,95	1509,17
31	1,45	1884,25
41	1,95	2259,33
51	2,45	2634,41
61	2,95	3009,50
71	3,45	3361,05
1	3,50	-6361,05
11	4,00	-5771,42
21	4,50	-14087,18
31	5,00	-12143,09
41	5,50	-1217,33
51	6,00	8793,16
61	6,50	18442,76

Combinazione n° 7

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	446,74
21	1,00	893,48
31	1,50	1340,22
41	2,00	1786,96
51	2,50	2233,70
61	3,00	2680,44
1	3,50	-5252,81
11	4,00	-4012,28
21	4,50	-9856,79
31	5,00	-8611,55
41	5,50	-1044,22
51	6,00	5902,09
61	6,50	12602,49

Combinazione n° 8

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	2694,55
21	0,95	3141,29
31	1,45	3588,03
41	1,95	4034,78
51	2,45	4481,52
61	2,95	4927,08
71	3,45	5042,80
1	3,50	-3335,58
11	4,00	-4189,66
21	4,50	-37911,96
31	5,00	-34240,36
41	5,50	-5886,78
51	6,00	20266,79
61	6,50	45538,57

Combinazione n° 9

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1209,83
21	0,95	1656,57
31	1,45	2103,31
41	1,95	2550,05
51	2,45	2996,79
61	2,95	3443,53
71	3,45	3890,27
1	3,50	-4445,05
11	4,00	-5674,89
21	4,50	-18175,35
31	5,00	-16042,38
41	5,50	-2198,51
51	6,00	10527,78
61	6,50	22809,96

Combinazione n° 10

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1625,10
21	0,95	2071,84
31	1,45	2518,58

41	1,95	2965,32
51	2,45	3412,06
61	2,95	3858,25
71	3,45	4144,63
1	3,50	-4208,37
11	4,00	-5506,84
21	4,50	-23296,89
31	5,00	-20730,58
41	5,50	-3098,58
51	6,00	13129,20
61	6,50	28797,35

Combinazione n° 11

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1008,55
21	0,95	1455,29
31	1,45	1902,03
41	1,95	2348,77
51	2,45	2795,51
61	2,95	3242,25
71	3,45	3689,00
1	3,50	-4646,32
11	4,00	-5674,89
21	4,50	-15781,86
31	5,00	-13863,82
41	5,50	-1798,62
51	6,00	9285,04
61	6,50	19979,29

Combinazione n° 12

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1346,20
21	0,95	1792,94
31	1,45	2239,68
41	1,95	2686,42
51	2,45	3133,16
61	2,95	3579,35
71	3,45	3865,73
1	3,50	-4487,27
11	4,00	-5506,84
21	4,50	-19945,80
31	5,00	-17675,89
41	5,50	-2531,16
51	6,00	11399,07
61	6,50	24845,99

Combinazione n° 13

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	633,69
21	0,95	1008,77
31	1,45	1383,85
41	1,95	1758,94
51	2,45	2134,02
61	2,95	2509,10
71	3,45	2860,66
1	3,50	-6861,45
11	4,00	-7538,07
21	4,50	-24894,99
31	5,00	-21037,87
41	5,50	-1446,04
51	6,00	16457,20
61	6,50	33698,52

Combinazione n° 14

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	375,08
21	1,00	750,16
31	1,50	1125,25
41	2,00	1500,33
51	2,50	1875,41
61	3,00	2250,49
1	3,50	-4652,92

11	4,00	-3332,26
21	4,50	-8174,47
31	5,00	-7120,25
41	5,50	-830,00
51	6,00	4941,59
61	6,50	10508,00

Combinazione n° 15

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	375,08
21	1,00	750,16
31	1,50	1125,25
41	2,00	1500,33
51	2,50	1875,41
61	3,00	2250,49
1	3,50	-4652,92
11	4,00	-3332,26
21	4,50	-8174,47
31	5,00	-7120,25
41	5,50	-830,00
51	6,00	4941,59
61	6,50	10508,00

Combinazione n° 16

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	375,08
21	1,00	750,16
31	1,50	1125,25
41	2,00	1500,33
51	2,50	1875,41
61	3,00	2250,49
1	3,50	-4652,92
11	4,00	-3332,26
21	4,50	-8174,47
31	5,00	-7120,25
41	5,50	-830,00
51	6,00	4941,59
61	6,50	10508,00

Combinazione n° 17

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1818,16
21	0,95	2193,24
31	1,45	2568,32
41	1,95	2943,41
51	2,45	3318,49
61	2,95	3693,57
71	3,45	4028,13
1	3,50	-5704,53
11	4,00	-6629,75
21	4,50	-21476,86
31	5,00	-18741,25
41	5,50	-2237,82
51	6,00	12908,71
61	6,50	27518,14

Combinazione n° 18

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1448,01
21	0,95	1823,10
31	1,45	2198,18
41	1,95	2573,26
51	2,45	2948,34
61	2,95	3323,42
71	3,45	3663,29
1	3,50	-6066,06
11	4,00	-6947,91
21	4,50	-17260,04
31	5,00	-14947,06
41	5,50	-1606,91
51	6,00	10623,46
61	6,50	22415,61

Combinazione n° 19

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	633,69
21	0,95	1008,77
31	1,45	1383,85
41	1,95	1758,94
51	2,45	2134,02
61	2,95	2509,10
71	3,45	2860,66
1	3,50	-5897,24
11	4,00	-4214,20
21	4,50	-10308,47
31	5,00	-8926,05
41	5,50	-958,03
51	6,00	6347,01
61	6,50	13390,26

Combinazione n° 20

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	569,66
21	0,95	944,74
31	1,45	1319,82
41	1,95	1694,91
51	2,45	2069,99
61	2,95	2445,07
71	3,45	2820,15
1	3,50	-5630,01
11	4,00	-4024,83
21	4,50	-9850,41
31	5,00	-8538,69
41	5,50	-930,97
51	6,00	6044,79
61	6,50	12770,93

Combinazione n° 21

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	474,48
21	0,95	849,57
31	1,45	1224,65
41	1,95	1599,73
51	2,45	1974,81
61	2,95	2349,89
71	3,45	2724,97
1	3,50	-5229,31
11	4,00	-3740,81
21	4,50	-9163,12
31	5,00	-7956,99
41	5,50	-889,56
51	6,00	5592,37
61	6,50	11842,92

Combinazione n° 22

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	896,98
21	0,95	1272,07
31	1,45	1647,15
41	1,95	2022,23
51	2,45	2397,31
61	2,95	2772,39
71	3,45	3123,95
1	3,50	-6598,15
11	4,00	-5004,76
21	4,50	-12222,29
31	5,00	-10547,18
41	5,50	-1075,60
51	6,00	7603,82
61	6,50	15970,80

Combinazione n° 23

N°	Y	P
1	0,00	0,00

11	0,45	779,45
21	0,95	1154,53
31	1,45	1529,62
41	1,95	1904,70
51	2,45	2279,78
61	2,95	2654,86
71	3,45	3006,42
1	3,50	-6510,89
11	4,00	-4649,16
21	4,50	-11361,04
31	5,00	-9816,89
41	5,50	-1021,44
51	6,00	7039,87
61	6,50	14811,48

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
1	[A1-M1]	10560	4,60	5973	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-7861	5,55	0	0,00	MIN
2	[A1-M1]	30601	4,60	13737	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-22934	5,55	0	0,00	MIN
3	[A1-M1 S]	13463	4,55	6939	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-9930	5,55	0	0,00	MIN
4	[A1-M1 S]	16655	4,55	8228	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-12290	5,55	0	0,00	MIN
5	[A1-M1 S]	11915	4,60	6271	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-8803	5,55	0	0,00	MIN
6	[A1-M1 S]	14531	4,55	7379	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-10714	5,55	0	0,00	MIN
7	[A2-M2]	9687	4,60	5473	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-7231	5,55	0	0,00	MIN
8	[A2-M2]	32726	4,65	13411	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-25261	5,60	0	0,00	MIN
9	[A2-M2 S]	17185	4,60	8300	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-12958	5,55	0	0,00	MIN
10	[A2-M2 S]	21345	4,65	9712	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-16222	5,55	0	0,00	MIN
11	[A2-M2 S]	15196	4,60	7595	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-11403	5,55	0	0,00	MIN
12	[A2-M2 S]	18565	4,60	8736	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-14056	5,55	0	0,00	MIN
13	[ECCEZ]	27500	4,55	8961	3,50	20011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-19927	5,50	0	0,00	MIN
14	[SLER]	8123	4,60	4595	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-6047	5,55	0	0,00	MIN
15	[SLEF]	8123	4,60	4595	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-6047	5,55	0	0,00	MIN
16	[SLEQ]	8123	4,60	4595	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-6047	5,55	0	0,00	MIN
17	[SLER]	21200	4,60	9771	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-15808	5,55	0	0,00	MIN
18	[SLEF]	17513	4,60	8476	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-12968	5,55	0	0,00	MIN
19	[SLEQ]	10464	4,60	5628	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-7747	5,55	0	0,00	MIN
20	[SLEQ S]	9960	4,60	5407	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-7382	5,55	0	0,00	MIN
21	[SLEQ S]	9207	4,60	5074	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	6,60	-6834	5,55	0	0,00	MIN
22	[SLEQ S]	12557	4,55	6550	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-9269	5,55	0	0,00	MIN
23	[SLEQ S]	11618	4,60	6138	3,50	5011	6,60	MAX
--	--	0	0,00	-8586	5,55	0	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
 V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
1	[A1-M1]	1,3137	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1510	6,60	0,0000	0,00	MIN
2	[A1-M1]	3,9065	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,4440	6,60	0,0000	0,00	MIN
3	[A1-M1 S]	1,6622	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1888	6,60	0,0000	0,00	MIN
4	[A1-M1 S]	2,0618	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,2338	6,60	0,0000	0,00	MIN
5	[A1-M1 S]	1,4728	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1676	6,60	0,0000	0,00	MIN
6	[A1-M1 S]	1,7945	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,2036	6,60	0,0000	0,00	MIN
7	[A2-M2]	1,2129	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1394	6,60	0,0000	0,00	MIN
8	[A2-M2]	4,4332	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,5057	6,60	0,0000	0,00	MIN
9	[A2-M2 S]	2,2134	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,2526	6,60	0,0000	0,00	MIN
10	[A2-M2 S]	2,7991	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,3192	6,60	0,0000	0,00	MIN
11	[A2-M2 S]	1,9365	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,2211	6,60	0,0000	0,00	MIN
12	[A2-M2 S]	2,4127	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,2752	6,60	0,0000	0,00	MIN
13	[ECCEZ]	3,4368	0,00	0,0119	0,00	MAX
--	--	-0,3713	6,60	0,0000	0,00	MIN
14	[SLER]	1,0106	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1162	6,60	0,0000	0,00	MIN
15	[SLEF]	1,0106	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1162	6,60	0,0000	0,00	MIN
16	[SLEQ]	1,0106	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1162	6,60	0,0000	0,00	MIN
17	[SLER]	2,6785	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,3043	6,60	0,0000	0,00	MIN
18	[SLEF]	2,1817	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,2476	6,60	0,0000	0,00	MIN
19	[SLEQ]	1,2958	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1479	6,60	0,0000	0,00	MIN
20	[SLEQ S]	1,2345	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1411	6,60	0,0000	0,00	MIN
21	[SLEQ S]	1,1426	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1309	6,60	0,0000	0,00	MIN
22	[SLEQ S]	1,5510	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1764	6,60	0,0000	0,00	MIN
23	[SLEQ S]	1,4364	0,00	0,0017	0,00	MAX
--	--	-0,1636	6,60	0,0000	0,00	MIN

Stabilità globale

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 100

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 (X_C; Y_C) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
 R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
 (X_V; Y_V) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
 (X_M; Y_M) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
 FS Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X _C , Y _C)	R	(X _V , Y _V)	(X _M , Y _M)	FS
7	[A2-M2]	(-1,32; 5,94)	10,56	(-6,07; -3,49)	(7,67; 0,38)	7,84
8	[A2-M2]	(-0,66; 2,64)	7,20	(-4,44; -3,49)	(6,16; 0,31)	5,16

9	[A2-M2 S]	(-0,66; 5,94)	10,49	(-5,26; -3,49)	(8,27; 0,41)	4,58
10	[A2-M2 S]	(-0,66; 5,94)	10,49	(-5,26; -3,49)	(8,27; 0,41)	4,37
11	[A2-M2 S]	(-0,66; 5,94)	10,49	(-5,26; -3,49)	(8,27; 0,41)	4,91
12	[A2-M2 S]	(-0,66; 5,94)	10,49	(-5,26; -3,49)	(8,27; 0,41)	4,68

Combinazione n° 10

Numero di strisce 51

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario) ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della strisciac coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ($L=b/\cos\alpha$)u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
1	302,16	-25,23	-128,79	0,29	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
2	406,13	-23,65	-162,92	0,29	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
3	505,97	-22,09	-190,28	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
4	601,82	-20,55	-211,23	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
5	693,81	-19,02	-226,11	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
6	782,05	-17,51	-235,25	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
7	866,63	-16,01	-238,95	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
8	947,64	-14,52	-237,52	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
9	1025,16	-13,04	-231,24	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
10	1099,24	-11,56	-220,37	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
11	1169,96	-10,10	-205,20	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
12	1237,35	-8,64	-185,99	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
13	1301,46	-7,19	-162,98	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
14	1362,32	-5,75	-136,43	0,26	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
15	1419,97	-4,30	-106,58	0,26	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
16	1474,41	-2,86	-73,69	0,26	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
17	1525,68	-1,43	-37,98	0,26	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
18	1573,88	0,01	0,30	0,26	22,62	1,020	0,000	(0; 0)
19	1620,21	1,45	40,95	0,26	27,45	2,040	0,000	(0; 0)
20	1663,25	2,89	83,75	0,26	27,45	2,040	0,000	(0; 0)
21	2399,54	4,34	181,42	0,27	27,45	2,040	0,000	(0; 0)
22	2394,49	5,80	241,91	0,27	27,45	2,040	0,000	(0; 0)
23	2385,40	7,26	301,63	0,27	27,45	2,040	0,000	(0; 0)
24	2372,22	8,74	360,27	0,27	27,45	2,040	0,000	(0; 0)
25	2355,77	10,21	417,66	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
26	2337,09	11,70	473,76	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
27	2314,94	13,19	528,11	0,27	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
28	2289,22	14,69	580,44	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
29	2259,85	16,20	630,44	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
30	2226,75	17,72	677,81	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
31	2189,83	19,26	722,24	0,28	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
32	2078,66	20,81	738,42	0,29	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
33	2010,74	22,37	765,41	0,29	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
34	1961,68	23,96	796,61	0,29	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
35	1908,30	25,56	823,44	0,30	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
36	1850,41	27,19	845,50	0,30	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
37	1787,84	28,84	862,36	0,30	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
38	1720,34	30,52	873,54	0,31	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
39	1647,69	32,22	878,54	0,32	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
40	1569,57	33,96	876,80	0,32	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
41	1485,67	35,74	867,70	0,33	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
42	1395,58	37,55	850,56	0,34	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
43	1255,61	39,41	797,18	0,35	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
44	1109,60	41,32	732,70	0,36	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
45	997,90	43,29	684,31	0,37	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
46	877,60	45,33	624,13	0,38	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
47	737,66	47,44	543,37	0,39	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
48	593,87	49,65	452,56	0,41	17,79	0,000	0,000	(0; 0)

49	441,08	51,95	347,34	0,43	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
50	274,07	54,38	222,80	0,46	17,79	0,000	0,000	(0; 0)
51	93,36	56,11	77,50	0,48	17,79	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 56044,19 [kg]

 $\Sigma W_i = 72901,43$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 15909,98$ [kg] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 26097,19$ [kg] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.79$ Descrizione armatura pali e caratteristiche sezione

Diametro del palo	60,00	[cm]
Area della sezione trasversale	2827,43	[cmq]
Copriferro	6,00	[cm]

L'armatura del palo è costituita da 12 ϕ 22($A_f=45,62$ cmq) longitudinali e staffe ϕ 10/20,0 cm.Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente espresso in [kg]
FS _T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS
1	[A1-M1]	4,60	9832	3252	36350	12021	3.70
2	[A1-M1]	4,60	28490	3252	35489	4050	1.25
3	[A1-M1 S]	4,55	12534	3216	36051	9250	2.88
4	[A1-M1 S]	4,55	15506	3216	35855	7437	2.31
5	[A1-M1 S]	4,55	11093	3216	36185	10491	3.26
6	[A1-M1 S]	4,55	13528	3216	35975	8553	2.66
7	[A2-M2]	4,60	9019	3252	36472	13148	4.04
8	[A2-M2]	4,65	30469	3287	35465	3826	1.16
9	[A2-M2 S]	4,60	16000	3252	35838	7283	2.24
10	[A2-M2 S]	4,65	19873	3287	35689	5903	1.80
11	[A2-M2 S]	4,60	14148	3252	35944	8261	2.54
12	[A2-M2 S]	4,60	17285	3252	35778	6730	2.07
13	[ECCEZ]	4,55	25603	17182	46787	31398	1.83

n°	Tipo	Y	T	Tr	FS _T
1	[A1-M1]	5,55	-7319	25504	3.48
2	[A1-M1]	5,55	-21352	25504	1.19
3	[A1-M1 S]	5,55	-9245	25504	2.76
4	[A1-M1 S]	5,55	-11442	25504	2.23
5	[A1-M1 S]	5,55	-8196	25504	3.11
6	[A1-M1 S]	5,55	-9975	25504	2.56
7	[A2-M2]	5,55	-6733	25504	3.79
8	[A2-M2]	5,60	-23519	25504	1.08
9	[A2-M2 S]	5,55	-12064	25504	2.11
10	[A2-M2 S]	5,55	-15103	25504	1.69
11	[A2-M2 S]	5,55	-10617	25504	2.40
12	[A2-M2 S]	5,55	-13087	25504	1.95
13	[ECCEZ]	5,50	-18552	29330	1.58

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ_c	tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]
σ_t	tensione nell'armatura longitudinale del palo, espressa in [kg/cmq]

n°	Tipo	σ_c	Y(σ_c)	σ_t	Y(σ_t)	A _f
14	[SLER]	48,52	4,60	1077,87	4,60	45,62

15	[SLEF]	48,52	4,60	1077,87	4,60	45,62
16	[SLEQ]	48,52	4,60	1077,87	4,60	45,62
17	[SLER]	126,59	4,60	2944,02	4,60	45,62
18	[SLEF]	104,58	4,60	2417,78	4,60	45,62
19	[SLEQ]	62,49	4,60	1412,05	4,55	45,62
20	[SLEQ S]	59,49	4,60	1340,02	4,55	45,62
21	[SLEQ S]	54,99	4,60	1232,48	4,60	45,62
22	[SLEQ S]	74,99	4,55	1711,35	4,55	45,62
23	[SLEQ S]	69,38	4,60	1577,12	4,55	45,62

Verifica armatura paratia (Inviluppo)*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente espresso in [kg]
FS _T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	Tr	FS _T
13	[ECCEZ]	0,00	3103	13966	67130	302117	21.63	3103	29330	9.45
13	[ECCEZ]	0,25	3889	14142	66301	241079	17.05	3194	29330	9.18
13	[ECCEZ]	0,50	4704	14319	64110	195163	13.63	3328	29330	8.81
13	[ECCEZ]	0,75	5557	14496	61899	161464	11.14	3506	29330	8.37
13	[ECCEZ]	1,00	6460	14672	59483	135094	9.21	3728	29330	7.87
13	[ECCEZ]	1,25	7425	14849	57535	115069	7.75	3993	29330	7.35
13	[ECCEZ]	1,50	8461	15026	55786	99073	6.59	4135	25504	6.17
13	[ECCEZ]	1,75	9579	15203	54009	85712	5.64	5007	25504	5.09
13	[ECCEZ]	2,00	10792	15379	52574	74923	4.87	5949	25504	4.29
13	[ECCEZ]	2,25	12109	15556	51391	66021	4.24	6949	25504	3.67
13	[ECCEZ]	2,50	13541	15733	50398	58555	3.72	8005	25504	3.19
2	[A1-M1]	2,75	10961	1944	35736	6338	3.26	9117	25504	2.80
2	[A1-M1]	3,00	13385	2121	35662	5650	2.66	10287	25504	2.48
2	[A1-M1]	3,25	16109	2297	35600	5077	2.21	11513	25504	2.22
2	[A1-M1]	3,50	19146	2474	35548	4593	1.86	12790	25504	1.99
2	[A1-M1]	3,75	22129	2651	35511	4254	1.60	11563	25504	2.21
8	[A2-M2]	4,00	24817	2827	35488	4043	1.43	10622	25504	2.40
8	[A2-M2]	4,25	27372	3004	35472	3893	1.30	9651	25504	2.64
8	[A2-M2]	4,50	29749	3181	35461	3792	1.19	7662	25504	3.33
8	[A2-M2]	4,75	30284	3358	35476	3933	1.17	-7004	25504	3.64
8	[A2-M2]	5,00	27926	3534	35537	4498	1.27	-14776	25504	1.73
8	[A2-M2]	5,25	23573	3711	35658	5614	1.51	-20701	25504	1.23
8	[A2-M2]	5,50	18069	3888	35885	7721	1.99	-23346	25504	1.09
8	[A2-M2]	5,75	12220	4064	36358	12093	2.98	-22855	25504	1.12
8	[A2-M2]	6,00	6799	4241	37584	23445	5.53	-19332	25504	1.32
8	[A2-M2]	6,25	2556	4418	42866	74096	16.77	-12842	25504	1.99
13	[ECCEZ]	6,50	169	18560	7032	772910	41.64	-3414	25504	7.47

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _c	tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]
σ _f	tensione nell'armatura longitudinale del palo, espressa in [kg/cmq]

Y	σ _c	n° - Tipo	σ _f	n° - Tipo
0,00	0,00	14 - [SLER]	0,00	14 - [SLER]
0,25	0,28	17 - [SLER]	3,06	17 - [SLER]
0,50	1,19	17 - [SLER]	19,98	17 - [SLER]
0,75	2,79	17 - [SLER]	53,74	17 - [SLER]
1,00	5,16	17 - [SLER]	105,75	17 - [SLER]
1,25	8,36	17 - [SLER]	177,66	17 - [SLER]
1,50	12,46	17 - [SLER]	271,16	17 - [SLER]
1,75	17,53	17 - [SLER]	387,90	17 - [SLER]
2,00	23,64	17 - [SLER]	529,5617	[SLER]
2,25	30,87	17 - [SLER]	697,81	17 - [SLER]
2,50	39,28	17 - [SLER]	894,33	17 - [SLER]
2,75	48,94	17 - [SLER]	1120,79	17 - [SLER]
3,00	59,92	17 - [SLER]	1378,85	17 - [SLER]

3,25	72,30 17 - [SLER]	1670,21 17 - [SLER]
3,50	86,13 17 - [SLER]	1996,48 17 - [SLER]
3,75	99,61 17 - [SLER]	2314,41 17 - [SLER]
4,00	110,78 17 - [SLER]	2576,88 17 - [SLER]
4,25	119,47 17 - [SLER]	2780,26 17 - [SLER]
4,50	125,65 17 - [SLER]	2923,53 17 - [SLER]
4,75	124,31 17 - [SLER]	2886,98 17 - [SLER]
5,00	112,60 17 - [SLER]	2602,48 17 - [SLER]
5,25	93,88 17 - [SLER]	2150,45 17 - [SLER]
5,50	71,31 17 - [SLER]	1606,60 17 - [SLER]
5,75	47,89 17 - [SLER]	1042,74 17 - [SLER]
6,00	26,46 17 - [SLER]	527,99 17 - [SLER]
6,25	9,73 17 - [SLER]	132,65 17 - [SLER]
6,50	1,83 17 - [SLER]	25,30 17 - [SLER]

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T_h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M_v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T_v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

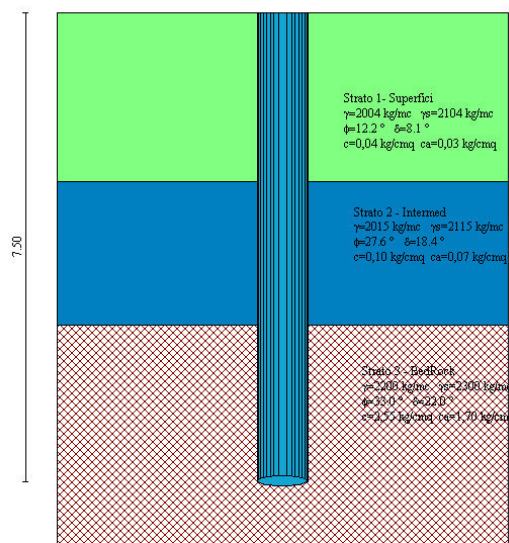
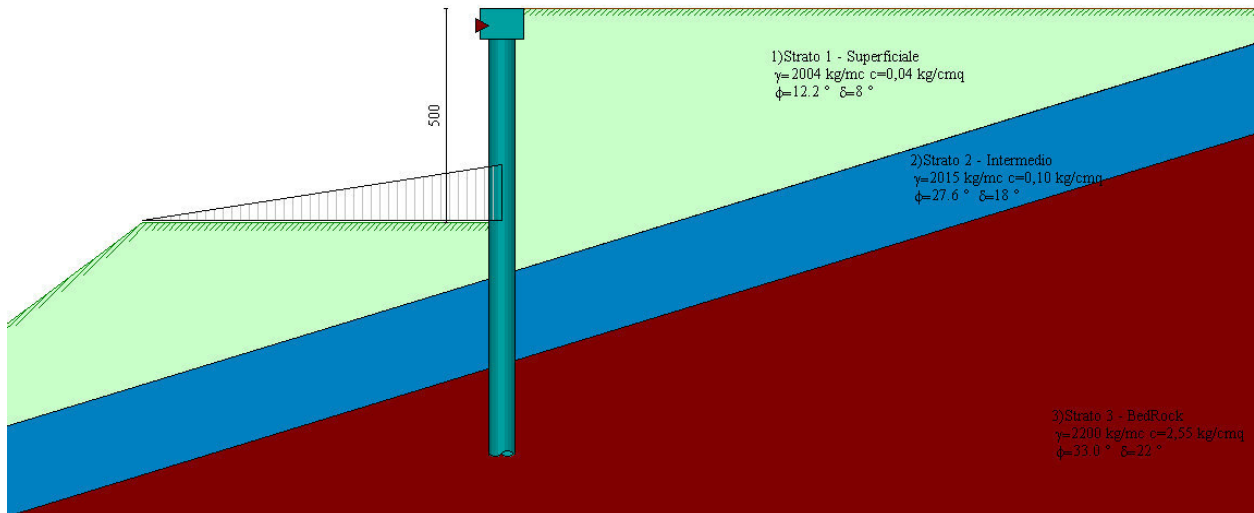
Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

$B=100,00$ [cm]	$H=70,00$ [cm]		
$A_{rh}=12,57$ [cmq]	$A_{rh}=12,57$ [cmq]	Staffe $\phi 12/15$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=11127$ [kgm]	$M_{uh}=45256$ [kgm]	$FS=4.07$	
$T_h=22254$ [kg]	$T_{rh}=70399$ [kg]	$FS_T=3.16$	
$M_v=709$ [kgm]	$M_{uv}=45566$ [kgm]	$FS=64.29$	
$T_v=1575$ [kg]	$T_R=70399$ [kg]	$FS_{TV}=44.70$	

2.5.INTERVENTO FRANA F3 – VOC. “FONTAGUZZO”

Di seguito si riportano i parametri utilizzati, i criteri, le modalità e le ipotesi sulla base delle quali è stata effettuata l'analisi e la verifica della paratia di pali e del palo di ritegno.

Successivamente si riportano i risultati dell'analisi e delle verifiche condotte sulle sezioni della paratia e del palo di ritegno.



2.5.1. Paratia di pali - Descrizione delle modalità di progetto e verifica utilizzate

Le azioni sollecitanti utilizzate sono quelle già elencate nel paragrafo dedicato all'analisi dei carichi, ossia:

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico
- Sisma
- Urto in svio

Le combinazioni "base" impostate sono 5:

Combinazione 1 (statica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle

Combinazione 2 (statica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico

Combinazione 3 (sismica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Sisma

Combinazione 4 (sismica)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico
- Sisma

Combinazione 5 (eccezionale)

- Peso proprio
- Spinta del terreno
- Peso proprio terreno valle
- Traffico
- Urto in svio

Da queste sono state generate in automatico dal software tutte le possibili combinazioni delle azioni.

In particolare, in favore di sicurezza, la porzione più superficiale del terreno a valle immediatamente a ridosso della palificata è stato inserito esclusivamente come carico distribuito di entità variabile in funzione della quota altimetrica considerando un peso specifico $\gamma = 20.04\text{kN/m}^3$.

Di seguito si riportano brevemente i criteri utilizzati per l'analisi della spinta e le verifiche condotte sulle paratie in progetto.

2.5.1.1. Analisi della paratia di pali

Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	5,00	[m]
Profondità di infissione	5,40	[m]
Altezza totale della paratia	10,40	[m]

Lunghezza paratia	35,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,90	[m]
Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero totale di pali	38	
Numero di pali per metro lineare	1.09	

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del cordolo
Y	posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

B	Base della sezione del cordolo espresso in [cm]
H	Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

Cordoli in acciaio

A	Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cm ²]
W	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm ³]

n°	Y	Tipo	B	H	A	W
1	0,00	Calcestruzzo	100,00	70,00	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N	X	Y	A
2	11,00	0,00	0,00
3	24,00	0,00	0,00

Profilo di valle

N	X	Y	A
1	-13,80	-9,00	36,53
2	-8,40	-5,00	0,00
3	0,00	-5,00	0,00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]

n°	Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c
1	1)Strato 1 - Superficiale	2004,00	2104,00	12,19	8,12	0,038
2	2)Strato 2 - Intermedio	2015,00	2115,00	27,57	18,38	0,100
3	3)Strato 3 - BedRock	2200,00	2300,00	33,00	22,00	2,550

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

n°	sp	α_M	α_V	kw _M	kw _V	Terreno M	Terreno V
1		6,20	17,00	17,00	2.002.001)	Strato 1 - Superficiale	1)Strato 1 - Superficiale
2		2,10	17,00	17,00	4.004.002)	Strato 2 - Intermedio	2)Strato 2 - Intermedio
3		10,00	0,00	0,00	15.0015.003)	Strato 3 - BedRock	3)Strato 3 - BedRock

Caratteristiche materiali utilizzati

Calcestruzzo

Peso specifico	2500	[kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306	[kg/cm ²]
Tensione di progetto a compressione σ_c	99	[kg/cm ²]
Acciaio		
Tipo	B450C	
Tensione di snervamento f_{yk}	4589	[kg/cm ²]
Caratteristiche acciaio cordoli in c.a.		
Tipo	B450C	
Tensione di snervamento f_{yk}	4589	[kg/cm ²]

Condizioni di carico*Simbologia e convenzioni adottate*

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

F_x	Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
F_y	Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
Q_i, Q_f	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V_i, V_s	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
R	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo	$X_i = -8,40$	$X_f = 0,00$	$Q_i = 0$	$Q_f = 6000$
--------------------------------	---------------	--------------	-----------	--------------

Condizione n° 2

Carico distribuito sul profilo	$X_i = 0,00$	$X_f = 3,00$	$Q_i = 2700$	$Q_f = 2700$
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 3,00$	$X_f = 6,00$	$Q_i = 1200$	$Q_f = 1200$
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 6,00$	$X_f = 7,50$	$Q_i = 250$	$Q_f = 250$

Condizione n° 3

Carico concentrato sulla paratia	$Y=0,00$	$F_x=3300$	$F_y=10500$	$M=3300$
----------------------------------	----------	------------	-------------	----------

Condizione n° 4**Vincoli lungo l'altezza della paratia***Simbologia adottata*

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V_x	Vincolo in direzione orizzontale
K_x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V_r	Vincolo alla rotazione
K_r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kg ^m /°]

n°	Y	V_x	K_x	V_r	K_r
1	0,40	V. ELASTICO	11500,00	LIBERO	--

Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [A1-M1]

Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.30	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.30	1.00

Combinazione n° 2 [A1-M1]

Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.30	1.00
Condizione 2 (Traffico stradale)	1.50	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.30	1.00

Combinazione n° 3 [A1-M1]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Traffico stradale / sisma V_+)	1.00	0.20
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V_+)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V_+)	1.00	1.00

Combinazione n° 4 [A1-M1]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V+)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 5 [A1-M1]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Traffico stradale / sisma V-)	1.00	0.20
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V-)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 6 [A1-M1]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V-)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 7 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 8 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 2 (Traffico stradale)	1.30	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 9 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Traffico stradale / sisma V+)	1.00	0.20
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V+)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 10 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V+)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 11 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Traffico stradale / sisma V-)	1.00	0.20
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V-)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 12 [A2-M2]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V-)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 13 [ECCEZ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 2 (Traffico stradale)	1.00	0.20
Condizione 3 (Urto in svio)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 14 [SLER]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 15 [SLEF]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 16 [SLEQ]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 17 [SLER]</u>		
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 2 (Traffico stradale)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00

Combinazione n° 18 [SLEF]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 2 (Traffico stradale)	1.00	0.75
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00

Combinazione n° 19 [SLEQ]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle)	1.00	1.00
Condizione 2 (Traffico stradale)	1.00	0.20
Condizione 4 (Peso terreno monte)	1.00	1.00

Combinazione n° 20 [SLEQ]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Traffico stradale / sisma V+)	1.00	0.20
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V+)	1.00	1.00

Combinazione n° 21 [SLEQ]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 2 (Traffico stradale / sisma V-)	1.00	0.20
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V-)	1.00	1.00

Combinazione n° 22 [SLEQ]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V+)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V+)	1.00	1.00

Combinazione n° 23 [SLEQ]

Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Peso terreno valle / sisma V-)	1.00	1.00
Condizione 4 (Peso terreno monte / sisma V-)	1.00	1.00

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza	Tiranti
Laterale	1,20

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate	5	$\xi_3=1,60$	$\xi_4=1,55$
------------------------------	---	--------------	--------------

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83

Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k^* (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} \cdot s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ _{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ _l	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α _c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{cp}

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure	w ₁ = 0.20
	w ₂ = 0.30
	w ₃ = 0.40
Metodo di calcolo aperture delle fessure	NTC 2008 - 1° Formulazione

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara σ _c < 0.60 f _{ck} - σ _f < 0.80 f _{yk}
	Quasi permanente σ _c < 0.45 f _{ck}

Impostazioni di analisi

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva Ka e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	2.276	0.942
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.397	2.328
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T _c *	0.309	0.275
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.178	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U _s [m]	0.052	0.052
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.475	0.475
Coefficiente di intensità sismica (percento)	15.572	6.566
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.50	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Rettangolare

Analisi della spinta

Pressioni terreno

Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo
 Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.
 Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

σ_{am}	sigma attiva da monte
σ_{av}	sigma attiva da valle
σ_{pm}	sigma passiva da monte
σ_{pv}	sigma passiva da valle
δ_a	inclinazione spinta attiva espressa in [°]
δ_p	inclinazione spinta passiva espressa in [°]

Combinazione n° 1

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	984	0	4942	0	8,1	0,0
21	2,00	2534	0	8941	0	8,1	0,0
31	3,00	4086	0	12941	0	8,1	0,0
41	4,00	5639	0	16941	0	8,1	0,0
51	5,00	7193	4038	20941	0	8,1	0,0
61	6,00	8746	5137	24941	9	8,1	0,0
71	6,80	3664	2950	67637	23791	18,4	0,0
81	7,80	4562	3567	73186	23340	18,4	0,0
91	8,60	0	0	279412	93656	22,0	0,0
101	9,60	0	0	286511	92784	22,0	0,0

Combinazione n° 2

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1827	0	7088	0	8,1	0,0
11	1,00	3397	0	11160	0	8,1	0,0
21	2,00	4949	0	12504	0	8,1	0,0
31	3,00	6502	0	14732	0	8,1	0,0
41	4,00	7196	0	18291	0	8,1	0,0
51	5,00	7930	4038	21969	0	8,1	0,0
61	6,00	9634	5137	25733	9	8,1	0,0
71	6,80	4074	2950	75962	23791	18,4	0,0
81	7,80	5032	3567	76148	23340	18,4	0,0
91	8,60	0	0	289128	93656	22,0	0,0
101	9,60	0	0	288755	92784	22,0	0,0

Combinazione n° 3

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1332	0	1753	0	8,1	0,0
11	1,00	2281	0	4848	0	8,1	0,0
21	2,00	3472	0	7924	0	8,1	0,0
31	3,00	4666	0	10567	0	8,1	0,0
41	4,00	5661	0	13632	0	8,1	0,0
51	5,00	6864	2976	16442	1926	8,1	0,0
61	6,00	8063	3823	19438	18	8,1	0,0
71	6,80	2569	2040	54217	20324	18,4	0,0
81	7,80	3223	2518	57808	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	256505	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	261018	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 4

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1344	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	1971	0	4019	0	8,1	0,0
21	2,00	3162	0	7095	0	8,1	0,0
31	3,00	4355	0	10172	0	8,1	0,0
41	4,00	5549	0	13249	0	8,1	0,0
51	5,00	6744	2976	16326	1926	8,1	0,0
61	6,00	7939	3823	19403	18	8,1	0,0
71	6,80	2546	2040	53224	20324	18,4	0,0
81	7,80	3232	2518	57481	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	255289	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	260691	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 5

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	757	0	1753	0	8,1	0,0
11	1,00	1706	0	4848	0	8,1	0,0
21	2,00	2897	0	7924	0	8,1	0,0
31	3,00	4091	0	10567	0	8,1	0,0
41	4,00	5086	0	13632	0	8,1	0,0
51	5,00	6289	2976	16442	1926	8,1	0,0
61	6,00	7488	3823	19438	18	8,1	0,0
71	6,80	2569	2040	54217	20324	18,4	0,0
81	7,80	3223	2518	57808	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	256505	84753	22,0	0,0

101	9,60	0	0	261018	84454	22,0	0,0
Combinazione n° 6							
n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	809	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	1436	0	4019	0	8,1	0,0
21	2,00	2627	0	7095	0	8,1	0,0
31	3,00	3821	0	10172	0	8,1	0,0
41	4,00	5015	0	13249	0	8,1	0,0
51	5,00	6210	2976	16326	1926	8,1	0,0
61	6,00	7405	3823	19403	18	8,1	0,0
71	6,80	2546	2040	53224	20324	18,4	0,0
81	7,80	3232	2518	57481	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	255289	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	260691	84454	22,0	0,0
Combinazione n° 7							
n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	715	0	6,5	0,0
11	1,00	836	0	3549	0	6,5	0,0
21	2,00	2150	0	6375	0	6,5	0,0
31	3,00	3466	0	9202	0	6,5	0,0
41	4,00	4782	0	12029	0	6,5	0,0
51	5,00	6099	3424	14855	13	6,5	0,0
61	6,00	7415	4343	17682	20	6,5	0,0
71	6,80	3546	2734	41098	16378	14,9	0,0
81	7,80	4384	3300	44935	8651	14,9	0,0
91	8,60	0	0	175431	68993	17,9	0,0
101	9,60	0	0	180332	65933	17,9	0,0
Combinazione n° 8							
n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1807	0	5616	0	6,5	0,0
11	1,00	3140	0	8500	0	6,5	0,0
21	2,00	4456	0	9262	0	6,5	0,0
31	3,00	5767	0	10675	0	6,5	0,0
41	4,00	6305	0	13181	0	6,5	0,0
51	5,00	6720	3424	15765	13	6,5	0,0
61	6,00	8203	4343	18406	20	6,5	0,0
71	6,80	4003	2734	46927	16378	14,9	0,0
81	7,80	4845	3300	47041	8651	14,9	0,0
91	8,60	0	0	182182	68993	17,9	0,0
101	9,60	0	0	182850	65933	17,9	0,0
Combinazione n° 9							
n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1473	0	1469	0	6,5	0,0
11	1,00	2663	0	4310	0	6,5	0,0
21	2,00	3977	0	7137	0	6,5	0,0
31	3,00	5293	0	9572	0	6,5	0,0
41	4,00	6389	0	12384	0	6,5	0,0
51	5,00	7716	3424	14972	13	6,5	0,0
61	6,00	9037	4343	17724	20	6,5	0,0
71	6,80	3590	2734	41868	16378	14,9	0,0
81	7,80	4384	3300	45177	8651	14,9	0,0
91	8,60	0	0	176326	68993	17,9	0,0
101	9,60	0	0	180693	65933	17,9	0,0
Combinazione n° 10							
n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1525	0	715	0	6,5	0,0
11	1,00	2361	0	3549	0	6,5	0,0
21	2,00	3675	0	6375	0	6,5	0,0
31	3,00	4990	0	9202	0	6,5	0,0
41	4,00	6307	0	12029	0	6,5	0,0
51	5,00	7624	3424	14855	13	6,5	0,0
61	6,00	8940	4343	17682	20	6,5	0,0
71	6,80	3546	2734	41098	16378	14,9	0,0
81	7,80	4384	3300	44935	8651	14,9	0,0
91	8,60	0	0	175431	68993	17,9	0,0
101	9,60	0	0	180332	65933	17,9	0,0
Combinazione n° 11							
n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	865	0	1469	0	6,5	0,0

11	1,00	2056	0	4310	0	6,5	0,0
21	2,00	3370	0	7137	0	6,5	0,0
31	3,00	4686	0	9572	0	6,5	0,0
41	4,00	5782	0	12384	0	6,5	0,0
51	5,00	7108	3424	14972	13	6,5	0,0
61	6,00	8430	4343	17724	20	6,5	0,0
71	6,80	3590	2734	41868	16378	14,9	0,0
81	7,80	4384	3300	45177	8651	14,9	0,0
91	8,60	0	0	176326	68993	17,9	0,0
101	9,60	0	0	180693	65933	17,9	0,0

Combinazione n° 12

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	956	0	715	0	6,5	0,0
11	1,00	1792	0	3549	0	6,5	0,0
21	2,00	3106	0	6375	0	6,5	0,0
31	3,00	4422	0	9202	0	6,5	0,0
41	4,00	5738	0	12029	0	6,5	0,0
51	5,00	7055	3424	14855	13	6,5	0,0
61	6,00	8372	4343	17682	20	6,5	0,0
71	6,80	3546	2734	41098	16378	14,9	0,0
81	7,80	4384	3300	44935	8651	14,9	0,0
91	8,60	0	0	175431	68993	17,9	0,0
101	9,60	0	0	180332	65933	17,9	0,0

Combinazione n° 13

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	1753	0	8,1	0,0
11	1,00	948	0	4848	0	8,1	0,0
21	2,00	2140	0	7924	0	8,1	0,0
31	3,00	3334	0	10567	0	8,1	0,0
41	4,00	4329	0	13632	0	8,1	0,0
51	5,00	5532	2976	16442	1926	8,1	0,0
61	6,00	6730	3823	19438	18	8,1	0,0
71	6,80	2569	2040	54217	20324	18,4	0,0
81	7,80	3223	2518	57808	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	256505	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	261018	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 14

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	627	0	4019	0	8,1	0,0
21	2,00	1818	0	7095	0	8,1	0,0
31	3,00	3011	0	10172	0	8,1	0,0
41	4,00	4206	0	13249	0	8,1	0,0
51	5,00	5400	2976	16326	1926	8,1	0,0
61	6,00	6595	3823	19403	18	8,1	0,0
71	6,80	2546	2040	53224	20324	18,4	0,0
81	7,80	3232	2518	57481	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	255289	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	260691	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 15

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	627	0	4019	0	8,1	0,0
21	2,00	1818	0	7095	0	8,1	0,0
31	3,00	3011	0	10172	0	8,1	0,0
41	4,00	4206	0	13249	0	8,1	0,0
51	5,00	5400	2976	16326	1926	8,1	0,0
61	6,00	6595	3823	19403	18	8,1	0,0
71	6,80	2546	2040	53224	20324	18,4	0,0
81	7,80	3232	2518	57481	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	255289	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	260691	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 16

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	627	0	4019	0	8,1	0,0
21	2,00	1818	0	7095	0	8,1	0,0
31	3,00	3011	0	10172	0	8,1	0,0
41	4,00	4206	0	13249	0	8,1	0,0
51	5,00	5400	2976	16326	1926	8,1	0,0

61	6,00	6595	3823	19403	18	8,1	0,0
71	6,80	2546	2040	53224	20324	18,4	0,0
81	7,80	3232	2518	57481	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	255289	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	260691	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 17

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	1032	0	5036	0	8,1	0,0
11	1,00	2234	0	8164	0	8,1	0,0
21	2,00	3428	0	9444	0	8,1	0,0
31	3,00	4622	0	11935	0	8,1	0,0
41	4,00	5205	0	14093	0	8,1	0,0
51	5,00	5929	2976	16957	1926	8,1	0,0
61	6,00	7203	3823	19882	18	8,1	0,0
71	6,80	2830	2040	58708	20324	18,4	0,0
81	7,80	3555	2518	59423	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	261846	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	262146	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 18

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	635	0	4010	0	8,1	0,0
11	1,00	1832	0	7128	0	8,1	0,0
21	2,00	3025	0	8991	0	8,1	0,0
31	3,00	4219	0	11760	0	8,1	0,0
41	4,00	4864	0	13902	0	8,1	0,0
51	5,00	5829	2976	16754	1926	8,1	0,0
61	6,00	7068	3823	19719	18	8,1	0,0
71	6,80	2790	2040	57248	20324	18,4	0,0
81	7,80	3440	2518	58880	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	260109	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	261790	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 19

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	0	0	1753	0	8,1	0,0
11	1,00	948	0	4848	0	8,1	0,0
21	2,00	2140	0	7924	0	8,1	0,0
31	3,00	3334	0	10567	0	8,1	0,0
41	4,00	4329	0	13632	0	8,1	0,0
51	5,00	5532	2976	16442	1926	8,1	0,0
61	6,00	6730	3823	19438	18	8,1	0,0
71	6,80	2569	2040	54217	20324	18,4	0,0
81	7,80	3223	2518	57808	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	256505	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	261018	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 20

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	509	0	1753	0	8,1	0,0
11	1,00	1458	0	4848	0	8,1	0,0
21	2,00	2649	0	7924	0	8,1	0,0
31	3,00	3843	0	10567	0	8,1	0,0
41	4,00	4838	0	13632	0	8,1	0,0
51	5,00	6041	2976	16442	1926	8,1	0,0
61	6,00	7240	3823	19438	18	8,1	0,0
71	6,80	2569	2040	54217	20324	18,4	0,0
81	7,80	3223	2518	57808	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	256505	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	261018	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 21

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	253	0	1753	0	8,1	0,0
11	1,00	1202	0	4848	0	8,1	0,0
21	2,00	2393	0	7924	0	8,1	0,0
31	3,00	3587	0	10567	0	8,1	0,0
41	4,00	4582	0	13632	0	8,1	0,0
51	5,00	5785	2976	16442	1926	8,1	0,0
61	6,00	6984	3823	19438	18	8,1	0,0
71	6,80	2569	2040	54217	20324	18,4	0,0
81	7,80	3223	2518	57808	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	256505	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	261018	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 22

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	503	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	1130	0	4019	0	8,1	0,0
21	2,00	2321	0	7095	0	8,1	0,0
31	3,00	3514	0	10172	0	8,1	0,0
41	4,00	4708	0	13249	0	8,1	0,0
51	5,00	5903	2976	16326	1926	8,1	0,0
61	6,00	7098	3823	19403	18	8,1	0,0
71	6,80	2546	2040	53224	20324	18,4	0,0
81	7,80	3232	2518	57481	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	255289	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	260691	84454	22,0	0,0

Combinazione n° 23

n°	Y(m)	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
1	0,00	262	0	932	0	8,1	0,0
11	1,00	889	0	4019	0	8,1	0,0
21	2,00	2080	0	7095	0	8,1	0,0
31	3,00	3273	0	10172	0	8,1	0,0
41	4,00	4468	0	13249	0	8,1	0,0
51	5,00	5662	2976	16326	1926	8,1	0,0
61	6,00	6857	3823	19403	18	8,1	0,0
71	6,80	2546	2040	53224	20324	18,4	0,0
81	7,80	3232	2518	57481	18455	18,4	0,0
91	8,60	0	0	255289	84753	22,0	0,0
101	9,60	0	0	260691	84454	22,0	0,0

Analisi della paratia**L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico**

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 100 elementi fuori terra e 108 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

La costante di Winkler si assume costante su ogni strato.

Altezza fuori terra della paratia	5,00	[m]
Profondità di infissione	5,40	[m]
Altezza totale della paratia	10,40	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
1	[A1-M1]	25671	4,22	--	--	--	--	-25018	7,29	7750	9,98
2	[A1-M1]	36753	3,70	--	--	--	--	-32931	7,25	10915	9,97
3	[A1-M1 S]	19999	4,39	8259	2,50	--	--	-25859	7,26	8403	9,97
4	[A1-M1 S]	18650	4,51	8330	2,50	--	--	-24916	7,27	8033	9,97
5	[A1-M1 S]	20063	4,28	4694	2,50	--	--	-23067	7,27	7393	9,97
6	[A1-M1 S]	18710	4,41	5018	2,50	--	--	-22322	7,28	7095	9,98
7	[A2-M2]	21851	4,22	--	--	--	--	-21261	7,31	6603	9,99
8	[A2-M2]	32438	3,65	--	--	--	--	-28871	7,40	10047	10,02
9	[A2-M2 S]	23216	4,35	9130	2,50	--	--	-29600	7,40	10009	10,02
10	[A2-M2 S]	21714	4,48	9455	2,50	--	--	-28731	7,37	9566	10,01
11	[A2-M2 S]	23271	4,25	5366	2,50	--	--	-26553	7,33	8655	10,00
12	[A2-M2 S]	21765	4,38	5928	2,50	--	--	-25892	7,32	8332	10,00
13	[ECCEZ]	20147	4,14	--	--	--	--	-19363	7,25	6469	9,96
14	[SLER]	18800	4,25	--	--	--	--	-18399	7,29	5681	9,98
15	[SLEF]	18800	4,25	--	--	--	--	-18399	7,29	5681	9,98
16	[SLEQ]	18800	4,25	--	--	--	--	-18399	7,29	5681	9,98

17	[SLER]	26110	3,76	--	--	--	--	-23644	7,26	7771	9,97
18	[SLEF]	24208	3,86	--	--	--	--	-22283	7,27	7224	9,97
19	[SLEQ]	20147	4,14	--	--	--	--	-19395	7,28	6068	9,98
20	[SLEQ S]	20091	4,24	3157	2,50	--	--	-21863	7,28	6958	9,98
21	[SLEQ S]	20119	4,19	1569	2,50	--	--	-20622	7,28	6510	9,98
22	[SLEQ S]	18744	4,35	3117	2,50	--	--	-20835	7,28	6559	9,98
23	[SLEQ S]	18771	4,30	1625	2,50	--	--	-19669	7,29	6139	9,98

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Rc	Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kg]
Rt	Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kg]
Rv	Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kg]
Rp	Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kg]

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
1	[A1-M1]	0	0,00	--	--	-8403	0,40	--	--
2	[A1-M1]	0	0,00	--	--	-14736	0,40	--	--
3	[A1-M1 S]	0	0,00	--	--	-10801	0,40	--	--
4	[A1-M1 S]	0	0,00	--	--	-10098	0,40	--	--
5	[A1-M1 S]	0	0,00	--	--	-9083	0,40	--	--
6	[A1-M1 S]	0	0,00	--	--	-8501	0,40	--	--
7	[A2-M2]	0	0,00	--	--	-7193	0,40	--	--
8	[A2-M2]	0	0,00	--	--	-13613	0,40	--	--
9	[A2-M2 S]	0	0,00	--	--	-12755	0,40	--	--
10	[A2-M2 S]	0	0,00	--	--	-12003	0,40	--	--
11	[A2-M2 S]	0	0,00	--	--	-10738	0,40	--	--
12	[A2-M2 S]	0	0,00	--	--	-10133	0,40	--	--
13	[ECCEZ]	3300	0,00	--	--	-10553	0,40	--	--
14	[SLER]	0	0,00	--	--	-6082	0,40	--	--
15	[SLEF]	0	0,00	--	--	-6082	0,40	--	--
16	[SLEQ]	0	0,00	--	--	-6082	0,40	--	--
17	[SLER]	0	0,00	--	--	-10236	0,40	--	--
18	[SLEF]	0	0,00	--	--	-9148	0,40	--	--
19	[SLEQ]	0	0,00	--	--	-6820	0,40	--	--
20	[SLEQ S]	0	0,00	--	--	-8342	0,40	--	--
21	[SLEQ S]	0	0,00	--	--	-7577	0,40	--	--
22	[SLEQ S]	0	0,00	--	--	-7584	0,40	--	--
23	[SLEQ S]	0	0,00	--	--	-6865	0,40	--	--

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{NUL}	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P _{INV}	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C _{ROT}	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
MP	Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
R/R _{MAX}	Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]
Pp	Portanza di punta, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL}	P _{INV}	C _{ROT}	MP	R/R _{MAX}	Pp
1	[A1-M1]	6,18	6,25	9,17	22.02	6,44	455324
2	[A1-M1]	6,18	6,25	9,12	22.02	8,42	455324
3	[A1-M1 S]	6,18	6,25	9,14	22.02	7,40	455324
4	[A1-M1 S]	6,18	6,25	9,14	22.02	7,12	455324
5	[A1-M1 S]	6,18	6,25	9,15	22.02	6,58	455324
6	[A1-M1 S]	6,18	6,25	9,15	22.02	6,48	455324
7	[A2-M2]	6,18	6,25	9,20	34.86	8,55	273892
8	[A2-M2]	6,18	6,25	9,26	56.88	12,11	273892
9	[A2-M2 S]	6,18	6,25	9,26	56.88	12,36	273892
10	[A2-M2 S]	6,18	6,25	9,25	56.88	11,96	273892
11	[A2-M2 S]	6,18	6,25	9,22	52.29	10,80	273892
12	[A2-M2 S]	6,18	6,25	9,22	50.46	10,51	273892
13	[ECCEZ]	6,18	6,25	9,12	22.02	5,58	455324
14	[SLER]	6,18	6,25	9,17	22.02	5,30	455324
15	[SLEF]	6,18	6,25	9,17	22.02	5,30	455324
16	[SLEQ]	6,18	6,25	9,17	22.02	5,30	455324
17	[SLER]	6,18	6,25	9,13	22.02	6,76	455324
18	[SLEF]	6,18	6,25	9,14	22.02	6,36	455324
19	[SLEQ]	6,18	6,25	9,16	22.02	5,60	455324
20	[SLEQ S]	6,18	6,25	9,15	22.02	6,22	455324

21	[SLEQ S]	6,18	6,25	9,16	22.02	5,97	455324
22	[SLEQ S]	6,18	6,25	9,16	22.02	6,03	455324
23	[SLEQ S]	6,18	6,25	9,16	22.02	5,68	455324

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
Y	posizione del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
R _x /ml	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀ /ml	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

Combinazione n° 1

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-8403,29	--	0,73

Combinazione n° 2

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-14736,45	--	1,28

Combinazione n° 3

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-10801,50	--	0,94

Combinazione n° 4

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-10097,54	--	0,88

Combinazione n° 5

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-9083,34	--	0,79

Combinazione n° 6

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-8500,96	--	0,74

Combinazione n° 7

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-7193,38	--	0,63

Combinazione n° 8

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-13613,06	--	1,18

Combinazione n° 9

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-12754,64	--	1,11

Combinazione n° 10

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-12003,20	--	1,04

Combinazione n° 11

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-10738,15	--	0,93

Combinazione n° 12

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-10132,56	--	0,88

Combinazione n° 13

n°	Y	R _x	R ₀	u
1	0,40	-10553,29	--	0,92

Combinazione n° 14

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-6081,99	--	0,53

Combinazione n° 15

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-6081,99	--	0,53

Combinazione n° 16

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-6081,99	--	0,53

Combinazione n° 17

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-10235,64	--	0,89

Combinazione n° 18

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-9147,66	--	0,80

Combinazione n° 19

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-6820,43	--	0,59

Combinazione n° 20

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-8342,45	--	0,73

Combinazione n° 21

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-7576,86	--	0,66

Combinazione n° 22

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-7584,49	--	0,66

Combinazione n° 23

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,40	-6865,13	--	0,60

Pressioni orizzontali agenti sulla paratia

Simbologia adottata

- N° numero d'ordine della sezione
- Y ordinata della sezione espressa in [m]
- P pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

Combinazione n° 1

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	209,60
21	1,00	973,98
31	1,50	1740,71
41	2,00	2508,49
51	2,50	3276,78
61	3,00	4045,33
71	3,50	4814,04
81	4,00	5582,85
91	4,50	6351,73
101	5,00	7120,66
111	5,50	7854,40

121	6,00	8649,79
31	6,50	-14788,62
41	7,00	-10896,12
51	7,50	-7483,77
61	8,00	-4631,74
71	8,50	-8754,61
81	9,00	-1953,25
91	9,50	3569,09
101	10,00	8435,90

Combinazione n° 2

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	2517,70
21	0,95	3285,81
31	1,45	4054,16
41	1,95	4822,68
51	2,45	5591,32
61	2,95	6360,05
71	3,45	6859,96
81	3,95	7101,73
91	4,45	7313,98
101	4,95	7761,37
111	5,45	8590,02
121	5,95	9442,92
31	6,50	-20120,20
41	7,00	-14628,11
51	7,50	-9897,78
61	8,00	-6006,92
71	8,50	-10949,28
81	9,00	-1933,31
91	9,50	5306,04
101	10,00	11644,40

Combinazione n° 3

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1610,93
21	0,95	2198,77
31	1,45	2788,16
41	1,95	3378,34
51	2,45	3968,98
61	2,95	4559,89
71	3,45	5074,64
81	3,95	5544,76
91	4,45	6140,88
101	4,95	6735,51
111	5,40	7248,85
121	5,90	7848,12
31	6,50	-15649,05
41	7,00	-11421,53
51	7,50	-7762,11
61	8,00	-4738,28
71	8,50	-8732,23
81	9,00	-1666,44
91	9,50	4025,73
101	10,00	9019,18

Combinazione n° 4

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1330,09
21	0,95	1892,09
31	1,45	2480,86
41	1,95	3070,80
51	2,45	3661,35
61	2,95	4252,23
71	3,45	4843,32
81	3,95	5434,54
91	4,45	6025,86
101	4,95	6617,24
111	5,40	7128,46
121	5,90	7725,98
31	6,50	-15021,37
41	7,00	-10980,31
51	7,50	-7475,22

61	8,00	-4573,58
71	8,50	-8464,72
81	9,00	-1661,92
91	9,50	3825,51
101	10,00	8643,03

Combinazione n° 5

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1041,80
21	0,95	1629,65
31	1,45	2219,03
41	1,95	2809,22
51	2,45	3399,85
61	2,95	3990,77
71	3,45	4505,51
81	3,95	4975,64
91	4,45	5571,76
101	4,95	6166,39
111	5,40	6679,72
121	5,90	7279,00
31	6,50	-13867,64
41	7,00	-10148,63
51	7,50	-6917,98
61	8,00	-4239,83
71	8,50	-7871,79
81	9,00	-1577,35
91	9,50	3504,90
101	10,00	7969,25

Combinazione n° 6

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	801,25
21	0,95	1363,26
31	1,45	1952,03
41	1,95	2541,97
51	2,45	3132,51
61	2,95	3723,39
71	3,45	4314,48
81	3,95	4905,71
91	4,45	5497,02
101	4,95	6088,40
111	5,40	6599,62
121	5,90	7197,14
31	6,50	-13366,02
41	7,00	-9797,48
51	7,50	-6690,82
61	8,00	-4110,41
71	8,50	-7665,17
81	9,00	-1579,13
91	9,50	3341,54
101	10,00	7667,40

Combinazione n° 7

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	180,32
21	1,00	830,73
31	1,50	1482,90
41	2,00	2135,94
51	2,50	2789,42
61	3,00	3443,16
71	3,50	4097,06
81	4,00	4751,06
91	4,50	5405,12
101	5,00	6059,23
111	5,45	6632,59
121	5,95	7283,44
31	6,50	-13012,17
41	7,00	-9671,58
51	7,50	-4016,36
61	8,00	-4225,72
71	8,50	-8211,53
81	9,00	-2114,64
91	9,50	2880,69

101	10,00	7306,15
-----	-------	---------

Combinazione n° 8

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	2400,99
21	0,95	3054,50
31	1,45	3708,19
41	1,95	4362,00
51	2,45	5015,90
61	2,95	5666,95
71	3,45	6006,63
81	3,95	6241,27
91	4,45	6452,54
101	4,95	6652,50
111	5,40	7240,12
121	5,90	7987,73
31	6,50	-16465,24
41	7,00	-11532,53
51	7,50	-3491,21
61	8,00	-4301,71
71	8,50	-14745,60
81	9,00	-4590,55
91	9,50	3861,84
101	10,00	11417,21

Combinazione n° 9

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1929,44
21	0,95	2580,74
31	1,45	3233,27
41	1,95	3886,43
51	2,45	4539,95
61	2,95	5193,70
71	3,45	5687,50
81	3,95	6282,06
91	4,45	6941,99
101	4,95	7600,01
111	5,40	8173,36
121	5,90	8830,01
31	6,50	-16891,19
41	7,00	-11930,27
51	7,50	-4004,79
61	8,00	-4695,06
71	8,50	-14619,69
81	9,00	-4529,82
91	9,50	3864,47
101	10,00	11365,95

Combinazione n° 10

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1605,28
21	0,95	2280,73
31	1,45	2932,76
41	1,95	3585,73
51	2,45	4239,18
61	2,95	4892,90
71	3,45	5546,78
81	3,95	6200,77
91	4,45	6854,83
101	4,95	7508,95
111	5,40	8079,81
121	5,90	8734,40
31	6,50	-16953,39
41	7,00	-11956,18
51	7,50	-4016,36
61	8,00	-4680,35
71	8,50	-13608,26
81	9,00	-4104,47
91	9,50	3782,15
101	10,00	10819,92

Combinazione n° 11

N°	Y	P
----	---	---

1	0,00	0,00
11	0,45	1326,15
21	0,95	1977,45
31	1,45	2629,98
41	1,95	3283,14
51	2,45	3936,66
61	2,95	4590,41
71	3,45	5084,21
81	3,95	5678,77
91	4,45	6338,70
101	4,95	6996,72
111	5,40	7570,07
121	5,90	8226,72
31	6,50	-16891,19
41	7,00	-11930,27
51	7,50	-4004,79
61	8,00	-4695,06
71	8,50	-11400,75
81	9,00	-3159,37
91	9,50	3630,20
101	10,00	9664,14

Combinazione n° 12

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1040,10
21	0,95	1715,55
31	1,45	2367,58
41	1,95	3020,55
51	2,45	3674,00
61	2,95	4327,72
71	3,45	4981,60
81	3,95	5635,59
91	4,45	6289,65
101	4,95	6943,77
111	5,40	7514,62
121	5,90	8169,22
31	6,50	-16663,42
41	7,00	-11956,18
51	7,50	-4016,36
61	8,00	-4680,35
71	8,50	-10775,73
81	9,00	-2920,09
91	9,50	3540,39
101	10,00	9276,15

Combinazione n° 13

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	350,91
21	1,00	938,97
31	1,50	1528,46
41	2,00	2118,70
51	2,50	2709,37
61	3,00	3300,31
71	3,50	3786,93
81	4,00	4285,80
91	4,50	4881,72
101	5,00	5476,25
111	5,45	5985,17
121	5,95	6587,09
31	6,50	-11876,12
41	7,00	-8620,91
51	7,50	-5822,78
61	8,00	-3525,44
71	8,50	-6396,98
81	9,00	-1091,51
91	9,50	3162,80
101	10,00	6884,67

Combinazione n° 14

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	0,00
21	1,00	620,79
31	1,50	1209,72

41	2,00	1799,74
51	2,50	2390,33
61	3,00	2981,24
71	3,50	3572,35
81	4,00	4163,58
91	4,50	4754,90
101	5,00	5346,29
111	5,45	5853,17
121	5,95	6453,39
31	6,50	-10857,99
41	7,00	-8005,38
51	7,50	-5502,36
61	8,00	-3408,66
71	8,50	-6453,77
81	9,00	-1453,70
91	9,50	2608,29
101	10,00	6189,22

Combinazione n° 15

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	0,00
21	1,00	620,79
31	1,50	1209,72
41	2,00	1799,74
51	2,50	2390,33
61	3,00	2981,24
71	3,50	3572,35
81	4,00	4163,58
91	4,50	4754,90
101	5,00	5346,29
111	5,45	5853,17
121	5,95	6453,39
31	6,50	-10857,99
41	7,00	-8005,38
51	7,50	-5502,36
61	8,00	-3408,66
71	8,50	-6453,77
81	9,00	-1453,70
91	9,50	2608,29
101	10,00	6189,22

Combinazione n° 16

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	0,00
21	1,00	620,79
31	1,50	1209,72
41	2,00	1799,74
51	2,50	2390,33
61	3,00	2981,24
71	3,50	3572,35
81	4,00	4163,58
91	4,50	4754,90
101	5,00	5346,29
111	5,45	5853,17
121	5,95	6453,39
31	6,50	-10857,99
41	7,00	-8005,38
51	7,50	-5502,36
61	8,00	-3408,66
71	8,50	-6453,77
81	9,00	-1453,70
91	9,50	2608,29
101	10,00	6189,22

Combinazione n° 17

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1562,60
21	0,95	2152,90
31	1,45	2743,53
41	1,95	3334,38
51	2,45	3925,41
61	2,95	4516,54
71	3,45	4941,16

81	3,95	5134,91
91	4,45	5305,10
101	4,95	5803,84
111	5,40	6360,47
121	5,90	6991,88
31	6,50	-14386,55
41	7,00	-10477,02
51	7,50	-7102,51
61	8,00	-4321,38
71	8,50	-7914,73
81	9,00	-1446,89
91	9,50	3753,86
101	10,00	8311,20

Combinazione n° 18

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	1165,12
21	0,95	1755,00
31	1,45	2345,38
41	1,95	2936,08
51	2,45	3527,01
61	2,95	4118,08
71	3,45	4570,82
81	3,95	4794,90
91	4,45	5079,64
101	4,95	5708,52
111	5,40	6244,15
121	5,90	6860,40
31	6,50	-13469,39
41	7,00	-9835,41
51	7,50	-6687,80
61	8,00	-4085,39
71	8,50	-7539,06
81	9,00	-1451,73
91	9,50	3454,19
101	10,00	7758,94

Combinazione n° 19

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,50	350,91
21	1,00	938,97
31	1,50	1528,46
41	2,00	2118,70
51	2,50	2709,37
61	3,00	3300,31
71	3,50	3786,93
81	4,00	4285,80
91	4,50	4881,72
101	5,00	5476,25
111	5,45	5985,17
121	5,95	6587,09
31	6,50	-11521,42
41	7,00	-8472,14
51	7,50	-5806,20
61	8,00	-3583,35
71	8,50	-6738,54
81	9,00	-1460,01
91	9,50	2818,95
101	10,00	6586,43

Combinazione n° 20

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	796,40
21	0,95	1384,24
31	1,45	1973,63
41	1,95	2563,81
51	2,45	3154,45
61	2,95	3745,36
71	3,45	4260,10
81	3,95	4730,23
91	4,45	5326,35
101	4,95	5920,98
111	5,40	6434,32

121	5,90	7033,59
31	6,50	-13099,47
41	7,00	-9599,74
51	7,50	-6553,97
61	8,00	-4024,90
71	8,50	-7500,75
81	9,00	-1538,93
91	9,50	3280,32
101	10,00	7516,51

Combinazione n° 21

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	542,81
21	0,95	1130,65
31	1,45	1720,04
41	1,95	2310,22
51	2,45	2900,86
61	2,95	3491,77
71	3,45	4006,52
81	3,95	4476,64
91	4,45	5072,76
101	4,95	5667,40
111	5,40	6180,73
121	5,90	6780,00
31	6,50	-12305,69
41	7,00	-9032,55
51	7,50	-6177,83
61	8,00	-3802,80
71	8,50	-7117,35
81	9,00	-1499,24
91	9,50	3048,25
101	10,00	7048,67

Combinazione n° 22

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	497,68
21	0,95	1059,68
31	1,45	1648,45
41	1,95	2238,39
51	2,45	2828,93
61	2,95	3419,82
71	3,45	4010,91
81	3,95	4602,13
91	4,45	5193,45
101	4,95	5784,82
111	5,40	6296,04
121	5,90	6893,57
31	6,50	-12415,80
41	7,00	-9118,51
51	7,50	-6240,55
61	8,00	-3844,54
71	8,50	-7206,21
81	9,00	-1531,61
91	9,50	3063,73
101	10,00	7107,36

Combinazione n° 23

N°	Y	P
1	0,00	0,00
11	0,45	259,40
21	0,95	821,41
31	1,45	1410,18
41	1,95	2000,12
51	2,45	2590,66
61	2,95	3181,54
71	3,45	3772,63
81	3,95	4363,86
91	4,45	4955,17
101	4,95	5546,55
111	5,40	6057,77
121	5,90	6655,29
31	6,50	-11669,96
41	7,00	-8585,57
51	7,50	-5887,12

61	8,00	-3635,85
71	8,50	-6845,96
81	9,00	-1494,31
91	9,50	2845,68
101	10,00	6667,78

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
1	[A1-M1]	12679	7,70	17267	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-18255	3,65	-8403	0,40	0	0,00	MIN
2	[A1-M1]	18809	7,55	22016	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-23603	3,35	-13885	0,40	0	0,00	MIN
3	[A1-M1 S]	14264	7,60	17455	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-18368	3,45	-10251	0,40	0	0,00	MIN
4	[A1-M1 S]	13556	7,60	16882	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-17712	3,50	-9566	0,40	0	0,00	MIN
5	[A1-M1 S]	12422	7,60	15674	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-16524	3,50	-8760	0,40	0	0,00	MIN
6	[A1-M1 S]	11845	7,65	15227	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-16011	3,55	-8180	0,40	0	0,00	MIN
7	[A2-M2]	10356	7,80	14657	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-15666	3,70	-7193	0,40	0	0,00	MIN
8	[A2-M2]	14699	8,00	18825	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-21810	3,40	-12785	0,40	0	0,00	MIN
9	[A2-M2 S]	14664	8,05	19591	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-21981	3,50	-12108	0,40	0	0,00	MIN
10	[A2-M2 S]	14173	8,00	19165	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-21232	3,55	-11397	0,40	0	0,00	MIN
11	[A2-M2 S]	13244	7,85	17898	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-19428	3,55	-10333	0,40	0	0,00	MIN
12	[A2-M2 S]	12852	7,80	17560	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-18901	3,60	-9753	0,40	0	0,00	MIN
13	[ECCEZ]	11215	7,50	12894	6,15	18481	10,40	MAX
--	--	-10916	3,70	-7230	0,40	0	0,00	MIN
14	[SLER]	9270	7,70	12718	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-13474	3,70	-6082	0,50	0	0,00	MIN
15	[SLEF]	9270	7,70	12718	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-13474	3,70	-6082	0,50	0	0,00	MIN
16	[SLEQ]	9270	7,70	12718	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-13474	3,70	-6082	0,50	0	0,00	MIN
17	[SLER]	13303	7,55	15874	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-17014	3,40	-9730	0,40	0	0,00	MIN
18	[SLEF]	12239	7,60	15060	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-16051	3,45	-8800	0,40	0	0,00	MIN
19	[SLEQ]	10005	7,65	13327	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-14123	3,60	-6797	0,40	0	0,00	MIN
20	[SLEQ S]	11627	7,60	14905	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-15734	3,55	-8118	0,40	0	0,00	MIN
21	[SLEQ S]	10811	7,65	14111	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-14920	3,55	-7453	0,40	0	0,00	MIN
22	[SLEQ S]	10868	7,65	14276	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-15044	3,60	-7385	0,40	0	0,00	MIN
23	[SLEQ S]	10101	7,65	13530	6,15	7981	10,40	MAX
--	--	-14289	3,65	-6761	0,40	0	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
U	spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
V	spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V
----	------	---	----------------	---	----------------

1	[A1-M1]	0,8738	2,75	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0813	10,40	0,0000	0,00	MIN
2	[A1-M1]	1,3670	2,10	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,1102	10,40	0,0000	0,00	MIN
3	[A1-M1 S]	1,0226	2,25	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0858	10,40	0,0000	0,00	MIN
4	[A1-M1 S]	0,9657	2,35	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0824	10,40	0,0000	0,00	MIN
5	[A1-M1 S]	0,8801	2,40	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0761	10,40	0,0000	0,00	MIN
6	[A1-M1 S]	0,8340	2,45	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0733	10,40	0,0000	0,00	MIN
7	[A2-M2]	0,7522	2,75	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0715	10,40	0,0000	0,00	MIN
8	[A2-M2]	1,2830	2,25	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,1151	10,40	0,0000	0,00	MIN
9	[A2-M2 S]	1,2329	2,40	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,1145	10,40	0,0000	0,00	MIN
10	[A2-M2 S]	1,1680	2,45	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,1084	10,40	0,0000	0,00	MIN
11	[A2-M2 S]	1,0486	2,45	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0955	10,40	0,0000	0,00	MIN
12	[A2-M2 S]	0,9987	2,50	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0914	10,40	0,0000	0,00	MIN
13	[ECCEZ]	0,9327	0,00	0,0153	0,00	MAX
--	--	-0,0650	10,40	0,0000	0,00	MIN
14	[SLER]	0,6376	2,75	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0597	10,40	0,0000	0,00	MIN
15	[SLEF]	0,6376	2,75	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0597	10,40	0,0000	0,00	MIN
16	[SLEQ]	0,6376	2,75	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0597	10,40	0,0000	0,00	MIN
17	[SLER]	0,9602	2,20	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0788	10,40	0,0000	0,00	MIN
18	[SLEF]	0,8742	2,30	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0738	10,40	0,0000	0,00	MIN
19	[SLEQ]	0,6949	2,65	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0633	10,40	0,0000	0,00	MIN
20	[SLEQ S]	0,8191	2,45	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0719	10,40	0,0000	0,00	MIN
21	[SLEQ S]	0,7564	2,55	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0675	10,40	0,0000	0,00	MIN
22	[SLEQ S]	0,7590	2,55	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0682	10,40	0,0000	0,00	MIN
23	[SLEQ S]	0,7006	2,65	0,0042	0,00	MAX
--	--	-0,0641	10,40	0,0000	0,00	MIN

Stabilità globale

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 100

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X _C ; Y _C)	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X _V ; Y _V)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X _M ; Y _M)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X _C , Y _C)	R	(X _V , Y _V)	(X _M , Y _M)	FS
7	[A2-M2]	(-9,36; 8,32)	17,78	(-13,71; -8,92)	(6,36; 0,00)	2,27
8	[A2-M2]	(-9,36; 7,28)	16,91	(-13,84; -9,02)	(5,91; 0,00)	1,98
9	[A2-M2 S]	(-9,36; 9,36)	18,67	(-13,58; -8,83)	(6,81; 0,00)	1,60
10	[A2-M2 S]	(-9,36; 9,36)	18,67	(-13,58; -8,83)	(6,81; 0,00)	1,63
11	[A2-M2 S]	(-9,36; 9,36)	18,67	(-13,58; -8,83)	(6,81; 0,00)	1,67
12	[A2-M2 S]	(-9,36; 9,36)	18,67	(-13,58; -8,83)	(6,81; 0,00)	1,70

Combinazione n° 9

Numero di strisce 51

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)
 Le strisce sono numerate da monte verso valle
 N° numero d'ordine della striscia
 W peso della striscia espresso in [kg]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ($L=b/\cos\alpha$)
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
1	145,84	-12,45	-31,44	0,41	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
2	449,80	-11,20	-87,33	0,41	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
3	746,51	-9,95	-128,97	0,41	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
4	1036,04	-8,71	-156,82	0,40	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
5	1318,50	-7,47	-171,36	0,40	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
6	1593,92	-6,23	-173,05	0,40	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
7	1862,38	-5,00	-162,35	0,40	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
8	2123,91	-3,77	-139,70	0,40	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
9	2378,58	-2,54	-105,56	0,40	16,24	0,055	0,000	(0; 0)
10	2626,83	-1,32	-60,37	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
11	2868,30	-0,09	-4,55	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
12	3102,90	1,14	61,47	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
13	3330,57	2,36	137,24	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
14	3487,07	3,59	218,30	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
15	3577,99	4,82	300,55	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
16	3661,96	6,05	385,96	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
17	3738,92	7,28	474,07	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
18	3808,83	8,52	564,43	0,40	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
19	3871,62	9,76	656,58	0,41	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
20	3927,22	11,01	750,03	0,41	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
21	3975,54	12,26	844,33	0,41	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
22	4016,48	13,52	938,96	0,41	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
23	4049,92	14,78	1033,43	0,41	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
24	4075,76	16,06	1127,23	0,42	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
25	4093,83	17,34	1219,83	0,42	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
26	4103,98	18,62	1310,67	0,42	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
27	4106,05	19,92	1399,19	0,42	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
28	4099,83	21,23	1484,79	0,43	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
29	4085,10	22,55	1566,87	0,43	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
30	4061,63	23,89	1644,77	0,44	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
31	4029,16	25,24	1717,84	0,44	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
32	3987,37	26,60	1785,34	0,45	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
33	3935,95	27,98	1846,54	0,45	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
34	3874,53	29,38	1900,63	0,46	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
35	5581,76	30,80	2857,69	0,47	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
36	5383,98	32,24	2871,94	0,47	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
37	5174,73	33,70	2871,34	0,48	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
38	4953,42	35,19	2854,81	0,49	22,67	0,080	0,000	(0; 0)
39	4719,59	36,71	2821,30	0,50	16,24	0,055	0,000	(0; 0)
40	4472,85	38,26	2769,77	0,51	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
41	4211,87	39,84	2698,53	0,52	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
42	3874,21	41,46	2565,31	0,53	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
43	3522,76	43,13	2408,19	0,55	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
44	3212,29	44,83	2264,87	0,56	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
45	2882,42	46,60	2094,14	0,58	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
46	2531,20	48,42	1893,30	0,60	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
47	2156,30	50,30	1659,15	0,63	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
48	1754,78	52,27	1387,87	0,65	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
49	1321,28	54,33	1073,38	0,69	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
50	779,96	56,50	650,36	0,73	9,81	0,030	0,000	(0; 0)
51	278,55	58,12	236,53	0,76	9,81	0,030	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 56651,56 [kg]

$\Sigma W_i = 162964,75$ [kg]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 58126,04$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 57309,71$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6,07$

Descrizione armatura pali e caratteristiche sezione

Diametro del palo	60,00	[cm]
Area della sezione trasversale	2827,43	[cmq]
Copriferro	6,00	[cm]

L'armatura del palo è costituita da 12 ϕ 22($A_f=45,62$ cmq) longitudinali e staffe ϕ 10/15,0 cm.

Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V_{rd}	taglio resistente espresso in [kg]
FS_T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS
1	[A1-M1]	3,65	-16814	2580	-35642	5469	2.12
2	[A1-M1]	3,35	-21740	2368	-35469	3863	1.63
3	[A1-M1 S]	3,45	-16918	2439	-35606	5132	2.10
4	[A1-M1 S]	3,50	-16314	2474	-35635	5404	2.18
5	[A1-M1 S]	3,50	-15219	2474	-35678	5800	2.34
6	[A1-M1 S]	3,55	-14747	2509	-35708	6076	2.42
7	[A2-M2]	3,65	-14427	2580	-35742	6392	2.48
8	[A2-M2]	3,40	-20088	2403	-35510	4248	1.77
9	[A2-M2 S]	3,50	-20246	2474	-35520	4341	1.75
10	[A2-M2 S]	3,55	-19556	2509	-35544	4561	1.82
11	[A2-M2 S]	3,50	-17892	2474	-35583	4920	1.99
12	[A2-M2 S]	3,55	-17409	2509	-35606	5132	2.05
13	[ECCEZ]	3,70	-10054	12286	-50880	62178	5.06

n°	Tipo	Y	T	Tr	FS_T
1	[A1-M1]	6,15	15904	34006	2.14
2	[A1-M1]	6,15	20278	34006	1.68
3	[A1-M1 S]	6,15	16077	34006	2.12
4	[A1-M1 S]	6,15	15550	34006	2.19
5	[A1-M1 S]	6,15	14436	34006	2.36
6	[A1-M1 S]	6,15	14024	34006	2.42
7	[A2-M2]	6,15	13500	34006	2.52
8	[A2-M2]	6,15	17339	34006	1.96
9	[A2-M2 S]	6,15	18045	34006	1.88
10	[A2-M2 S]	6,15	17652	34006	1.93
11	[A2-M2 S]	6,15	16485	34006	2.06
12	[A2-M2 S]	6,15	16174	34006	2.10
13	[ECCEZ]	6,15	11876	39107	3.29

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ_c	tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]
σ_f	tensione nell'armatura longitudinale del palo, espressa in [kg/cmq]

n°	Tipo	σ_c	$Y(\sigma_c)$	σ_f	$Y(\sigma_f)$	A_f
14	[SLER]	79,59	3,70	1837,25	3,65	45,62
15	[SLEF]	79,59	3,70	1837,25	3,65	45,62
16	[SLEQ]	79,59	3,70	1837,25	3,65	45,62
17	[SLER]	100,49	3,40	2342,37	3,35	45,62
18	[SLEF]	94,81	3,45	2205,36	3,40	45,62
19	[SLEQ]	83,43	3,60	1930,03	3,60	45,62
20	[SLEQ S]	92,94	3,55	2158,75	3,50	45,62
21	[SLEQ S]	88,13	3,55	2043,48	3,55	45,62

22	[SLEQ S]	88,86	3,60	2060,05	3,60	45,62
23	[SLEQ S]	84,41	3,65	1953,04	3,60	45,62

Verifica armatura paratia (Inviluppo)*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzio normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzio normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente espresso in [kg]
FS _T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	Tr	FS _T
13	[ECCEZ]	0,00	3039	9671	64841	206313	21.33	3039	39107	12.87
13	[ECCEZ]	0,05	3191	9706	64095	194937	20.08	3039	39107	12.87
13	[ECCEZ]	0,10	3343	9742	63431	184820	18.97	3039	39107	12.87
13	[ECCEZ]	0,15	3495	9777	62837	175764	17.98	3039	39107	12.87
13	[ECCEZ]	0,20	3647	9812	62302	167610	17.08	3039	39107	12.87
13	[ECCEZ]	0,25	3799	9848	61818	160229	16.27	3041	39107	12.86
13	[ECCEZ]	0,30	3952	9883	61242	153173	15.50	3045	39107	12.84
13	[ECCEZ]	0,35	4104	9918	60586	146425	14.76	3052	39107	12.82
13	[ECCEZ]	0,40	4257	9954	59987	140272	14.09	-12789	34006	2.66
13	[ECCEZ]	0,45	3924	9989	61592	156790	15.70	-12674	34006	2.68
13	[ECCEZ]	0,50	3592	10024	62805	175270	17.48	-12557	34006	2.71
13	[ECCEZ]	0,55	3261	10060	64325	198440	19.73	-12436	34006	2.73
2	[A1-M1]	0,60	-2362	424	-35745	6419	15.14	-12311	34006	2.76
2	[A1-M1]	0,65	-2974	459	-35646	5507	11.99	-12182	34006	2.79
2	[A1-M1]	0,70	-3580	495	-35583	4918	9.94	-12051	34006	2.82
2	[A1-M1]	0,75	-4179	530	-35538	4509	8.50	-11915	34006	2.85
2	[A1-M1]	0,80	-4771	565	-35506	4208	7.44	-11776	34006	2.89
2	[A1-M1]	0,85	-5356	601	-35481	3980	6.62	-11634	34006	2.92
2	[A1-M1]	0,90	-5934	636	-35462	3802	5.98	-11488	34006	2.96
2	[A1-M1]	0,95	-6505	672	-35447	3659	5.45	-11338	34006	3.00
2	[A1-M1]	1,00	-7068	707	-35434	3544	5.01	-11185	34006	3.04
2	[A1-M1]	1,05	-7624	742	-35424	3449	4.65	-11028	34006	3.08
2	[A1-M1]	1,10	-8171	778	-35415	3370	4.33	-10868	34006	3.13
2	[A1-M1]	1,15	-8710	813	-35408	3304	4.07	-10705	34006	3.18
2	[A1-M1]	1,20	-9241	848	-35402	3249	3.83	-10537	34006	3.23
2	[A1-M1]	1,25	-9764	884	-35397	3203	3.63	-10367	34006	3.28
2	[A1-M1]	1,30	-10278	919	-35393	3164	3.44	-10192	34006	3.34
2	[A1-M1]	1,35	-10783	954	-35390	3132	3.28	-10014	34006	3.40
2	[A1-M1]	1,40	-11279	990	-35387	3105	3.14	-9833	34006	3.46
2	[A1-M1]	1,45	-11766	1025	-35384	3082	3.01	-9648	34006	3.52
2	[A1-M1]	1,50	-12244	1060	-35382	3064	2.89	-9460	34006	3.59
2	[A1-M1]	1,55	-12712	1096	-35381	3049	2.78	-9268	34006	3.67
2	[A1-M1]	1,60	-13171	1131	-35380	3038	2.69	-9072	34006	3.75
2	[A1-M1]	1,65	-13619	1166	-35379	3030	2.60	-8873	34006	3.83
2	[A1-M1]	1,70	-14058	1202	-35378	3024	2.52	-8670	34006	3.92
2	[A1-M1]	1,75	-14486	1237	-35378	3021	2.44	-8464	34006	4.02
2	[A1-M1]	1,80	-14904	1272	-35378	3020	2.37	-8254	34006	4.12
2	[A1-M1]	1,85	-15312	1308	-35378	3021	2.31	-8041	34006	4.23
2	[A1-M1]	1,90	-15708	1343	-35378	3025	2.25	-7824	34006	4.35
2	[A1-M1]	1,95	-16094	1378	-35379	3030	2.20	-7604	34006	4.47
2	[A1-M1]	2,00	-16469	1414	-35379	3037	2.15	-7380	34006	4.61
2	[A1-M1]	2,05	-16832	1449	-35380	3046	2.10	-7153	34006	4.75
2	[A1-M1]	2,10	-17184	1484	-35382	3056	2.06	-6922	34006	4.91
2	[A1-M1]	2,15	-17524	1520	-35383	3069	2.02	-6687	34006	5.09
2	[A1-M1]	2,20	-17852	1555	-35384	3082	1.98	-6449	34006	5.27
2	[A1-M1]	2,25	-18169	1590	-35386	3098	1.95	-6208	34006	5.48
2	[A1-M1]	2,30	-18473	1626	-35388	3114	1.92	-5963	34006	5.70
2	[A1-M1]	2,35	-18765	1661	-35390	3133	1.89	-5714	34006	5.95
2	[A1-M1]	2,40	-19044	1696	-35392	3153	1.86	-5462	34006	6.23
2	[A1-M1]	2,45	-19311	1732	-35394	3174	1.83	-5206	34006	6.53
2	[A1-M1]	2,50	-19565	1767	-35397	3197	1.81	-4947	34006	6.87
2	[A1-M1]	2,55	-19806	1802	-35399	3222	1.79	-4684	34006	7.26
2	[A1-M1]	2,60	-20033	1838	-35402	3248	1.77	-4467	34006	7.61
2	[A1-M1]	2,65	-20247	1873	-35405	3275	1.75	-4248	34006	8.01
2	[A1-M1]	2,70	-20448	1909	-35408	3305	1.73	-4025	34006	8.45

2	[A1-M1]	2,75	-20635	1944	-35412	3336	1.72	-3799	34006	8.95
2	[A1-M1]	2,80	-20808	1979	-35415	3369	1.70	-3582	34006	9.49
2	[A1-M1]	2,85	-20966	2015	-35419	3403	1.69	-3379	34006	10.06
2	[A1-M1]	2,90	-21111	2050	-35423	3440	1.68	-3202	34006	10.62
2	[A1-M1]	2,95	-21241	2085	-35427	3478	1.67	-3021	34006	11.26
2	[A1-M1]	3,00	-21356	2121	-35431	3518	1.66	-2836	34006	11.99
2	[A1-M1]	3,05	-21457	2156	-35436	3561	1.65	-2648	34006	12.84
2	[A1-M1]	3,10	-21542	2191	-35441	3605	1.65	-2457	34006	13.84
2	[A1-M1]	3,15	-21613	2227	-35446	3652	1.64	-2262	34006	15.04
2	[A1-M1]	3,20	-21668	2262	-35451	3701	1.64	-2063	34006	16.48
2	[A1-M1]	3,25	-21707	2297	-35457	3752	1.63	-1861	34006	18.28
2	[A1-M1]	3,30	-21731	2333	-35463	3807	1.63	-1655	34006	20.55
2	[A1-M1]	3,35	-21740	2368	-35469	3863	1.63	-1446	34006	23.52
2	[A1-M1]	3,40	-21733	2403	-35475	3923	1.63	-1233	34006	27.58
2	[A1-M1]	3,45	-21710	2439	-35482	3986	1.63	-1016	34006	33.46
2	[A1-M1]	3,50	-21671	2474	-35489	4051	1.64	932	34006	36.47
2	[A1-M1]	3,55	-21617	2509	-35497	4121	1.64	1250	34006	27.20
2	[A1-M1]	3,60	-21546	2545	-35504	4193	1.65	1569	34006	21.68
2	[A1-M1]	3,65	-21460	2580	-35513	4270	1.65	1889	34006	18.01
2	[A1-M1]	3,70	-21357	2615	-35521	4350	1.66	2209	34006	15.39
2	[A1-M1]	3,75	-21239	2651	-35530	4434	1.67	2531	34006	13.43
2	[A1-M1]	3,80	-21104	2686	-35540	4523	1.68	2855	34006	11.91
2	[A1-M1]	3,85	-20953	2721	-35550	4617	1.70	3179	34006	10.70
2	[A1-M1]	3,90	-20786	2757	-35561	4716	1.71	3504	34006	9.70
2	[A1-M1]	3,95	-20603	2792	-35572	4821	1.73	3831	34006	8.88
2	[A1-M1]	4,00	-20403	2827	-35584	4931	1.74	4159	34006	8.18
2	[A1-M1]	4,05	-20187	2863	-35597	5048	1.76	4487	34006	7.58
2	[A1-M1]	4,10	-19954	2898	-35610	5172	1.78	4817	34006	7.06
2	[A1-M1]	4,15	-19705	2933	-35624	5303	1.81	5147	34006	6.61
2	[A1-M1]	4,20	-19439	2969	-35639	5443	1.83	5479	34006	6.21
2	[A1-M1]	4,25	-19157	3004	-35655	5591	1.86	5811	34006	5.85
2	[A1-M1]	4,30	-18858	3039	-35672	5750	1.89	6145	34006	5.53
2	[A1-M1]	4,35	-18543	3075	-35691	5918	1.92	6480	34006	5.25
2	[A1-M1]	4,40	-18210	3110	-35710	6099	1.96	6815	34006	4.99
2	[A1-M1]	4,45	-17861	3146	-35731	6293	2.00	7151	34006	4.76
9	[A2-M2 S]	4,50	-17507	3181	-35753	6496	2.04	7489	34006	4.54
9	[A2-M2 S]	4,55	-17210	3216	-35774	6685	2.08	7827	34006	4.34
9	[A2-M2 S]	4,60	-16898	3252	-35795	6888	2.12	8166	34006	4.16
9	[A2-M2 S]	4,65	-16569	3287	-35819	7106	2.16	8506	34006	4.00
9	[A2-M2 S]	4,70	-16223	3322	-35844	7340	2.21	8847	34006	3.84
9	[A2-M2 S]	4,75	-15861	3358	-35872	7594	2.26	9190	34006	3.70
9	[A2-M2 S]	4,80	-15482	3393	-35901	7868	2.32	9535	34006	3.57
9	[A2-M2 S]	4,85	-15085	3428	-35933	8166	2.38	9882	34006	3.44
9	[A2-M2 S]	4,90	-14672	3464	-35969	8491	2.45	10234	34006	3.32
9	[A2-M2 S]	4,95	-14241	3499	-36007	8847	2.53	10589	34006	3.21
9	[A2-M2 S]	5,00	-13793	3534	-36049	9237	2.61	10949	34006	3.11
9	[A2-M2 S]	5,05	-13327	3570	-36096	9668	2.71	11312	34006	3.01
9	[A2-M2 S]	5,10	-12843	3605	-36147	10146	2.81	11680	34006	2.91
9	[A2-M2 S]	5,15	-12341	3640	-36205	10679	2.93	12051	34006	2.82
9	[A2-M2 S]	5,20	-11822	3676	-36269	11277	3.07	12426	34006	2.74
9	[A2-M2 S]	5,25	-11284	3711	-36342	11952	3.22	12804	34006	2.66
9	[A2-M2 S]	5,30	-10727	3746	-36425	12721	3.40	13187	34006	2.58
9	[A2-M2 S]	5,35	-10152	3782	-36521	13604	3.60	13573	34006	2.51
9	[A2-M2 S]	5,40	-9559	3817	-36631	14628	3.83	13963	34006	2.44
9	[A2-M2 S]	5,45	-8947	3852	-36761	15829	4.11	14356	34006	2.37
9	[A2-M2 S]	5,50	-8315	3888	-36916	17260	4.44	14754	34006	2.30
9	[A2-M2 S]	5,55	-7665	3923	-37103	18990	4.84	15155	34006	2.24
9	[A2-M2 S]	5,60	-6995	3958	-37333	21127	5.34	15561	34006	2.19
9	[A2-M2 S]	5,65	-6306	3994	-37625	23830	5.97	15970	34006	2.13
9	[A2-M2 S]	5,70	-5597	4029	-38007	27360	6.79	16384	34006	2.08
9	[A2-M2 S]	5,75	-4869	4064	-38525	32162	7.91	16802	34006	2.02
9	[A2-M2 S]	5,80	-4120	4100	-39272	39078	9.53	17223	34006	1.97
9	[A2-M2 S]	5,85	-3352	4135	-40440	49892	12.07	17648	34006	1.93
1	[A1-M1]	5,90	-2630	4170	-42296	67070	16.08	18077	34006	1.88
1	[A1-M1]	5,95	-1925	4206	-44727	97729	23.24	18510	34006	1.84
2	[A1-M1]	6,00	1924	4241	44811	98790	23.29	18947	34006	1.79
2	[A1-M1]	6,05	2882	4276	41741	61935	14.48	19387	34006	1.75
2	[A1-M1]	6,10	3863	4312	39857	44493	10.32	19831	34006	1.71
2	[A1-M1]	6,15	4865	4347	38795	34664	7.97	20278	34006	1.68
2	[A1-M1]	6,20	5879	4383	38121	28416	6.48	19460	34006	1.75
2	[A1-M1]	6,25	6852	4418	37675	24291	5.50	18397	34006	1.85
2	[A1-M1]	6,30	7772	4453	37364	21409	4.81	17361	34006	1.96
2	[A1-M1]	6,35	8640	4489	37135	19292	4.30	16353	34006	2.08
2	[A1-M1]	6,40	9458	4524	36961	17679	3.91	15373	34006	2.21
2	[A1-M1]	6,45	10226	4559	36825	16418	3.60	14419	34006	2.36
2	[A1-M1]	6,50	10947	4595	36716	15410	3.35	13493	34006	2.52

2	[A1-M1]	6,55	11622	4630	36627	14592	3.15	12593	34006	2.70
2	[A1-M1]	6,60	12252	4665	36555	13920	2.98	11719	34006	2.90
2	[A1-M1]	6,65	12838	4701	36495	13363	2.84	10872	34006	3.13
2	[A1-M1]	6,70	13381	4736	36445	12899	2.72	10050	34006	3.38
2	[A1-M1]	6,75	13884	4771	36403	12510	2.62	9254	34006	3.67
2	[A1-M1]	6,80	14346	4807	36368	12185	2.53	8483	34006	4.01
2	[A1-M1]	6,85	14770	4842	36338	11912	2.46	7736	34006	4.40
2	[A1-M1]	6,90	15157	4877	36314	11685	2.40	7015	34006	4.85
2	[A1-M1]	6,95	15508	4913	36293	11497	2.34	6317	34006	5.38
2	[A1-M1]	7,00	15824	4948	36277	11343	2.29	5644	34006	6.03
2	[A1-M1]	7,05	16106	4983	36263	11220	2.25	4993	34006	6.81
2	[A1-M1]	7,10	16356	5019	36253	11124	2.22	4366	34006	7.79
2	[A1-M1]	7,15	16574	5054	36245	11053	2.19	3762	34006	9.04
2	[A1-M1]	7,20	16762	5089	36240	11003	2.16	3310	34006	10.27
2	[A1-M1]	7,25	16921	5125	36237	10975	2.14	3001	34006	11.33
2	[A1-M1]	7,30	17052	5160	36236	10965	2.12	2780	34006	12.23
2	[A1-M1]	7,35	17156	5195	36237	10974	2.11	2580	34006	13.18
2	[A1-M1]	7,40	17234	5231	36239	10999	2.10	2402	34006	14.16
2	[A1-M1]	7,45	17288	5266	36244	11040	2.10	2220	34006	15.32
2	[A1-M1]	7,50	17317	5301	36250	11097	2.09	2036	34006	16.70
2	[A1-M1]	7,55	17324	5337	36258	11169	2.09	1848	34006	18.40
2	[A1-M1]	7,60	17309	5372	36267	11256	2.10	1657	34006	20.52
2	[A1-M1]	7,65	17273	5407	36278	11357	2.10	1463	34006	23.25
2	[A1-M1]	7,70	17218	5443	36291	11472	2.11	-1494	34006	22.76
2	[A1-M1]	7,75	17143	5478	36305	11601	2.12	-1855	34006	18.33
2	[A1-M1]	7,80	17050	5513	36320	11745	2.13	-2199	34006	15.46
2	[A1-M1]	7,85	16940	5549	36337	11902	2.15	-2525	34006	13.47
2	[A1-M1]	7,90	16814	5584	36356	12074	2.16	-2835	34006	12.00
2	[A1-M1]	7,95	16672	5620	36376	12261	2.18	-3128	34006	10.87
2	[A1-M1]	8,00	16516	5655	36397	12462	2.20	-3404	34006	9.99
2	[A1-M1]	8,05	16346	5690	36421	12679	2.23	-3665	34006	9.28
2	[A1-M1]	8,10	16162	5726	36446	12911	2.25	-3911	34006	8.70
2	[A1-M1]	8,15	15967	5761	36473	13159	2.28	-4141	34006	8.21
2	[A1-M1]	8,20	15760	5796	36501	13425	2.32	-4356	34006	7.81
2	[A1-M1]	8,25	15542	5832	36532	13707	2.35	-4558	34006	7.46
2	[A1-M1]	8,30	15314	5867	36564	14008	2.39	-5002	34006	6.80
2	[A1-M1]	8,35	15064	5902	36600	14340	2.43	-5653	34006	6.02
2	[A1-M1]	8,40	14781	5938	36641	14719	2.48	-6253	34006	5.44
2	[A1-M1]	8,45	14469	5973	36687	15145	2.54	-6805	34006	5.00
2	[A1-M1]	8,50	14129	6008	36739	15624	2.60	-7309	34006	4.65
2	[A1-M1]	8,55	13763	6044	36797	16158	2.67	-7767	34006	4.38
2	[A1-M1]	8,60	13375	6079	36861	16754	2.76	-8180	34006	4.16
2	[A1-M1]	8,65	12966	6114	36933	17416	2.85	-8548	34006	3.98
2	[A1-M1]	8,70	12538	6150	37012	18153	2.95	-8874	34006	3.83
2	[A1-M1]	8,75	12095	6185	37101	18973	3.07	-9158	34006	3.71
2	[A1-M1]	8,80	11637	6220	37199	19885	3.20	-9401	34006	3.62
2	[A1-M1]	8,85	11167	6256	37309	20901	3.34	-9604	34006	3.54
2	[A1-M1]	8,90	10686	6291	37432	22036	3.50	-9768	34006	3.48
2	[A1-M1]	8,95	10198	6326	37569	23306	3.68	-9895	34006	3.44
2	[A1-M1]	9,00	9703	6362	37723	24732	3.89	-9984	34006	3.41
2	[A1-M1]	9,05	9204	6397	37896	26339	4.12	-10036	34006	3.39
2	[A1-M1]	9,10	8702	6432	38093	28157	4.38	-10053	34006	3.38
2	[A1-M1]	9,15	8200	6468	38316	30223	4.67	-10036	34006	3.39
2	[A1-M1]	9,20	7698	6503	38571	32584	5.01	-9984	34006	3.41
2	[A1-M1]	9,25	7199	6538	38864	35300	5.40	-9899	34006	3.44
2	[A1-M1]	9,30	6704	6574	39204	38444	5.85	-9781	34006	3.48
2	[A1-M1]	9,35	6215	6609	39600	42113	6.37	-9630	34006	3.53
2	[A1-M1]	9,40	5733	6644	40067	46435	6.99	-9448	34006	3.60
2	[A1-M1]	9,45	5261	6680	40623	51580	7.72	-9234	34006	3.68
8	[A2-M2]	9,50	4806	6715	41282	57687	8.59	-8990	34006	3.78
8	[A2-M2]	9,55	4369	6750	42073	65009	9.63	-8715	34006	3.90
8	[A2-M2]	9,60	3943	6786	42837	73724	10.86	-8410	34006	4.04
8	[A2-M2]	9,65	3529	6821	43679	84419	12.38	-8076	34006	4.21
8	[A2-M2]	9,70	3130	6857	44751	98027	14.30	-7712	34006	4.41
8	[A2-M2]	9,75	2747	6892	45432	113991	16.54	-7318	34006	4.65
8	[A2-M2]	9,80	2381	6927	46090	134074	19.35	-6921	34006	4.91
8	[A2-M2]	9,85	2035	6963	46503	159086	22.85	-6497	34006	5.23
8	[A2-M2]	9,90	1710	6998	46223	189119	27.03	-6040	34006	5.63
8	[A2-M2]	9,95	1408	7033	44857	224005	31.85	-5548	34006	6.13
8	[A2-M2]	10,00	1131	7069	42555	265961	37.63	-5022	34006	6.77
8	[A2-M2]	10,05	880	7104	39133	315942	44.47	-4462	34006	7.62
13	[ECCEZ]	10,10	375	16810	16917	757832	45.08	-3869	34006	8.79
13	[ECCEZ]	10,15	264	16846	12000	765331	45.43	-3242	34006	10.49
13	[ECCEZ]	10,20	171	16881	7833	771688	45.71	-2581	34006	13.17
13	[ECCEZ]	10,25	98	16916	4487	776791	45.92	-1887	34006	18.02
13	[ECCEZ]	10,30	44	16952	2029	780540	46.04	-1159	34006	29.34

13 [ECCEZ] 10,35 11 16987 517 782847 46.08 -398 34006 85.54

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 σ_c tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]
 σ_f tensione nell'armatura longitudinale del palo, espressa in [kg/cmq]

Y	σ_c	n° - Tipo	σ_f	n° - Tipo
0,00	0,00	14 - [SLER]	0,00	14 - [SLER]
0,05	0,01	17 - [SLER]	0,20	17 - [SLER]
0,10	0,04	17 - [SLER]	0,50	17 - [SLER]
0,15	0,07	17 - [SLER]	0,93	17 - [SLER]
0,20	0,13	17 - [SLER]	1,52	17 - [SLER]
0,25	0,20	17 - [SLER]	2,31	17 - [SLER]
0,30	0,29	17 - [SLER]	3,30	17 - [SLER]
0,35	0,41	17 - [SLER]	4,48	17 - [SLER]
0,40	0,55	17 - [SLER]	6,81	17 - [SLER]
0,45	2,30	17 - [SLER]	47,11	17 - [SLER]
0,50	5,14	17 - [SLER]	114,03	17 - [SLER]
0,55	7,96	17 - [SLER]	180,42	17 - [SLER]
0,60	10,75	17 - [SLER]	246,22	17 - [SLER]
0,65	13,51	17 - [SLER]	311,42	17 - [SLER]
0,70	16,25	17 - [SLER]	375,98	17 - [SLER]
0,75	18,96	17 - [SLER]	439,88	17 - [SLER]
0,80	21,64	17 - [SLER]	503,11	17 - [SLER]
0,85	24,30	17 - [SLER]	565,65	17 - [SLER]
0,90	26,92	17 - [SLER]	627,46	17 - [SLER]
0,95	29,51	17 - [SLER]	688,53	17 - [SLER]
1,00	32,07	17 - [SLER]	748,85	17 - [SLER]
1,05	34,60	17 - [SLER]	808,38	17 - [SLER]
1,10	37,09	17 - [SLER]	867,12	17 - [SLER]
1,15	39,55	17 - [SLER]	925,03	17 - [SLER]
1,20	41,98	17 - [SLER]	982,10	17 - [SLER]
1,25	44,36	17 - [SLER]	1038,30	17 - [SLER]
1,30	46,71	17 - [SLER]	1093,62	17 - [SLER]
1,35	49,03	17 - [SLER]	1148,03	17 - [SLER]
1,40	51,30	17 - [SLER]	1201,52	17 - [SLER]
1,45	53,54	17 - [SLER]	1254,06	17 - [SLER]
1,50	55,73	17 - [SLER]	1305,63	17 - [SLER]
1,55	57,88	17 - [SLER]	1356,21	17 - [SLER]
1,60	60,00	17 - [SLER]	1405,78	17 - [SLER]
1,65	62,06	17 - [SLER]	1454,32	17 - [SLER]
1,70	64,09	17 - [SLER]	1501,80	17 - [SLER]
1,75	66,07	17 - [SLER]	1548,22	17 - [SLER]
1,80	68,00	17 - [SLER]	1593,54	17 - [SLER]
1,85	69,88	17 - [SLER]	1637,75	17 - [SLER]
1,90	71,72	17 - [SLER]	1680,82	17 - [SLER]
1,95	73,51	17 - [SLER]	1722,74	17 - [SLER]
2,00	75,26	17 - [SLER]	1763,48	17 - [SLER]
2,05	76,95	17 - [SLER]	1803,02	17 - [SLER]
2,10	78,59	17 - [SLER]	1841,34	17 - [SLER]
2,15	80,18	17 - [SLER]	1878,42	17 - [SLER]
2,20	81,71	17 - [SLER]	1914,24	17 - [SLER]
2,25	83,19	17 - [SLER]	1948,79	17 - [SLER]
2,30	84,62	17 - [SLER]	1982,02	17 - [SLER]
2,35	85,99	17 - [SLER]	2013,94	17 - [SLER]
2,40	87,31	17 - [SLER]	2044,51	17 - [SLER]
2,45	88,57	17 - [SLER]	2073,72	17 - [SLER]
2,50	89,77	17 - [SLER]	2101,54	17 - [SLER]
2,55	90,91	17 - [SLER]	2127,96	17 - [SLER]
2,60	92,00	17 - [SLER]	2152,95	17 - [SLER]
2,65	93,02	17 - [SLER]	2176,49	17 - [SLER]
2,70	93,98	17 - [SLER]	2198,56	17 - [SLER]
2,75	94,88	17 - [SLER]	2219,14	17 - [SLER]
2,80	95,71	17 - [SLER]	2238,21	17 - [SLER]
2,85	96,48	17 - [SLER]	2255,75	17 - [SLER]
2,90	97,19	17 - [SLER]	2271,73	17 - [SLER]
2,95	97,83	17 - [SLER]	2286,15	17 - [SLER]
3,00	98,40	17 - [SLER]	2298,96	17 - [SLER]
3,05	98,91	17 - [SLER]	2310,17	17 - [SLER]
3,10	99,35	17 - [SLER]	2319,73	17 - [SLER]
3,15	99,72	17 - [SLER]	2327,65	17 - [SLER]

3,20	100,01 17 - [SLER]	2333,88 17 - [SLER]
3,25	100,24 17 - [SLER]	2338,42 17 - [SLER]
3,30	100,40 17 - [SLER]	2341,26 17 - [SLER]
3,35	100,48 17 - [SLER]	2342,37 17 - [SLER]
3,40	100,49 17 - [SLER]	2341,76 17 - [SLER]
3,45	100,43 17 - [SLER]	2339,41 17 - [SLER]
3,50	100,30 17 - [SLER]	2335,31 17 - [SLER]
3,55	100,09 17 - [SLER]	2329,47 17 - [SLER]
3,60	99,81 17 - [SLER]	2321,86 17 - [SLER]
3,65	99,46 17 - [SLER]	2312,50 17 - [SLER]
3,70	99,03 17 - [SLER]	2301,36 17 - [SLER]
3,75	98,53 17 - [SLER]	2288,44 17 - [SLER]
3,80	97,95 17 - [SLER]	2273,74 17 - [SLER]
3,85	97,30 17 - [SLER]	2257,24 17 - [SLER]
3,90	96,57 17 - [SLER]	2238,95 17 - [SLER]
3,95	95,77 17 - [SLER]	2218,85 17 - [SLER]
4,00	94,89 17 - [SLER]	2196,93 17 - [SLER]
4,05	93,93 17 - [SLER]	2173,20 17 - [SLER]
4,10	92,90 17 - [SLER]	2147,65 17 - [SLER]
4,15	91,79 17 - [SLER]	2120,26 17 - [SLER]
4,20	90,61 17 - [SLER]	2091,04 17 - [SLER]
4,25	89,35 17 - [SLER]	2059,98 17 - [SLER]
4,30	88,01 17 - [SLER]	2027,06 17 - [SLER]
4,35	86,59 17 - [SLER]	1992,29 17 - [SLER]
4,40	85,10 17 - [SLER]	1955,66 17 - [SLER]
4,45	83,52 17 - [SLER]	1917,16 17 - [SLER]
4,50	81,87 17 - [SLER]	1876,80 17 - [SLER]
4,55	80,14 17 - [SLER]	1834,55 17 - [SLER]
4,60	78,33 17 - [SLER]	1790,42 17 - [SLER]
4,65	76,45 17 - [SLER]	1744,39 17 - [SLER]
4,70	74,48 17 - [SLER]	1696,44 17 - [SLER]
4,75	72,5320 - [SLEQ S]	1649,1120 - [SLEQ S]
4,80	70,7220 - [SLEQ S]	1604,8420 - [SLEQ S]
4,85	68,8220 - [SLEQ S]	1558,5420 - [SLEQ S]
4,90	66,8320 - [SLEQ S]	1510,2020 - [SLEQ S]
4,95	64,7620 - [SLEQ S]	1459,7820 - [SLEQ S]
5,00	62,6020 - [SLEQ S]	1407,2820 - [SLEQ S]
5,05	60,3620 - [SLEQ S]	1352,9720 - [SLEQ S]
5,10	58,0620 - [SLEQ S]	1297,0520 - [SLEQ S]
5,15	55,6820 - [SLEQ S]	1239,3220 - [SLEQ S]
5,20	53,2220 - [SLEQ S]	1179,5920 - [SLEQ S]
5,25	50,6620 - [SLEQ S]	1117,7320 - [SLEQ S]
5,30	48,0220 - [SLEQ S]	1053,6620 - [SLEQ S]
5,35	45,3722 - [SLEQ S]	989,6922 - [SLEQ S]
5,40	42,6922 - [SLEQ S]	924,8422 - [SLEQ S]
5,45	39,9222 - [SLEQ S]	857,7922 - [SLEQ S]
5,50	37,0522 - [SLEQ S]	788,5022 - [SLEQ S]
5,55	34,0922 - [SLEQ S]	716,9822 - [SLEQ S]
5,60	31,0222 - [SLEQ S]	643,2122 - [SLEQ S]
5,65	28,19 14 - [SLER]	574,99 14 - [SLER]
5,70	25,32 14 - [SLER]	506,01 14 - [SLER]
5,75	22,36 14 - [SLER]	434,93 14 - [SLER]
5,80	19,31 14 - [SLER]	361,80 14 - [SLER]
5,85	16,15 14 - [SLER]	286,69 14 - [SLER]
5,90	12,89 14 - [SLER]	209,81 14 - [SLER]
5,95	9,51 14 - [SLER]	131,81 14 - [SLER]
6,00	6,57 17 - [SLER]	72,73 17 - [SLER]
6,05	11,07 17 - [SLER]	165,85 17 - [SLER]
6,10	15,65 17 - [SLER]	271,23 17 - [SLER]
6,15	20,32 17 - [SLER]	380,17 17 - [SLER]
6,20	25,03 17 - [SLER]	490,79 17 - [SLER]
6,25	29,55 17 - [SLER]	597,13 17 - [SLER]
6,30	33,82 17 - [SLER]	697,77 17 - [SLER]
6,35	37,84 17 - [SLER]	792,80 17 - [SLER]
6,40	41,64 17 - [SLER]	882,36 17 - [SLER]
6,45	45,21 17 - [SLER]	966,58 17 - [SLER]
6,50	48,55 17 - [SLER]	1045,58 17 - [SLER]
6,55	51,69 17 - [SLER]	1119,53 17 - [SLER]
6,60	54,62 17 - [SLER]	1188,56 17 - [SLER]
6,65	57,35 17 - [SLER]	1252,80 17 - [SLER]
6,70	59,88 17 - [SLER]	1312,40 17 - [SLER]
6,75	62,23 17 - [SLER]	1367,51 17 - [SLER]
6,80	64,39 17 - [SLER]	1418,25 17 - [SLER]
6,85	66,37 17 - [SLER]	1464,76 17 - [SLER]
6,90	68,18 17 - [SLER]	1507,18 17 - [SLER]
6,95	69,83 17 - [SLER]	1545,65 17 - [SLER]

7,00	71,32 17 - [SLER]	1580,29 17 - [SLER]
7,05	72,65 17 - [SLER]	1611,23 17 - [SLER]
7,10	73,83 17 - [SLER]	1638,61 17 - [SLER]
7,15	74,87 17 - [SLER]	1662,54 17 - [SLER]
7,20	75,77 17 - [SLER]	1683,16 17 - [SLER]
7,25	76,54 17 - [SLER]	1700,58 17 - [SLER]
7,30	77,18 17 - [SLER]	1714,92 17 - [SLER]
7,35	77,69 17 - [SLER]	1726,31 17 - [SLER]
7,40	78,09 17 - [SLER]	1734,86 17 - [SLER]
7,45	78,37 17 - [SLER]	1740,68 17 - [SLER]
7,50	78,54 17 - [SLER]	1743,88 17 - [SLER]
7,55	78,60 17 - [SLER]	1744,58 17 - [SLER]
7,60	78,57 17 - [SLER]	1742,88 17 - [SLER]
7,65	78,44 17 - [SLER]	1738,89 17 - [SLER]
7,70	78,22 17 - [SLER]	1732,70 17 - [SLER]
7,75	77,91 17 - [SLER]	1724,43 17 - [SLER]
7,80	77,51 17 - [SLER]	1714,17 17 - [SLER]
7,85	77,04 17 - [SLER]	1702,02 17 - [SLER]
7,90	76,49 17 - [SLER]	1688,08 17 - [SLER]
7,95	75,88 17 - [SLER]	1672,43 17 - [SLER]
8,00	75,19 17 - [SLER]	1655,16 17 - [SLER]
8,05	74,44 17 - [SLER]	1636,38 17 - [SLER]
8,10	73,63 17 - [SLER]	1616,15 17 - [SLER]
8,15	72,76 17 - [SLER]	1594,58 17 - [SLER]
8,20	71,84 17 - [SLER]	1571,73 17 - [SLER]
8,25	70,87 17 - [SLER]	1547,70 17 - [SLER]
8,30	69,85 17 - [SLER]	1522,56 17 - [SLER]
8,35	68,74 17 - [SLER]	1494,96 17 - [SLER]
8,40	67,46 17 - [SLER]	1463,77 17 - [SLER]
8,45	66,06 17 - [SLER]	1429,26 17 - [SLER]
8,50	64,52 17 - [SLER]	1391,71 17 - [SLER]
8,55	62,86 17 - [SLER]	1351,37 17 - [SLER]
8,60	61,10 17 - [SLER]	1308,49 17 - [SLER]
8,65	59,24 17 - [SLER]	1263,33 17 - [SLER]
8,70	57,30 17 - [SLER]	1216,13 17 - [SLER]
8,75	55,28 17 - [SLER]	1167,13 17 - [SLER]
8,80	53,19 17 - [SLER]	1116,55 17 - [SLER]
8,85	51,05 17 - [SLER]	1064,63 17 - [SLER]
8,90	48,86 17 - [SLER]	1011,59 17 - [SLER]
8,95	46,63 17 - [SLER]	957,64 17 - [SLER]
9,00	44,36 17 - [SLER]	902,99 17 - [SLER]
9,05	42,08 17 - [SLER]	847,85 17 - [SLER]
9,10	39,78 17 - [SLER]	792,43 17 - [SLER]
9,15	37,48 17 - [SLER]	736,93 17 - [SLER]
9,20	35,17 17 - [SLER]	681,53 17 - [SLER]
9,25	32,88 17 - [SLER]	626,45 17 - [SLER]
9,30	30,61 17 - [SLER]	571,88 17 - [SLER]
9,35	28,35 17 - [SLER]	518,00 17 - [SLER]
9,40	26,13 17 - [SLER]	465,02 17 - [SLER]
9,45	23,95 17 - [SLER]	413,14 17 - [SLER]
9,50	21,81 17 - [SLER]	362,56 17 - [SLER]
9,55	19,73 17 - [SLER]	313,50 17 - [SLER]
9,60	17,70 17 - [SLER]	266,20 17 - [SLER]
9,65	15,74 17 - [SLER]	220,93 17 - [SLER]
9,70	13,85 17 - [SLER]	178,01 17 - [SLER]
9,75	12,05 17 - [SLER]	137,87 17 - [SLER]
9,80	10,34 17 - [SLER]	115,13 17 - [SLER]
9,85	8,75 17 - [SLER]	100,08 17 - [SLER]
9,90	7,31 17 - [SLER]	86,13 17 - [SLER]
9,95	6,07 17 - [SLER]	73,76 17 - [SLER]
10,00	5,07 17 - [SLER]	63,48 17 - [SLER]
10,05	4,32 17 - [SLER]	55,46 17 - [SLER]
10,10	3,74 17 - [SLER]	49,16 17 - [SLER]
10,15	3,24 17 - [SLER]	43,78 17 - [SLER]
10,20	2,83 17 - [SLER]	39,32 17 - [SLER]
10,25	2,51 17 - [SLER]	35,81 17 - [SLER]
10,30	2,27 17 - [SLER]	33,29 17 - [SLER]
10,35	2,13 17 - [SLER]	31,81 17 - [SLER]

Verifica a SLU * Diagrammi M-N delle sezioni

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione M_u-N_u della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.

Per la costruzione dei diagrammi limiti si sono assunti i seguenti valori:

Tensione caratteristica cubica del cls	$R_{bk} = 306$ [kg/cm ³]
Tensione caratteristica cilindrica del cls (0.83xR _{bk})	$R_{ck} = 254$ (Kg/cm ²)
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza	$\psi_f = 0.85$
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 4589$ [kg/cm ²]
Coefficiente di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo del cls ($\psi R_{ck}/\gamma_c$)	$R_c^* = 144$ (Kg/cm ²)
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yk}/γ_s)	$R_s^* = 3990$ (Kg/cm ²)
Modulo elastico dell'acciaio	$E_s = 2100000$ (Kg/cm ²)
Deformazione ultima del calcestruzzo	$\epsilon_{cu} = 0.0035$ (0.35%)
Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico	$\epsilon_{ck} = 0.0020$ (0.20%)
Deformazione ultima dell'acciaio	$\epsilon_{yu} = 0.0100$ (1.00%)
Deformazione dell'acciaio al limite elastico (R_s^*/E_s)	$\epsilon_{yk} = 0.0015$ (0.19%)

Legame costitutivo del calcestruzzo

Per il legame costitutivo del calcestruzzo si assume il diagramma parabola-rettangolo espresso dalle seguenti relazioni:

Tratto parabolico: $0 \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R_c^* (2\epsilon_c \epsilon_{ck} - \epsilon_c^2)}{\epsilon_{ck}^2}$$

Tratto rettangolare: $\epsilon_{ck} < \epsilon_c \leq \epsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R_c^*$$

Legame costitutivo dell'acciaio

Per l'acciaio si assume un comportamento elastico-perfettamente plastico espresso dalle seguenti relazioni:

$$\sigma_s = E_s \epsilon_s \quad \text{per } 0 \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{sy}$$

$$\sigma_s = R_s^* \quad \text{per } \epsilon_{sy} < \epsilon_s \leq \epsilon_{su}$$

Tratto armatura 1

Nr	N _u	M _u
1	-182013,49	0,00
2	0,00	35051,46
3	67661,55	42359,53
4	101492,33	45023,51
5	135323,10	46130,36
6	169153,88	46660,65
7	202984,66	45919,14
8	236815,43	44208,92
9	270646,21	42289,12
10	304476,98	40089,72
11	338307,76	37267,28
12	372138,53	33933,74
13	405969,31	30074,31
14	439800,09	25623,18
15	473630,86	20555,86
16	507461,64	0,00
17	507461,64	0,00
18	473630,86	-20555,86
19	439800,09	-25623,18
20	405969,31	-30074,31
21	372138,53	-33933,74
22	338307,76	-37267,28
23	304476,98	-40089,72
24	270646,21	-42289,12
25	236815,43	-44208,92
26	202984,66	-45919,14
27	169153,88	-46660,65
28	135323,10	-46130,36
29	101492,33	-45023,51
30	67661,55	-42359,53
31	0,00	-35051,46
32	-182013,49	0,00

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

- M_h momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
- T_h taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
- M_v momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale

T_v taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)

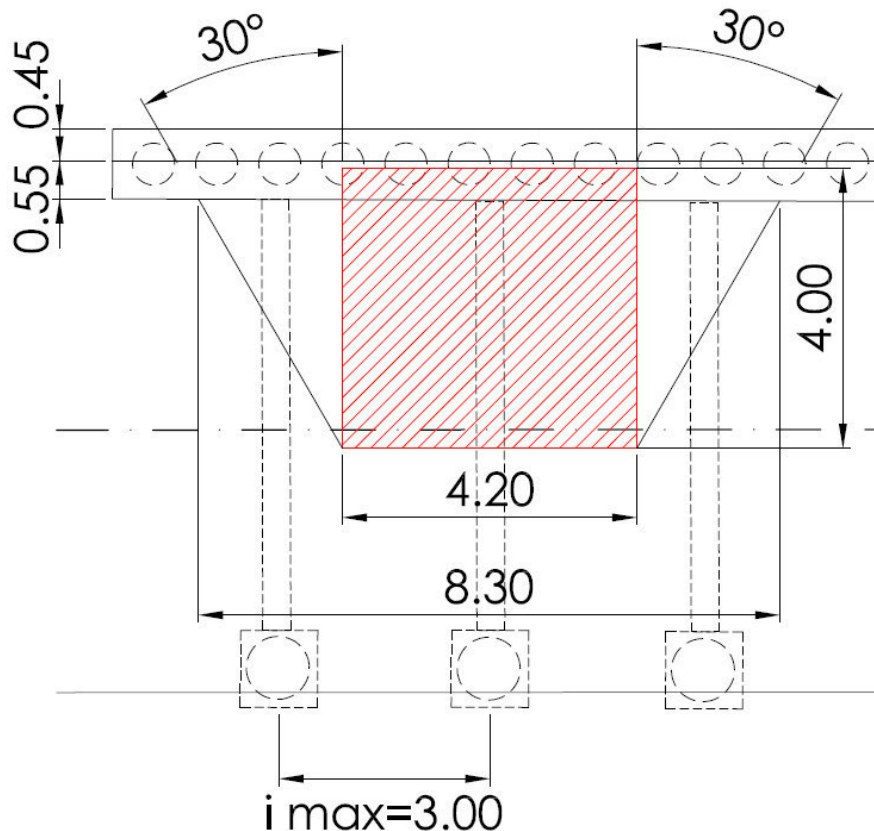
B=100.00 [cm]	H=70.00 [cm]		
A_{rh} =12.57 [cmq]	A_{rh} =12.57 [cmq]	Staffe ϕ 12/15	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =29770 [kgm]	M_{uh} =45256 [kgm]	FS=1.52	
T_{rh} =59540 [kg]	T_{Rh} =70399 [kg]	FS _T =1.18	
M_v =709 [kgm]	M_{uv} =45566 [kgm]	FS=64.29	
T_v =1575 [kg]	T_R =70399 [kg]	FS _{Tv} =44.70	

2.5.2. Palo di ritegno - Descrizione delle modalità di progetto e verifica utilizzate

Le azioni sollecitanti utilizzate sono quelle già elencate nel paragrafo dedicato all'analisi dei carichi, ossia:

- Peso proprio
- Forza in testa alla palificata

La forza applicata in testa ai pali di ritegno è stata valutata a partire dalla reazione alla testa dei pali costituenti la paratia (D=60cm L=9.00m, i=0.90m). Il carico verticale concentrato da traffico dovuto all'asse tandem è considerato come carico agente su un'area di estensione longitudinale, secondo il senso di percorrenza della strada, pari a 4.20m che coinvolge quindi più di un palo di ritegno i quali sono posti ad interasse massimo di 3.00m; il cordolo in testa alla palificata agisce come elemento ripartitore, e pertanto l'impegno del singolo palo di ritegno viene valutato con la modalità sotto riportata.



Reazione a metro lineare in testa ai pali della paratia = 14736kg/m \cong 148 kN/m (vedi tabulato al punto 2.5.1.1)

Reazione totale in testa ai pali = 148 x 4.20 = 622kN

Lunghezza di diffusione del carico = $4.20 + 2 \times 3.55 \operatorname{tg}30^\circ = 8.30\text{m}$

Numero minimo di pali di ritegno afferenti alla lunghezza di diffusione = $8.30 / 3.00 = 2.76$

Forza testa palo di ritegno = $622 / 2.76 = \mathbf{225\text{kN}}$.

La combinazione impostata è 1:

Combinazione 1 (statica)

- Peso proprio
- Forza in testa alla palificata

Di seguito si riportano brevemente i criteri utilizzati per l'analisi della spinta e le verifiche condotte sul palo in progetto.

2.5.2.1. Analisi del palo di ritegno

Dati

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X	Y	D	L
Palo 80	(C)	0.00	0.00	80.00	7.50

Materiali palo

Calcestruzzo

Tipo	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305.91	[kg/cm ²]
Peso specifico	2500.00	[kg/m ³]
Modulo elastico	320665.55	[kg/cm ²]
Coeff. di omogeneizzazione	15.00	

Acciaio

Tipo	B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	4588.65	[kg/cm ²]

Coefficienti di sicurezza sui materiali

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

Caratteristiche pali

Pali in c.a.
 Armatura con ferri longitudinali e spirale
 Vincolo in testa di tipo CERNIERA
 Tipo di palo TRIVELLATO
 Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
$\phi_{min} \phi_{med}$	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min} \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
$c_{min} c_{med}$	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]
$ca_{min} ca_{med}$	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
Strato1-superficial	2040.0	2140.0	12.19	8.12	0.038	0.025
Strato2-intermedio	2015.0	2115.0	27.57	18.38	0.100	0.070
Strato3-BedRock	2200.0	2300.0	33.00	22.00	2.550	1.700

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min}	δ_{min}	c_{min}	ca_{min}
Strato1-superficial	12.19	8.12	0.038	0.025
Strato2-intermedio	27.57	18.38	0.100	0.070
Strato3-BedRock	33.00	22.00	2.550	1.700

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med}	δ_{med}	c_{med}	ca_{med}
Strato1-superficial	12.19	8.12	0.038	0.025
Strato2-intermedio	27.57	18.38	0.100	0.070
Strato3-BedRock	33.00	22.00	2.550	1.700

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

N	Identificativo strato
$Z1$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
$Z2$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
$Z3$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
Kw	Costante di Winkler espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
α	Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1	Z2	Z3	Terreno	Kw	Ks	α
1	-3.0 1.00	-3.0	-2.7	Strato1-superficial	2.00	0.79	
2	-6.0 1.00	-6.0	-5.0	Strato2-intermedio	4.00	0.55	
3	-12.0 1.00	-12.0	-12.0	Strato3-BedRock	15.00	0.45	

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

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

Carichi	Effetto	Statici		Sismici	
		A1	A2	A1	A2

Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	γ_t	1.00	1.60	1.30
Laterale trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

	R1	R2	R3
γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	5	$\xi_3=1.50$	$\xi_4=1.34$
------------------------------	---	--------------	--------------

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
 Momento positivo senso antiorario.
 fnd Indice della fondazione
 N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kg]
 MY_{TOT} Momento in direzione Y espresso in [kgm]
 T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT}	MY_{TOT}	T_{TOT}
Palo 80	0.0	0.0	40000.0

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR - A1-M1-R1

	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Opzioni di calcolo

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza assiale

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Berezantzev.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

E' stata impostata una pressione a piano campagna pari a 0.27 [kg/cmq]

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Variabile con gli strati)

Simbologia adottata

Is	Indice dello strato
Terreno	Terreno assegnato allo strato
Metodo	Metodo di calcolo della pressione limite
pl	Pressione limite costante, espresso in [kg/cmq]
A, B ed n	Coeff. della formulazione binomia
mp	Moltiplicatore della pressione passiva
mcu	Moltiplicatore coesione non drenata

Is	Terreno	Metodo	pl	A	B	n	mp	mcu
1	Strato1-superficial	Brinch Hansen	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	Strato2-intermedio	Brinch Hansen	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Strato3-BedRock	Brinch Hansen	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo degli Elementi Finiti.

Spostamento limite attrito laterale: 0.50 [cm]

Spostamento limite punta: 1.00 [cm]

Risultati

Verifica della portanza assiale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Nc, Nq	Fattori di capacità portante
Pl _{min} , Pl _{med}	Portanza laterale minima e media espressa in [kg]
Pp _{min} , Pp _{med}	Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
Pd	Portanza di progetto espressa in [kg]
N	Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
η	Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq	Pl _{min}	Pp _{min}	Wp	Pd	N η
1	53.69	32.00	103784	980411	9425	713372	0 1000.000

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Tu	Taglio resistente ultimo in testa al palo, espresso in [kg]
Tx	Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
η	Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Tu	Tx	η
1	42442	40000	1.061

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	Ordinata palo espressa in [cm]
Ue	Spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	Pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	Ue	Pe
-----	---	----	----

1	0.00	3.1659	0.532
2	0.07	3.1076	0.560
3	0.15	3.0492	0.590
4	0.22	2.9910	0.619
5	0.30	2.9327	0.649
6	0.38	2.8746	0.679
7	0.45	2.8167	0.710
8	0.53	2.7589	0.741
9	0.60	2.7012	0.772
10	0.67	2.6438	0.804
11	0.75	2.5865	0.836
12	0.82	2.5296	0.868
13	0.90	2.4729	0.901
14	0.97	2.4165	0.934
15	1.05	2.3604	0.968
16	1.13	2.3047	1.002
17	1.20	2.2493	1.036
18	1.27	2.1943	1.071
19	1.35	2.1397	1.106
20	1.43	2.0855	1.141
21	1.50	2.0318	1.177
22	1.57	1.9786	1.213
23	1.65	1.9258	1.250
24	1.72	1.8735	1.287
25	1.80	1.8218	1.324
26	1.88	1.7706	1.361
27	1.95	1.7200	1.400
28	2.02	1.6699	1.438
29	2.10	1.6204	1.477
30	2.17	1.5715	1.516
31	2.25	1.5233	1.555
32	2.32	1.4757	1.595
33	2.40	1.4287	1.635
34	2.48	1.3824	1.672
35	2.55	1.3368	1.710
36	2.63	1.2919	1.747
37	2.70	1.2476	1.785
38	2.77	1.2041	1.824
39	2.85	1.1613	1.863
40	2.92	1.1192	1.902
41	3.00	1.0778	1.941
42	3.07	1.0372	4.149
43	3.15	0.9974	3.990
44	3.23	0.9583	3.833
45	3.30	0.9200	3.680
46	3.38	0.8824	3.530
47	3.45	0.8456	3.382
48	3.52	0.8096	3.238
49	3.60	0.7743	3.097
50	3.67	0.7398	2.959
51	3.75	0.7060	2.824
52	3.82	0.6730	2.692
53	3.90	0.6407	2.563
54	3.97	0.6092	2.437
55	4.05	0.5784	2.313
56	4.13	0.5483	2.193
57	4.20	0.5189	2.075
58	4.27	0.4902	1.961
59	4.35	0.4622	1.849
60	4.42	0.4348	1.739
61	4.50	0.4081	1.632
62	4.58	0.3821	1.528
63	4.65	0.3566	1.426
64	4.72	0.3318	1.327
65	4.80	0.3076	1.230
66	4.88	0.2839	1.136
67	4.95	0.2608	1.043
68	5.02	0.2383	0.953
69	5.10	0.2163	0.865
70	5.17	0.1947	0.779
71	5.25	0.1737	0.695
72	5.33	0.1531	0.613

73	5.40	0.1330	0.532
74	5.47	0.1133	0.453
75	5.55	0.0940	0.376
76	5.63	0.0752	0.301
77	5.70	0.0566	0.227
78	5.77	0.0384	0.154
79	5.85	0.0206	0.082
80	5.92	0.0031	0.012
81	6.00	-0.0142	-0.057
82	6.08	-0.0312	-0.468
83	6.15	-0.0479	-0.719
84	6.22	-0.0645	-0.967
85	6.30	-0.0808	-1.211
86	6.38	-0.0969	-1.453
87	6.45	-0.1128	-1.693
88	6.52	-0.1287	-1.930
89	6.60	-0.1443	-2.165
90	6.67	-0.1599	-2.399
91	6.75	-0.1754	-2.631
92	6.83	-0.1908	-2.861
93	6.90	-0.2061	-3.091
94	6.97	-0.2214	-3.320
95	7.05	-0.2366	-3.549
96	7.13	-0.2518	-3.776
97	7.20	-0.2669	-4.004
98	7.27	-0.2821	-4.231
99	7.35	-0.2972	-4.459
100	7.42	-0.3124	-4.686
101	7.50	-0.3275	-4.913

Spostamenti e pressioni limiti*Simbologia adottata*

Nr. Identificativo sezione palo

Y ordinata palo espressa in [cm]

Ur spostamento limite espressa in [cm]

Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	3.5177	0.532
2	0.07	3.4535	0.560
3	0.15	3.3893	0.590
4	0.22	3.3251	0.619
5	0.30	3.2611	0.649
6	0.38	3.1971	0.679
7	0.45	3.1333	0.710
8	0.53	3.0696	0.741
9	0.60	3.0062	0.772
10	0.67	2.9429	0.804
11	0.75	2.8799	0.836
12	0.82	2.8171	0.868
13	0.90	2.7547	0.901
14	0.97	2.6925	0.934
15	1.05	2.6307	0.968
16	1.13	2.5693	1.002
17	1.20	2.5082	1.036
18	1.27	2.4476	1.071
19	1.35	2.3874	1.106
20	1.43	2.3276	1.141
21	1.50	2.2683	1.177
22	1.57	2.2095	1.213
23	1.65	2.1513	1.250
24	1.72	2.0935	1.287
25	1.80	2.0364	1.324
26	1.88	1.9798	1.361
27	1.95	1.9238	1.400
28	2.02	1.8684	1.438
29	2.10	1.8137	1.477
30	2.17	1.7596	1.516
31	2.25	1.7061	1.555
32	2.32	1.6534	1.595
33	2.40	1.6014	1.635
34	2.48	1.5500	1.672

35	2.55	1.4994	1.710
36	2.63	1.4496	1.747
37	2.70	1.4005	1.785
38	2.77	1.3521	1.824
39	2.85	1.3046	1.863
40	2.92	1.2578	1.902
41	3.00	1.2118	1.941
42	3.07	1.1667	4.667
43	3.15	1.1223	4.489
44	3.23	1.0788	4.315
45	3.30	1.0361	4.145
46	3.38	0.9943	3.977
47	3.45	0.9533	3.813
48	3.52	0.9131	3.652
49	3.60	0.8738	3.495
50	3.67	0.8352	3.341
51	3.75	0.7976	3.190
52	3.82	0.7607	3.043
53	3.90	0.7246	2.899
54	3.97	0.6894	2.758
55	4.05	0.6550	2.620
56	4.13	0.6213	2.485
57	4.20	0.5884	2.354
58	4.27	0.5563	2.225
59	4.35	0.5249	2.100
60	4.42	0.4943	1.977
61	4.50	0.4643	1.857
62	4.58	0.4351	1.740
63	4.65	0.4066	1.626
64	4.72	0.3787	1.515
65	4.80	0.3515	1.406
66	4.88	0.3250	1.300
67	4.95	0.2990	1.196
68	5.02	0.2737	1.095
69	5.10	0.2489	0.996
70	5.17	0.2247	0.899
71	5.25	0.2010	0.804
72	5.33	0.1779	0.711
73	5.40	0.1552	0.621
74	5.47	0.1330	0.532
75	5.55	0.1113	0.445
76	5.63	0.0900	0.360
77	5.70	0.0691	0.276
78	5.77	0.0485	0.194
79	5.85	0.0284	0.114
80	5.92	0.0086	0.034
81	6.00	-0.0109	-0.044
82	6.08	-0.0301	-0.452
83	6.15	-0.0491	-0.736
84	6.22	-0.0677	-1.016
85	6.30	-0.0862	-1.293
86	6.38	-0.1044	-1.566
87	6.45	-0.1225	-1.837
88	6.52	-0.1404	-2.106
89	6.60	-0.1581	-2.372
90	6.67	-0.1757	-2.636
91	6.75	-0.1933	-2.899
92	6.83	-0.2107	-3.160
93	6.90	-0.2280	-3.420
94	6.97	-0.2453	-3.680
95	7.05	-0.2625	-3.938
96	7.13	-0.2797	-4.196
97	7.20	-0.2969	-4.454
98	7.27	-0.3141	-4.711
99	7.35	-0.3312	-4.969
100	7.42	-0.3484	-5.226
101	7.50	-0.3655	-5.483

Sollecitazioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione
 Yordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
 Nsforzo normale espresso in [kg]
 T taglio espresso in [kg]
 M momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1

Nr.	Y	MT	N
1	0.00	0.0039840.45	0.00
2	0.07	-2988.0339504.20	84.61
3	0.15	-5950.8539150.48	168.93
4	0.22	-8887.1338779.07	252.95
5	0.30	-11795.5638389.75	336.67
6	0.38	-14674.8037982.30	420.10
7	0.45	-17523.4737556.49	503.24
8	0.53	-20340.2137112.10	586.08
9	0.60	-23123.6136648.92	668.63
10	0.67	-25872.2836166.71	750.88
11	0.75	-28584.7835665.25	832.83
12	0.82	-31259.6835144.32	914.49
13	0.90	-33895.5034603.70	995.85
14	0.97	-36490.7834043.16	1076.92
15	1.05	-39044.0233462.49	1157.70
16	1.13	-41553.7032861.46	1238.17
17	1.20	-44018.3132239.84	1318.36
18	1.27	-46436.3031597.42	1398.25
19	1.35	-48806.1130933.97	1477.84
20	1.43	-51126.1630249.26	1557.14
21	1.50	-53394.8529543.09	1636.14
22	1.57	-55610.5828815.21	1714.85
23	1.65	-57771.7228065.42	1793.26
24	1.72	-59876.6327293.48	1871.38
25	1.80	-61923.6426499.17	1949.20
26	1.88	-63911.0825682.28	2026.72
27	1.95	-65837.2524842.58	2103.96
28	2.02	-67700.4423979.84	2180.89
29	2.10	-69498.9323093.85	2257.53
30	2.17	-71230.9722184.38	2333.88
31	2.25	-72894.8021251.20	2409.93
32	2.32	-74488.6420294.11	2485.68
33	2.40	-76010.7019312.86	2561.14
34	2.48	-77459.1618309.45	2636.31
35	2.55	-78832.3717283.65	2711.18
36	2.63	-80128.6416235.25	2785.75
37	2.70	-81346.2915164.01	2860.03
38	2.77	-82483.5914069.72	2934.02
39	2.85	-83538.8212952.15	3007.71
40	2.92	-84510.2311811.08	3081.10
41	3.00	-85396.0610646.29	3154.20
42	3.07	-86194.538156.90	3208.64
43	3.15	-86806.305763.13	3262.60
44	3.23	-87238.533463.19	3316.10
45	3.30	-87498.271255.23	3369.12
46	3.38	-87592.41-862.56	3421.66
47	3.45	-87527.72-2892.04	3473.74
48	3.52	-87310.82-4835.01	3525.34
49	3.60	-86948.19-6693.33	3576.47
50	3.67	-86446.19-8468.79	3627.12
51	3.75	-85811.03-10163.22	3677.31
52	3.82	-85048.79-11778.42	3727.02
53	3.90	-84165.41-13316.15	3776.26
54	3.97	-83166.70-14778.18	3825.02
55	4.05	-82058.34-16166.26	3873.32
56	4.13	-80845.87-17482.10	3921.14
57	4.20	-79534.71-18727.40	3968.48
58	4.27	-78130.15-19903.81	4015.36
59	4.35	-76637.37-21012.98	4061.76
60	4.42	-75061.39-22056.51	4107.69
61	4.50	-73407.16-23035.97	4153.14
62	4.58	-71679.46-23952.90	4198.13
63	4.65	-69882.99-24808.79	4242.64
64	4.72	-68022.33-25605.12	4286.67

65	4.80	-66101.95-26343.30	4330.24
66	4.88	-64126.20-27024.72	4373.33
67	4.95	-62099.35-27650.72	4415.95
68	5.02	-60025.54-28222.61	4458.10
69	5.10	-57908.85-28741.63	4499.77
70	5.17	-55753.22-29209.00	4540.97
71	5.25	-53562.55-29625.90	4581.70
72	5.33	-51340.61-29993.43	4621.96
73	5.40	-49091.10-30312.67	4661.74
74	5.47	-46817.65-30584.66	4701.05
75	5.55	-44523.80-30810.37	4739.89
76	5.63	-42213.02-30990.74	4778.25
77	5.70	-39888.72-31126.64	4816.15
78	5.77	-37554.22-31218.92	4853.57
79	5.85	-35212.80-31268.36	4890.51
80	5.92	-32867.67-31275.70	4926.99
81	6.00	-30521.99-31241.62	4962.99
82	6.08	-28178.87-30960.92	4719.72
83	6.15	-25856.80-30529.52	4475.93
84	6.22	-23567.09-29949.47	4231.63
85	6.30	-21320.88-29222.60	3986.82
86	6.38	-19129.19-28350.59	3741.50
87	6.45	-17002.89-27334.95	3495.66
88	6.52	-14952.77-26177.00	3249.31
89	6.60	-12989.49-24877.94	3002.44
90	6.67	-11123.65-23438.77	2755.06
91	6.75	-9365.74-21860.38	2507.17
92	6.83	-7726.21-20143.50	2258.76
93	6.90	-6215.45-18288.73	2009.84
94	6.97	-4843.80-16296.57	1760.41
95	7.05	-3621.55-14167.41	1510.46
96	7.13	-2559.00-11901.52	1260.00
97	7.20	-1666.38-9499.11	1009.03
98	7.27	-953.95-6960.31	757.54
99	7.35	-431.93-4285.20	505.54
100	7.42	-110.54-1473.82	253.03
101	7.50	0.00-1473.82	0.00

Sollecitazioni limiti*Simbologia adottata*

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
Nr	sforzo normale espresso in [kg]
Tr	taglio espresso in [kg]
Mr	momento espresso in [kgm]

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	0.00	42442.35	1082507.20
2	0.07	-3171.21	41946.59	1082399.46
3	0.15	-6317.21	41592.86	1082288.47
4	0.22	-9436.67	41221.46	1082174.23
5	0.30	-12528.28	40832.14	1082056.74
6	0.38	-15590.69	40424.69	1081936.00
7	0.45	-18622.54	39998.88	1081812.00
8	0.53	-21622.46	39554.49	1081684.76
9	0.60	-24589.05	39091.31	1081554.27
10	0.67	-27520.89	38609.09	1081420.52
11	0.75	-30416.58	38107.64	1081283.52
12	0.82	-33274.65	37586.71	1081143.28
13	0.90	-36093.65	37046.09	1080999.78
14	0.97	-38872.11	36485.56	1080853.03
15	1.05	-41608.53	35904.88	1080703.04
16	1.13	-44301.39	35303.85	1080549.79
17	1.20	-46949.18	34682.23	1080393.29
18	1.27	-49550.35	34039.81	1080233.54
19	1.35	-52103.33	33376.36	1080070.54
20	1.43	-54606.56	32691.66	1079904.28
21	1.50	-57058.43	31985.48	1079734.78
22	1.57	-59457.35	31257.61	1079562.03
23	1.65	-61801.67	30507.81	1079386.02

24	1.72	-64089.75	29735.87	1079206.77
25	1.80	-66319.94	28941.57	1079024.26
26	1.88	-68490.56	28124.68	1078838.51
27	1.95	-70599.91	27284.98	1078649.50
28	2.02	-72646.28	26422.24	1078457.24
29	2.10	-74627.95	25536.25	1078261.74
30	2.17	-76543.17	24626.78	1078062.98
31	2.25	-78390.18	23693.61	1077860.97
32	2.32	-80167.20	22736.51	1077655.71
33	2.40	-81872.44	21755.26	1077447.20
34	2.48	-83504.08	20751.85	1077235.44
35	2.55	-85060.47	19726.06	1077020.42
36	2.63	-86539.93	18677.66	1076802.16
37	2.70	-87940.75	17606.42	1076580.65
38	2.77	-89261.23	16512.13	1076355.88
39	2.85	-90499.64	15394.56	1076127.87
40	2.92	-91654.23	14253.50	1075896.60
41	3.00	-92723.25	13088.71	1075662.09
42	3.07	-93704.90	10288.65	1075221.11
43	3.15	-94476.55	7595.02	1074774.93
44	3.23	-95046.17	5005.83	1074323.54
45	3.30	-95421.61	2539.81	1073866.95
46	3.38	-95612.10	0.00	1073405.15
47	3.45	-95612.10	-2042.96	1072938.15
48	3.52	-95458.88	-4346.46	1072465.93
49	3.60	-95132.89	-6443.47	1071988.52
50	3.67	-94649.63	-8448.06	1071505.90
51	3.75	-94016.03	-10362.21	1071018.07
52	3.82	-93238.86	-12187.88	1070525.03
53	3.90	-92324.77	-13927.03	1070026.79
54	3.97	-91280.24	-15581.60	1069523.35
55	4.05	-90111.62	-17153.49	1069014.70
56	4.13	-88825.11	-18644.58	1068500.84
57	4.20	-87426.77	-20056.75	1067981.77
58	4.27	-85922.51	-21391.81	1067457.51
59	4.35	-84318.12	-22651.57	1066928.03
60	4.42	-82619.26	-23837.79	1066393.35
61	4.50	-80831.42	-24952.21	1065853.46
62	4.58	-78960.01	-25996.51	1065308.37
63	4.65	-77010.27	-26972.35	1064758.07
64	4.72	-74987.34	-27881.34	1064202.57
65	4.80	-72896.24	-28725.04	1063641.86
66	4.88	-70741.86	-29504.99	1063075.94
67	4.95	-68528.99	-30222.67	1062504.82
68	5.02	-66262.29	-30879.52	1061928.50
69	5.10	-63946.33	-31476.91	1061346.96
70	5.17	-61585.56	-32016.18	1060760.22
71	5.25	-59184.34	-32498.64	1060168.28
72	5.33	-56746.95	-32925.51	1059571.13
73	5.40	-54277.53	-33297.98	1058968.77
74	5.47	-51780.18	-33617.20	1058361.21
75	5.55	-49258.89	-33884.24	1057748.44
76	5.63	-46717.58	-34100.14	1057130.47
77	5.70	-44160.07	-34265.87	1056507.29
78	5.77	-41590.13	-34382.36	1055878.90
79	5.85	-39011.45	-34450.48	1055245.31
80	5.92	-36427.66	-34471.04	1054606.51
81	6.00	-33842.33	-34444.82	1053962.51
82	6.08	-31258.97	-34173.67	1050243.00
83	6.15	-28695.95	-33732.17	1046517.83
84	6.22	-26166.03	-33122.57	1042787.01
85	6.30	-23681.84	-32346.92	1039050.53
86	6.38	-21255.82	-31407.10	1035308.40
87	6.45	-18900.29	-30304.75	1031560.61
88	6.52	-16627.43	-29041.38	1027807.17
89	6.60	-14449.33	-27618.29	1024048.07
90	6.67	-12377.96	-26036.61	1020283.32
91	6.75	-10425.21	-24297.32	1016512.91
92	6.83	-8602.91	-22401.23	1012736.85
93	6.90	-6922.82	-20349.03	1008955.14
94	6.97	-5396.64	-18141.26	1005167.77
95	7.05	-4036.05	-15778.35	1001374.74

96	7.13	-2852.67	-13260.62	997576.06
97	7.20	-1858.13	-10588.28	993771.73
98	7.27	-1064.01	-7761.50	989961.74
99	7.35	-481.89	-4780.36	986146.09
100	7.42	-123.37	-1644.89	982324.80
101	7.50	0.00	-1644.89	0.00

Diagramma Carico-Cedimento verticale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kg]
w Cedimento del palo espresso in [cm]

N	w
110859	0.141
273082	0.348
514428	0.659
834056	1.124
1079963	1.488
1082559	1.495

Diagramma Carico-Cedimento orizzontale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kg]
u Cedimento del palo espresso in [cm]

N	u
40002	3.166
40004	3.166
40013	3.168
40091	3.179
40714	3.269
40737	3.272
40749	3.274
40842	3.287
41591	3.395
41605	3.397
41612	3.398
41667	3.406
42111	3.469
42118	3.470
42121	3.471
42147	3.475
42355	3.504
42358	3.505
42359	3.505
42370	3.507
42371	3.507
42371	3.507
42375	3.507
42403	3.511
42404	3.511
42405	3.512
42408	3.512
42435	3.516
42435	3.516
42436	3.516
42438	3.516
42438	3.516
42438	3.516
42439	3.516
42442	3.518
42442	3.518

Descrizione armature

Il progetto e la verifica delle armature sono stati effettuati con il metodo degli stati limite ultimi.
L'armatura longitudinale è costituita da 20 ϕ 24 mentre l'armatura trasversale è costituita da staffe ϕ 12 / 20 [cm].

Verifica armature pali

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso espressa in [m]
CS	coefficiente di sicurezza
M	momento agente, espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente, espresso in [kg]
M _u	momento ultimo, espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo, espresso in [kg]
T	taglio agente, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]

*Verifiche a presso-flessione*Combinazione n° 1

Y	A _r	M	N	M _u	N _u	CS
0.00	90.48	0	0	0	0	1000.00
0.07	90.48	-2988	85	93642	2652	31.34
0.15	90.48	-5951	169	93643	2658	15.74
0.22	90.48	-8887	253	93644	2665	10.54
0.30	90.48	-11796	337	93645	2673	7.94
0.38	90.48	-14675	420	93646	2681	6.38
0.45	90.48	-17523	503	93648	2689	5.34
0.53	90.48	-20340	586	93649	2698	4.60
0.60	90.48	-23124	669	93650	2708	4.05
0.67	90.48	-25872	751	93652	2718	3.62
0.75	90.48	-28585	833	93653	2729	3.28
0.82	90.48	-31260	914	93655	2740	3.00
0.90	90.48	-33896	996	93657	2752	2.76
0.97	90.48	-36491	1077	93659	2764	2.57
1.05	90.48	-39044	1158	93660	2777	2.40
1.13	90.48	-41554	1238	93663	2791	2.25
1.20	90.48	-44018	1318	93665	2805	2.13
1.27	90.48	-46436	1398	93667	2820	2.02
1.35	90.48	-48806	1478	93669	2836	1.92
1.43	90.48	-51126	1557	93672	2853	1.83
1.50	90.48	-53395	1636	93674	2870	1.75
1.57	90.48	-55611	1715	93677	2889	1.68
1.65	90.48	-57772	1793	93680	2908	1.62
1.72	90.48	-59877	1871	93683	2928	1.56
1.80	90.48	-61924	1949	93686	2949	1.51
1.88	90.48	-63911	2027	93689	2971	1.47
1.95	90.48	-65837	2104	93693	2994	1.42
2.02	90.48	-67700	2181	93696	3018	1.38
2.10	90.48	-69499	2258	93700	3044	1.35
2.17	90.48	-71231	2334	93704	3070	1.32
2.25	90.48	-72895	2410	93708	3098	1.29
2.32	90.48	-74489	2486	93712	3127	1.26
2.40	90.48	-76011	2561	93717	3158	1.23
2.48	90.48	-77459	2636	93721	3190	1.21
2.55	90.48	-78832	2711	93726	3223	1.19
2.63	90.48	-80129	2786	93732	3259	1.17
2.70	90.48	-81346	2860	93737	3296	1.15
2.77	90.48	-82484	2934	93743	3335	1.14
2.85	90.48	-83539	3008	93749	3375	1.12
2.92	90.48	-84510	3081	93755	3418	1.11
3.00	90.48	-85396	3154	93762	3463	1.10
3.07	90.48	-86195	3209	93766	3490	1.09
3.15	90.48	-86806	3263	93771	3524	1.08
3.23	90.48	-87239	3316	93777	3565	1.07
3.30	90.48	-87498	3369	93784	3611	1.07
3.38	90.48	-87592	3422	93791	3664	1.07
3.45	90.48	-87528	3474	93800	3723	1.07
3.52	90.48	-87311	3525	93810	3788	1.07
3.60	90.48	-86948	3576	93820	3859	1.08
3.67	90.48	-86446	3627	93832	3937	1.09
3.75	90.48	-85811	3677	93844	4022	1.09
3.82	90.48	-85049	3727	93858	4113	1.10
3.90	90.48	-84165	3776	93872	4212	1.12
3.97	90.48	-83167	3825	93888	4318	1.13
4.05	90.48	-82058	3873	93905	4433	1.14
4.13	90.48	-80846	3921	93923	4555	1.16
4.20	90.48	-79535	3968	93943	4687	1.18
4.27	90.48	-78130	4015	93964	4829	1.20
4.35	90.48	-76637	4062	93986	4981	1.23

4.42	90.48	-75061	4108	94010	5145	1.25
4.50	90.48	-73407	4153	94036	5320	1.28
4.58	90.48	-71679	4198	94064	5509	1.31
4.65	90.48	-69883	4243	94094	5713	1.35
4.72	90.48	-68022	4287	94127	5932	1.38
4.80	90.48	-66102	4330	94162	6168	1.42
4.88	90.48	-64126	4373	94199	6424	1.47
4.95	90.48	-62099	4416	94240	6702	1.52
5.02	90.48	-60026	4458	94285	7003	1.57
5.10	90.48	-57909	4500	94333	7330	1.63
5.17	90.48	-55753	4541	94386	7688	1.69
5.25	90.48	-53563	4582	94444	8079	1.76
5.33	90.48	-51341	4622	94507	8508	1.84
5.40	90.48	-49091	4662	94577	8981	1.93
5.47	90.48	-46818	4701	94654	9504	2.02
5.55	90.48	-44524	4740	94740	10086	2.13
5.63	90.48	-42213	4778	94836	10735	2.25
5.70	90.48	-39889	4816	94944	11463	2.38
5.77	90.48	-37554	4854	95066	12286	2.53
5.85	90.48	-35213	4891	95204	13222	2.70
5.92	90.48	-32868	4927	95362	14295	2.90
6.00	90.48	-30522	4963	95546	15536	3.13
6.08	90.48	-28179	4720	95616	16015	3.39
6.15	90.48	-25857	4476	95698	16566	3.70
6.22	90.48	-23567	4232	95792	17200	4.06
6.30	90.48	-21321	3987	95900	17932	4.50
6.38	90.48	-19129	3741	96025	18782	5.02
6.45	90.48	-17003	3496	96172	19772	5.66
6.52	90.48	-14953	3249	96344	20936	6.44
6.60	90.48	-12989	3002	96547	22316	7.43
6.67	90.48	-11124	2755	96792	23973	8.70
6.75	90.48	-9366	2507	97090	25991	10.37
6.83	90.48	-7726	2259	97460	28493	12.61
6.90	90.48	-6215	2010	97929	31667	15.76
6.97	90.48	-4844	1760	98542	35814	20.34
7.05	90.48	-3622	1510	99374	41447	27.44
7.13	90.48	-2559	1260	100567	49517	39.30
7.20	90.48	-1666	1009	102413	62013	61.46
7.27	90.48	-954	758	105646	83895	110.75
7.35	90.48	-432	506	110294	129092	255.35
7.42	90.48	-111	253	118943	272271	1000.00
7.50	90.48	0	0	0	0	1000.00

*Verifiche a taglio*Combinazione n° 1

Y	cotθ	T	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	CS
0.00	2.50	39840	63909	51345	51345	1.29
0.07	2.50	39504	63921	51345	51345	1.30
0.15	2.50	39150	63932	51345	51345	1.31
0.22	2.50	38779	63944	51345	51345	1.32
0.30	2.50	38390	63956	51345	51345	1.34
0.38	2.50	37982	63967	51345	51345	1.35
0.45	2.50	37556	63979	51345	51345	1.37
0.53	2.50	37112	63990	51345	51345	1.38
0.60	2.50	36649	64002	51345	51345	1.40
0.67	2.50	36167	64013	51345	51345	1.42
0.75	2.50	35665	64025	51345	51345	1.44
0.82	2.50	35144	64036	51345	51345	1.46
0.90	2.50	34604	64047	51345	51345	1.48
0.97	2.50	34043	64058	51345	51345	1.51
1.05	2.50	33462	64070	51345	51345	1.53
1.13	2.50	32861	64081	51345	51345	1.56
1.20	2.50	32240	64092	51345	51345	1.59
1.27	2.50	31597	64103	51345	51345	1.62
1.35	2.50	30934	64114	51345	51345	1.66
1.43	2.50	30249	64125	51345	51345	1.70
1.50	2.50	29543	64136	51345	51345	1.74
1.57	2.50	28815	64147	51345	51345	1.78
1.65	2.50	28065	64158	51345	51345	1.83

1.72	2.50	27293	64169	51345	51345	1.88
1.80	2.50	26499	64179	51345	51345	1.94
1.88	2.50	25682	64190	51345	51345	2.00
1.95	2.50	24843	64201	51345	51345	2.07
2.02	2.50	23980	64212	51345	51345	2.14
2.10	2.50	23094	64222	51345	51345	2.22
2.17	2.50	22184	64233	51345	51345	2.31
2.25	2.50	21251	64243	51345	51345	2.42
2.32	2.50	20294	64254	51345	51345	2.53
2.40	2.50	19313	64264	51345	51345	2.66
2.48	2.50	18309	64275	51345	51345	2.80
2.55	2.50	17284	64285	51345	51345	2.97
2.63	2.50	16235	64295	51345	51345	3.16
2.70	2.50	15164	64306	51345	51345	3.39
2.77	2.50	14070	64316	51345	51345	3.65
2.85	2.50	12952	64326	51345	51345	3.96
2.92	2.50	11811	64336	51345	51345	4.35
3.00	2.50	10646	64347	51345	51345	4.82
3.07	2.50	8157	64354	51345	51345	6.29
3.15	2.50	5763	64362	51345	51345	8.91
3.23	2.50	3463	64369	51345	51345	14.83
3.30	2.50	1255	64376	51345	51345	40.90
3.38	2.50	-863	64384	51345	51345	59.53
3.45	2.50	-2892	64391	51345	51345	17.75
3.52	2.50	-4835	64398	51345	51345	10.62
3.60	2.50	-6693	64405	51345	51345	7.67
3.67	2.50	-8469	64412	51345	51345	6.06
3.75	2.50	-10163	64419	51345	51345	5.05
3.82	2.50	-11778	64426	51345	51345	4.36
3.90	2.50	-13316	64433	51345	51345	3.86
3.97	2.50	-14778	64440	51345	51345	3.47
4.05	2.50	-16166	64446	51345	51345	3.18
4.13	2.50	-17482	64453	51345	51345	2.94
4.20	2.50	-18727	64459	51345	51345	2.74
4.27	2.50	-19904	64466	51345	51345	2.58
4.35	2.50	-21013	64472	51345	51345	2.44
4.42	2.50	-22057	64479	51345	51345	2.33
4.50	2.50	-23036	64485	51345	51345	2.23
4.58	2.50	-23953	64491	51345	51345	2.14
4.65	2.50	-24809	64498	51345	51345	2.07
4.72	2.50	-25605	64504	51345	51345	2.01
4.80	2.50	-26343	64510	51345	51345	1.95
4.88	2.50	-27025	64516	51345	51345	1.90
4.95	2.50	-27651	64522	51345	51345	1.86
5.02	2.50	-28223	64527	51345	51345	1.82
5.10	2.50	-28742	64533	51345	51345	1.79
5.17	2.50	-29209	64539	51345	51345	1.76
5.25	2.50	-29626	64545	51345	51345	1.73
5.33	2.50	-29993	64550	51345	51345	1.71
5.40	2.50	-30313	64556	51345	51345	1.69
5.47	2.50	-30585	64561	51345	51345	1.68
5.55	2.50	-30810	64566	51345	51345	1.67
5.63	2.50	-30991	64572	51345	51345	1.66
5.70	2.50	-31127	64577	51345	51345	1.65
5.77	2.50	-31219	64582	51345	51345	1.64
5.85	2.50	-31268	64587	51345	51345	1.64
5.92	2.50	-31276	64592	51345	51345	1.64
6.00	2.50	-31242	64597	51345	51345	1.64
6.08	2.50	-30961	64564	51345	51345	1.66
6.15	2.50	-30530	64530	51345	51345	1.68
6.22	2.50	-29949	64496	51345	51345	1.71
6.30	2.50	-29223	64462	51345	51345	1.76
6.38	2.50	-28351	64428	51345	51345	1.81
6.45	2.50	-27335	64394	51345	51345	1.88
6.52	2.50	-26177	64360	51345	51345	1.96
6.60	2.50	-24878	64325	51345	51345	2.06
6.67	2.50	-23439	64291	51345	51345	2.19
6.75	2.50	-21860	64257	51345	51345	2.35
6.83	2.50	-20143	64222	51345	51345	2.55
6.90	2.50	-18289	64188	51345	51345	2.81
6.97	2.50	-16297	64153	51345	51345	3.15
7.05	2.50	-14167	64119	51345	51345	3.62

7.13	2.50	-11902	64084	51345	51345	4.31
7.20	2.50	-9499	64049	51345	51345	5.41
7.27	2.50	-6960	64014	51345	51345	7.38
7.35	2.50	-4285	63979	51345	51345	11.98
7.42	2.50	-1474	63944	51345	51345	34.84
7.50	2.50	-1474	63909	51345	51345	34.84

*Inviluppo verifiche*Inviluppo

Y	A_r	M_u	N_u	CS	V_{Rd}	CS_T
0.00	90.48	0	0	1000.00	51345	1.29
0.07	90.48	93642	2652	31.34	51345	1.30
0.15	90.48	93643	2658	15.74	51345	1.31
0.22	90.48	93644	2665	10.54	51345	1.32
0.30	90.48	93645	2673	7.94	51345	1.34
0.38	90.48	93646	2681	6.38	51345	1.35
0.45	90.48	93648	2689	5.34	51345	1.37
0.53	90.48	93649	2698	4.60	51345	1.38
0.60	90.48	93650	2708	4.05	51345	1.40
0.67	90.48	93652	2718	3.62	51345	1.42
0.75	90.48	93653	2729	3.28	51345	1.44
0.82	90.48	93655	2740	3.00	51345	1.46
0.90	90.48	93657	2752	2.76	51345	1.48
0.97	90.48	93659	2764	2.57	51345	1.51
1.05	90.48	93660	2777	2.40	51345	1.53
1.13	90.48	93663	2791	2.25	51345	1.56
1.20	90.48	93665	2805	2.13	51345	1.59
1.27	90.48	93667	2820	2.02	51345	1.62
1.35	90.48	93669	2836	1.92	51345	1.66
1.43	90.48	93672	2853	1.83	51345	1.70
1.50	90.48	93674	2870	1.75	51345	1.74
1.57	90.48	93677	2889	1.68	51345	1.78
1.65	90.48	93680	2908	1.62	51345	1.83
1.72	90.48	93683	2928	1.56	51345	1.88
1.80	90.48	93686	2949	1.51	51345	1.94
1.88	90.48	93689	2971	1.47	51345	2.00
1.95	90.48	93693	2994	1.42	51345	2.07
2.02	90.48	93696	3018	1.38	51345	2.14
2.10	90.48	93700	3044	1.35	51345	2.22
2.17	90.48	93704	3070	1.32	51345	2.31
2.25	90.48	93708	3098	1.29	51345	2.42
2.32	90.48	93712	3127	1.26	51345	2.53
2.40	90.48	93717	3158	1.23	51345	2.66
2.48	90.48	93721	3190	1.21	51345	2.80
2.55	90.48	93726	3223	1.19	51345	2.97
2.63	90.48	93732	3259	1.17	51345	3.16
2.70	90.48	93737	3296	1.15	51345	3.39
2.77	90.48	93743	3335	1.14	51345	3.65
2.85	90.48	93749	3375	1.12	51345	3.96
2.92	90.48	93755	3418	1.11	51345	4.35
3.00	90.48	93762	3463	1.10	51345	4.82
3.07	90.48	93766	3490	1.09	51345	6.29
3.15	90.48	93771	3524	1.08	51345	8.91
3.23	90.48	93777	3565	1.07	51345	14.83
3.30	90.48	93784	3611	1.07	51345	40.90
3.38	90.48	93791	3664	1.07	51345	59.53
3.45	90.48	93800	3723	1.07	51345	17.75
3.52	90.48	93810	3788	1.07	51345	10.62
3.60	90.48	93820	3859	1.08	51345	7.67
3.67	90.48	93832	3937	1.09	51345	6.06
3.75	90.48	93844	4022	1.09	51345	5.05
3.82	90.48	93858	4113	1.10	51345	4.36
3.90	90.48	93872	4212	1.12	51345	3.86
3.97	90.48	93888	4318	1.13	51345	3.47
4.05	90.48	93905	4433	1.14	51345	3.18
4.13	90.48	93923	4555	1.16	51345	2.94
4.20	90.48	93943	4687	1.18	51345	2.74
4.27	90.48	93964	4829	1.20	51345	2.58
4.35	90.48	93986	4981	1.23	51345	2.44

4.42	90.48	94010	5145	1.25	51345	2.33
4.50	90.48	94036	5320	1.28	51345	2.23
4.58	90.48	94064	5509	1.31	51345	2.14
4.65	90.48	94094	5713	1.35	51345	2.07
4.72	90.48	94127	5932	1.38	51345	2.01
4.80	90.48	94162	6168	1.42	51345	1.95
4.88	90.48	94199	6424	1.47	51345	1.90
4.95	90.48	94240	6702	1.52	51345	1.86
5.02	90.48	94285	7003	1.57	51345	1.82
5.10	90.48	94333	7330	1.63	51345	1.79
5.17	90.48	94386	7688	1.69	51345	1.76
5.25	90.48	94444	8079	1.76	51345	1.73
5.33	90.48	94507	8508	1.84	51345	1.71
5.40	90.48	94577	8981	1.93	51345	1.69
5.47	90.48	94654	9504	2.02	51345	1.68
5.55	90.48	94740	10086	2.13	51345	1.67
5.63	90.48	94836	10735	2.25	51345	1.66
5.70	90.48	94944	11463	2.38	51345	1.65
5.77	90.48	95066	12286	2.53	51345	1.64
5.85	90.48	95204	13222	2.70	51345	1.64
5.92	90.48	95362	14295	2.90	51345	1.64
6.00	90.48	95546	15536	3.13	51345	1.64
6.08	90.48	95616	16015	3.39	51345	1.66
6.15	90.48	95698	16566	3.70	51345	1.68
6.22	90.48	95792	17200	4.06	51345	1.71
6.30	90.48	95900	17932	4.50	51345	1.76
6.38	90.48	96025	18782	5.02	51345	1.81
6.45	90.48	96172	19772	5.66	51345	1.88
6.52	90.48	96344	20936	6.44	51345	1.96
6.60	90.48	96547	22316	7.43	51345	2.06
6.67	90.48	96792	23973	8.70	51345	2.19
6.75	90.48	97090	25991	10.37	51345	2.35
6.83	90.48	97460	28493	12.61	51345	2.55
6.90	90.48	97929	31667	15.76	51345	2.81
6.97	90.48	98542	35814	20.34	51345	3.15
7.05	90.48	99374	41447	27.44	51345	3.62
7.13	90.48	100567	49517	39.30	51345	4.31
7.20	90.48	102413	62013	61.46	51345	5.41
7.27	90.48	105646	83895	110.75	51345	7.38
7.35	90.48	110294	129092	255.35	51345	11.98
7.42	90.48	118943	272271	1000.00	51345	34.84
7.50	90.48	0	0	1000.00	51345	34.84

3. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

3.1. PREMESSA

La presente relazione illustra gli aspetti legati al dimensionamento ed alla verifica geotecnica delle opere di fondazione e contenimento (paratie di pali) condotte in fase di progettazione esecutiva in merito agli "Interventi di ripristino e messa in sicurezza del tracciato di collegamento denominato "Francescana", posto a servizio dell'invaso di Casanova fiume Chiascio" dei movimenti gravitativi verificatisi nella stagione invernale 2013-2014, all'interno del territorio comunale di Gubbio (PG).

3.2. DESCRIZIONE DEI MODELLI GEOTECNICI ADOTTATI

Le sezioni geotecniche, litologiche ed i parametri geotecnici adottati per il dimensionamento delle opere in progetto sono stati estrapolati dalla relazione redatta dal **Dott. Geol. Clara Renghi** basata su una campagna conoscitiva di indagini in situ e laboratorio condotta nel periodo ottobre-novembre 2014 dalla ditta SoGeo s.r.l. di Panicarola per quanto concerne i sondaggi geognostici e tests geotecnici, dalla ditta Terra s.n.c. per quanto riguarda le analisi geotecniche e di laboratorio e dalla ditta Idrogeotec s.n.c. in quanto alle indagini geofisiche. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva della campagna di indagine condotta; per ulteriori dettagli si rimanda alla apposita relazione specialistica summenzionata.

tipologia indagine	n°	individuazione e specifiche	Obiettivi e tipologia dati				completamento
			Stratigrafici	sismici	Idrogeologici	geotecnici	
Tests penetrometrici DPSH	8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DPSH 1-F1 ➤ DPSH 2-F1 ➤ DPSH 1-F3 ➤ DPSH 2-F3 ➤ DPSH 1-F4 ➤ DPSH 2-F4 ➤ DPSH 1-F5 ➤ DPSH 2-F5 			X	X	
Sondaggi a carotaggio in continuo	6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ S1-F3 ➤ S2-F3 ➤ S1-F4 ➤ S2-F4 ➤ S3-F4 ➤ S1-F5 	X		X	X	Misure in sito della coesione non drenata
Prelievo di campioni indisturbati	5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ S1F3- C1 (prof. 3,3-3,7 m) ➤ S1F4- C1 (prof. 6,3-6,7 m) ➤ S2F4- C1 (prof. 4,3-4,7 m) ➤ S3-F4- C1 (prof. 2.4 - 2.8 m) ➤ S1F5- C1 (prof. 3,1 - 3,5 m) 	X			X	
Esecuzione di profilo sismico a rifrazione in onde P con base fino a 110	3	profili sismici a rifrazione in onde P per la ricostruzione sismostratigrafica delle aree di intervento	X	X		X	
Esecuzione di profili sismici con metodologia MASW, in onde di Rayleigh e in onde di Love	3	Profili sismici MASW per determinare la velocità equivalente Vs30 allo scopo di definire la categoria di sottosuolo locale	X	X		X	

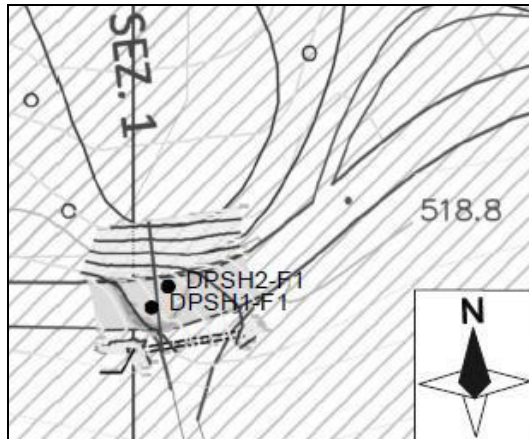
Di seguito si riporta la descrizione dei modelli geotecnici e le assunzioni e le modellazioni numeriche condotte per i singoli interventi in progetto.

Le verifiche strutturali unitamente a quelle geotecniche delle opere sono riportate al punto 2.4.1, 2.5.1, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

3.2.1. Frana 1 (F1) – Voc. "Biscina"

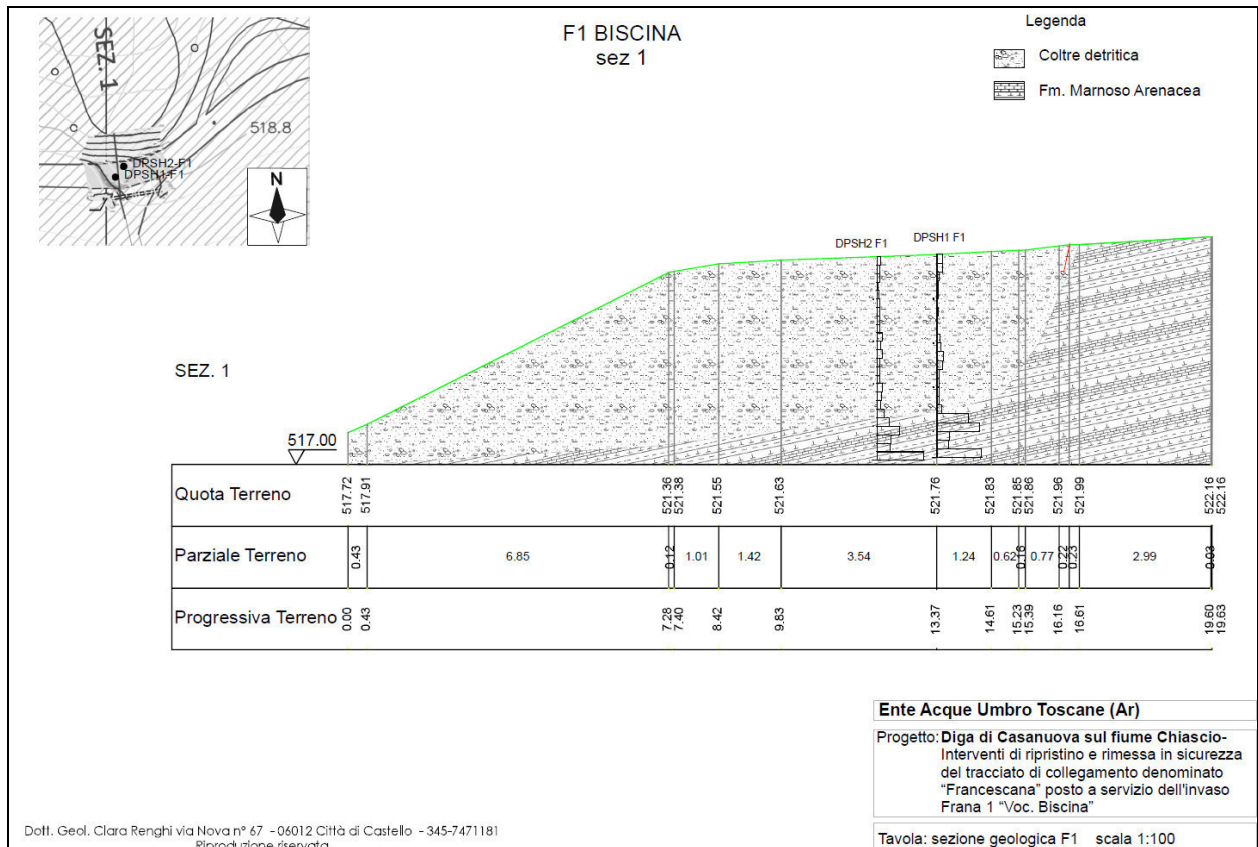
Con riferimento alla planimetria sotto riportata, le indagini eseguite e prese in considerazione sono:

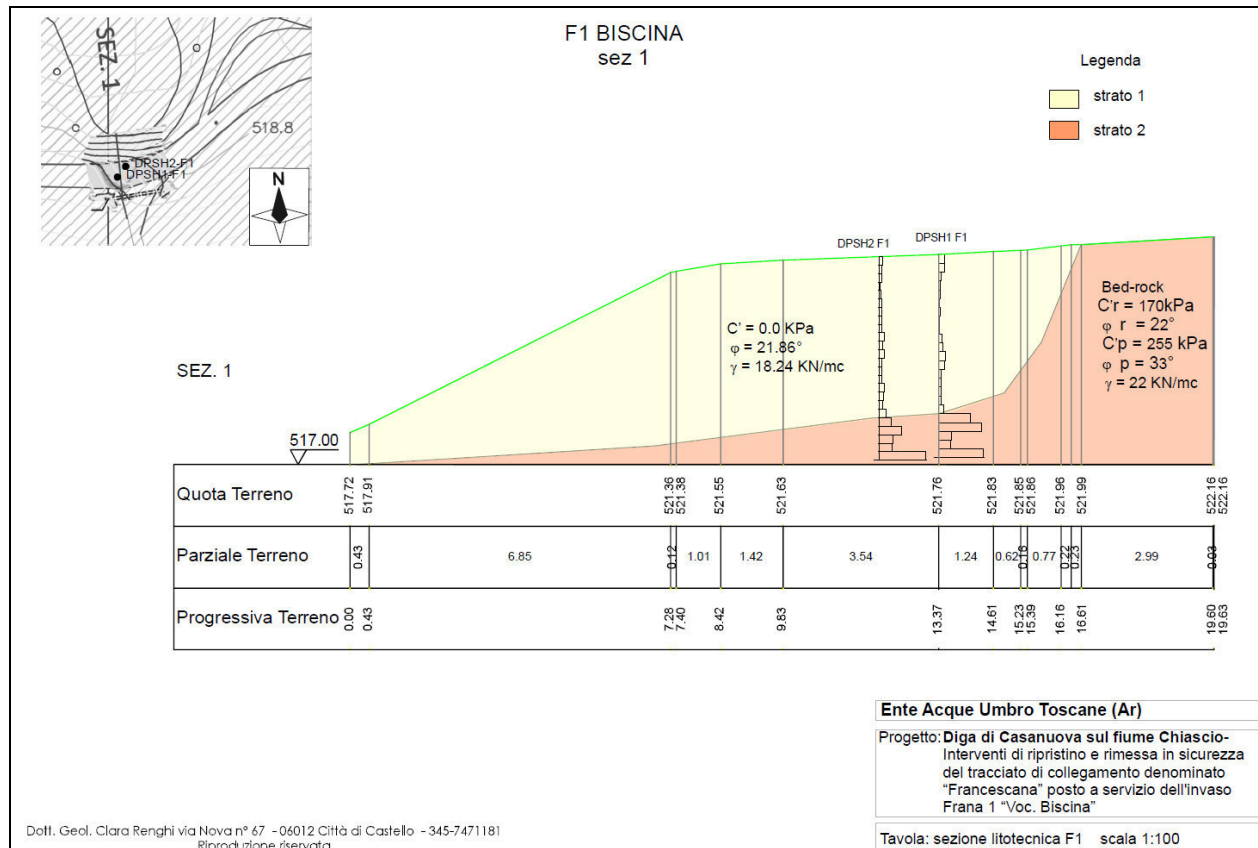
- N.ro 2 test penetrometrici dinamici DPSH (DPSH1-F1 e DPSH2-F1);



La lettura delle indagini penetrometriche, ha consentito una agevole ricostruzione delle sezioni litotecniche in base alle quali è stato possibile ipotizzare una certa uniformità con riguardo sia alla successione dei vari strati sia delle rispettive potenze.

Di seguito si riportano le sezione geologica e litotecnica estrapolata dalla relazione specialistica.





In base a tale successione stratigrafica è stato elaborato il seguente modello geotecnico:

- 1) Strato superficiale (*Strato 1 - Superficiale*): costituito da terreno interessato dal movimento franoso.
- 3) Strato di base (*Strato 2 - Bed-rock*): rappresenta lo strato di base dotato di ottime caratteristiche meccaniche.

In definitiva sono stati presi in considerazione i seguenti valori dei parametri geotecnici:

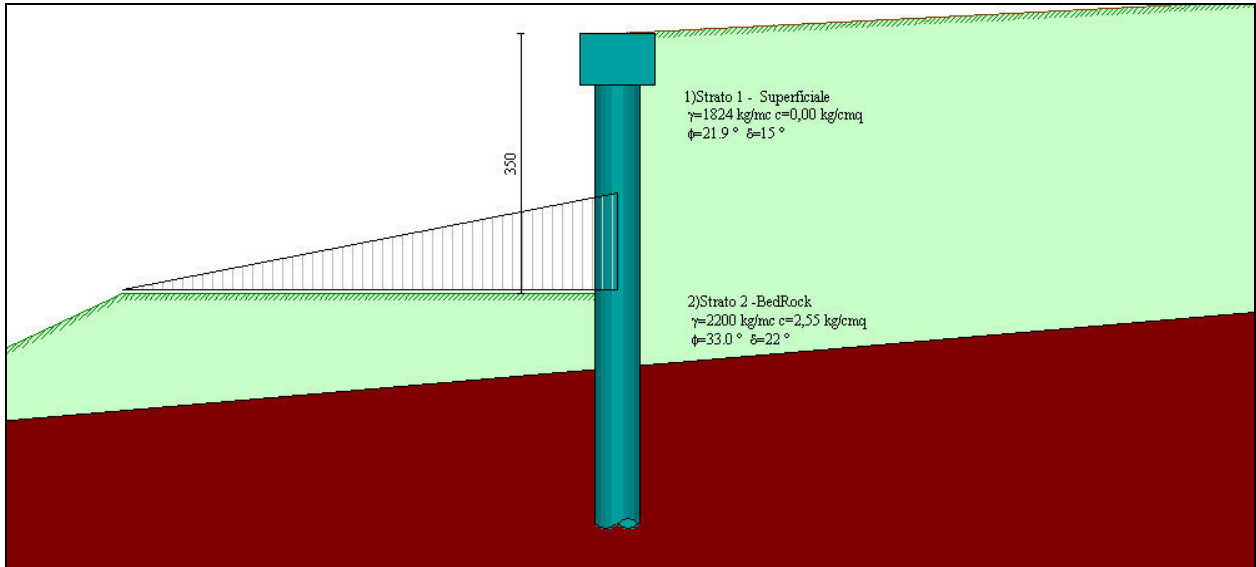
	γ [kg/m ³]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ²]
1) Strato superficiale	1824	21.86	0.00
2) Strato di base	2200	33.00	2.55

NOTA: per lo strato di Bed-rock sono stati utilizzati i valori di picco.

Si ritiene infine che gli interventi di raccolta e regimazione delle acque, complementari all'opera principale, (trincee drenanti, adeguamento della sezione idraulica del fosso laterale, sostituzione delle vecchie tubazioni in cls con nuove in PEAD) siano tali da ridurre drasticamente la pressione idraulica sul nuovo paramento del rilevato stradale ed in generale sull'intera palificata.

In definitiva si propone il seguente modello di calcolo geotecnico nel quale, in favore di sicurezza, non è stato considerato l'effetto di contrasto offerto dal terreno immediatamente a ridosso della palificata, lasciando la stessa libera per 3.50m di altezza; il corrispettivo in peso è stato inserito come carico permanente grazie ad una condizione di carico elementare

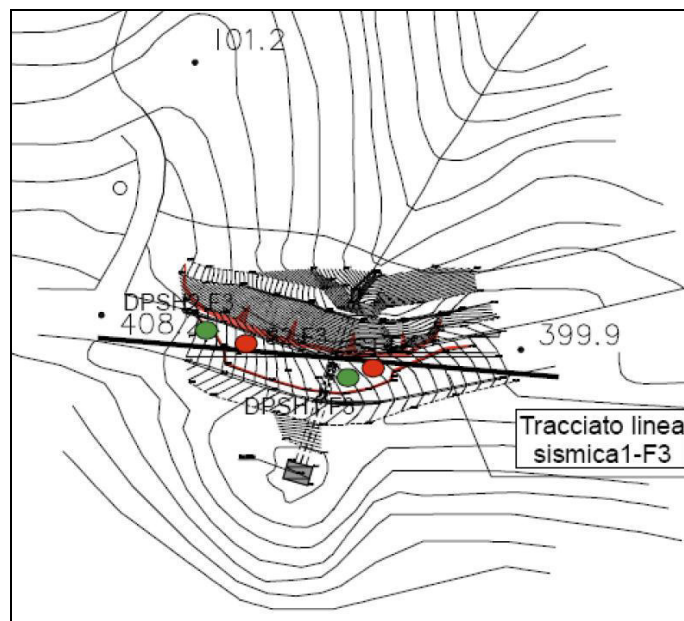
appositamente definita.



3.2.2. Frana 3 (F3) – Voc. “Fontaguzzo”

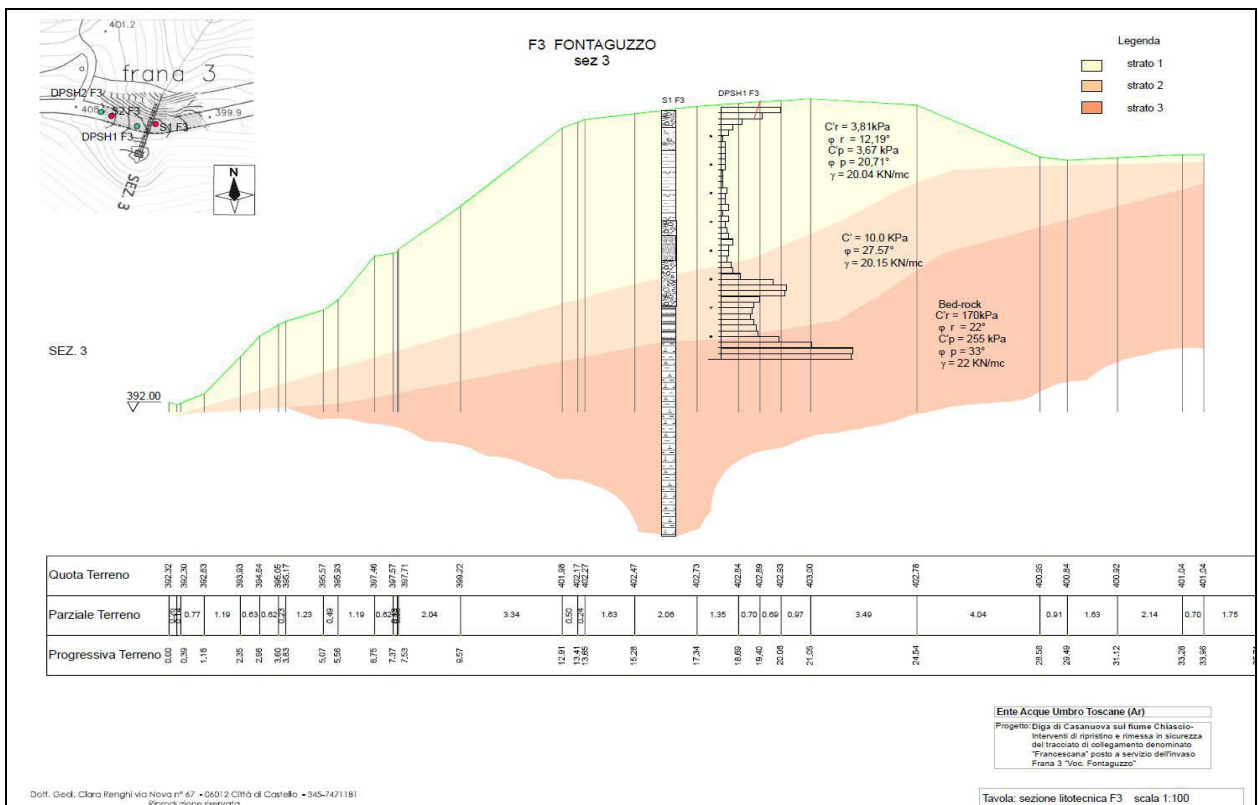
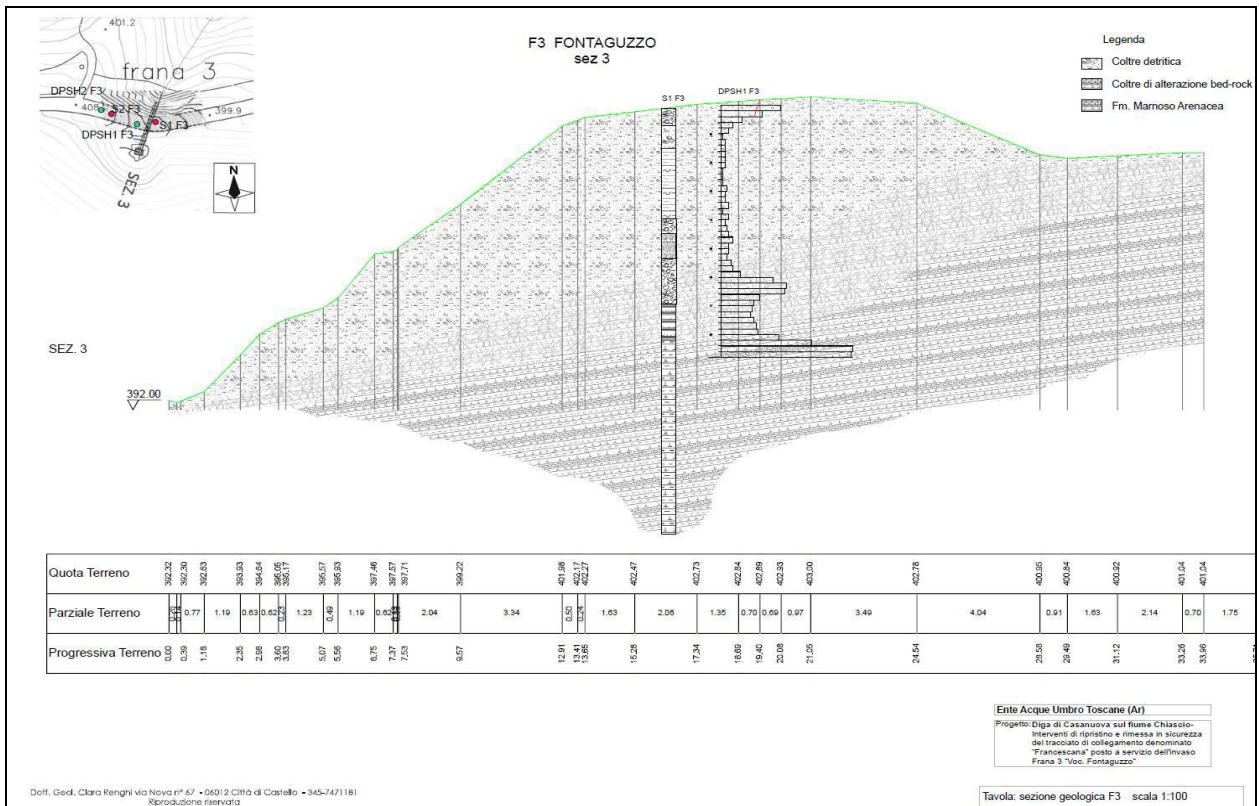
Con riferimento alla planimetria sotto riportata, le indagini eseguite e prese in considerazione sono:

- N.ro 2 sondaggi con carotaggio in continuo (S1-F3 e S2-F3);
- N.ro 2 test penetrometrici dinamici DPSH (DPSH1-F3 e DPSH2-F3);
- N.ro 1 campione indisturbato (S1F3-C1) prelevato dal carotaggio S1-F3 a 3.3-3.7m dal p.c. sul quale sono state condotte le prove di laboratorio:
- N.ro 1 profilo sismico a rifrazione in onde P per la ricostruzione sismo stratigrafica;
- N.ro 1 profilo sismico MASW per determinare la velocità equivalente Vs30 allo scopo di definire la categoria di sottosuolo locale.



La correlazione tra sondaggi ed indagini penetrometriche, unitamente ai risultati delle prove di laboratorio condotte sui campioni indisturbati, ha consentito una agevole ricostruzione delle

sezioni litotecniche in base alle quali è stato possibile ipotizzare una certa uniformità con riguardo sia alla successione dei vari strati sia delle rispettive potenze.
 Di seguito si riportano le sezione geologica e litotecnica estrapolata dalla relazione specialistica.



Sulla base di tale successione stratigrafica è stato elaborato il seguente modello geotecnico:

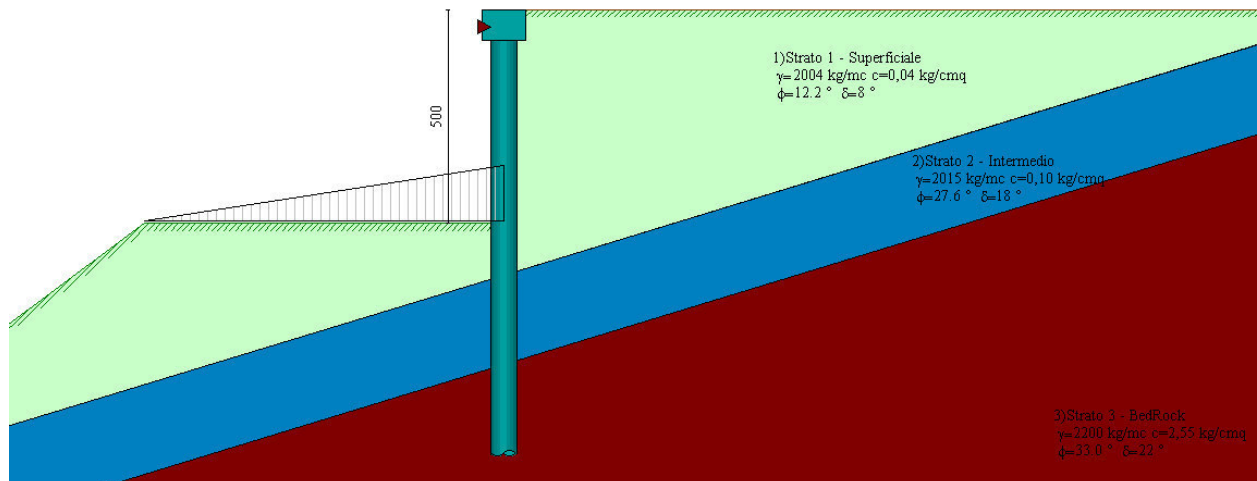
- 1) Strato superficiale (*Strato 1 - Superficiale*): costituito dalla coltre detritica di terreno che è stato interessato dal movimento franoso e pertanto dotato di scarse caratteristiche meccaniche.
- 2) Strato intermedio (*Strato 2 - Intermedio*): rappresentato dalla coltre di alterazione del bed-rock dotato di caratteristiche meccaniche migliori rispetto al precedente e non rimaneggiato.
- 3) Strato di base (*Strato 3 - Bed-rock*): rappresenta lo strato di base dotato di ottime caratteristiche meccaniche.

In definitiva sono stati presi in considerazione i seguenti valori dei parametri geotecnici:

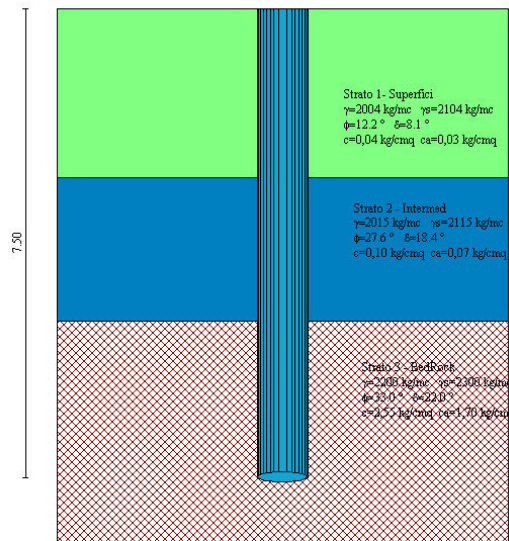
	γ [kg/m ³]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ²]
1) Strato superficiale	2004	12.19	0.03
2) Strato intermedio	2015	27.57	0.10
3) Strato di base	2200	33.00	2.55

NOTA: per quanto riguarda lo strato superficiale sono stati utilizzati i valori residui derivati dalle prove di laboratorio condotte sui campioni indisturbati, mentre per lo strato di Bed-rock sono stati utilizzati quelli di picco.

In definitiva si propone il seguente modello di calcolo geotecnico nel quale, in favore di sicurezza, non è stato considerato l'effetto di contrasto offerto dal terreno immediatamente a ridosso della palificata, lasciando la stessa libera per 5.00m di altezza; il corrispettivo in peso è stato inserito come carico permanente grazie ad una condizione di carico elementare appositamente definita.



La paratia è stata vincolata in testa essendo connessa, mediante elementi trasversali alla sede stradale, alla serie di pali di ritegno orizzontale ($D=80\text{cm}$, $L=7.50\text{m}$, $i_{\text{max}}=3.00\text{m}$) posti più a monte ed in grado di sfruttare al meglio la naturale giacitura degli strati di caratteristiche meccaniche migliori, come desumibile dallo schema grafico sotto riportato.



3.3.SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO

L'analisi geotecnica e strutturale e le relative verifiche sono state condotte mediante il programma PAC12.0 e CARL 12.0 per il dimensionamento della paratia della AZTEC informatica.

I software sono sostanzialmente dedicati alle opere di sostegno e di consolidamento geotecnico per le quali consente l'esecuzione delle verifiche di sicurezza previste dal D.M. 14-01-2008.

3.3.1.Descrizione delle modalità di progetto e verifica

3.3.1.1.Paratie

Metodo di analisi

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

- K_{am}** diagramma della spinta attiva agente da monte
- K_{av}** diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
- K_{pm}** diagramma della spinta passiva agente da monte
- K_{pv}** diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione

si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su $\tan(\phi)$ e sulla coesione

Calcolo della spinte

Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il valore della spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

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

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con W il peso del cuneo e con C il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con S la spinta calcolata in condizioni statiche e con S_s la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/2 dell'altezza della parete stessa (diagramma rettangolare).

Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia I e l'area A per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta L la lunghezza libera del tirante, A_t l'area di armatura nel tirante ed E_s il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad L , area A_t , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico E_s . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidità della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo, k , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo $[F/L^3]$. È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se m è l'interasse fra le molle (in cm) e b è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ($b=100$ cm) occorre ricavare l'area equivalente, A_m , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicando con E_m il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidità, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidità flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidità di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidità degli elementi della paratia (elementi a rigidità flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidità dei tiranti (solo rigidità assiale) e delle molle (rigidità assiale).

Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore X_{max} ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione p_{max} . Tale pressione p_{max} può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidità, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale p_0 , fino a raggiungere il carico totale p . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassembleta escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidità è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassembleggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tendendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con u ed u_0 gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con s ed s_0 gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con K la matrice di rigidità della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s = s_0 + K(u - u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia-terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

3.3.1.2.Palo di ritegno

Determinazione della capacità portante

Il carico verticale che grava sul palo va confrontato con il valore di calcolo della resistenza verticale del palo stesso. Il problema che si pone, quindi, è quello di determinare la capacità portante del palo. Determinata la capacità portante, la resistenza di calcolo verticale del palo si ottiene applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portanza di base (o di punta) e portanza per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T Portanza totale del palo;
- Q_P Portanza di base del palo;
- Q_L Portanza per attrito laterale del palo;
- W_P Peso proprio del palo.

Le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro. Risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico viene assorbita per attrito laterale e quanta per resistenza alla base.

Nel caso di pali soggetti a trazione la resistenza allo sfilamento vale:

$$Q_T = Q_L + W_P$$

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza rispettivamente γ_b e γ_s .

I coefficienti γ_b e γ_s rappresentano rispettivamente i valori del coefficiente di sicurezza per la portanza di punta e quello per la portanza laterale.

Quindi nel caso di pali compressi abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_P / \gamma_b + Q_L / \gamma_s - W_P$$

Nel caso invece di pali soggetti a sforzi di trazione abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_L / \gamma_s + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P (c N_c + q_b N_q)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q_b è la pressione del terreno alla quota della punta del palo ed i coefficienti N_c e N_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di profondità.

N_c ed N_q dipendono sia dalla geometria del palo che dalle caratteristiche del terreno angolo di attrito e coesione (ϕ e c).

In letteratura è possibile trovare diverse formule per il calcolo dei valori di N_c ed N_q .

Per pali in argilla in condizioni non drenate ($\phi=0$, $c=c_u$) si assume in genere per N_c il valore proposto da Skempton pari a 9 (valore in corrispondenza della punta del palo) mentre $N_q=1$. Diversi autori hanno proposto altri valori per il fattore N_c ma in generale le variazioni sono abbastanza contenute.

Diverso è il caso del fattore N_q per il quale diversi autori propongono dei valori spesso molto discordanti fra di loro.

In particolare da prove effettuati su pali realizzati in terreni non coesivi, si vede che la variazione della resistenza alla punta non cresce in modo lineare con la profondità, ma raggiunto un certo valore essa si mantiene pressochè costante. Questo fenomeno è stato spiegato da Vesic mettendo in conto un <<effetto arco>> che si manifesta nei dintorni del palo.

Un modo semplice per tener conto del fatto che la resistenza alla punta non può crescere indefinitamente è quello di considerare il diagramma delle pressioni verticali in corrispondenza del palo opportunamente modificato.

In particolare si assume che la pressione verticale σ_v cresca linearmente (pressione geostatica) fino ad una certa profondità z_c ($\sigma_v = \sigma_c$); superata tale profondità il valore della pressione verticale si mantiene costante e pari a σ_c ; in pratica si assume un diagramma bilatero per l'andamento della pressione verticale in corrispondenza del palo.

Il valore di z_c (detta anche profondità critica) dipende dal diametro del palo, D , dalla tecnologia di realizzazione (palo infisso o trivellato) dall'angolo di attrito del terreno ϕ .

Nella determinazione di z_c il valore di ϕ da considerare è funzione del valore dell'angolo di attrito prima dell'installazione del palo, ϕ' , secondo le seguenti relazioni:

Per pali infissi $\phi = 3/4 \phi' + 10$

Per pali trivellati $\phi = \phi' - 3$

A parità di diametro influisce il grado di addensamento del terreno (densità relativa D_r) e la resistenza alla punta cresce con il crescere della densità.

Nella sezione successiva descriveremo le relazioni per la determinazione di N_c ed N_q .

Capacità portante per attrito laterale

La portanza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limiti:

$$Q_L = \text{Int}(\tau_a) dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb:

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \text{tg } \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, e σ_h è la tensione orizzontale alla generica profondità z . La tensione orizzontale σ_h è legata alla pressione verticale σ_v tramite il coefficiente di spinta K_s

$$\sigma_h = K_s \sigma_v$$

Indicando con C il perimetro e con L la lunghezza del palo abbiamo:

$$\text{Int}^t(C(c_a + K_s \sigma_v \text{tg } \delta) dz)$$

Analisi del palo soggetto a forze orizzontali (Portanza trasversale)

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidità non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidità elastica, K_h , espressa in Kg/cm²/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm²) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate K_h assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di K_h è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di K_h assume una forma binomia del tipo:

$$K_h(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidità che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molla non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con d_y la lunghezza del tratto di influenza della molla, con D il diametro del palo la molla avrà una rigidità pari a:

$$K_m = d_y D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicitare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite $p_u = p_u(z)$ dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ($c=c_u$, $\phi=0$) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12 c_u . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità z è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

D diametro del palo

q pressione geostatica alla profondità z

c coesione alla profondità z

K_{pq} , K_{pc} coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ e del rapporto z/D .

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a $1,5D$ e poi valore costante pari a $9c_u D$.

Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore $3\sigma_v K_p D$ (alla base) essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$.

4. RELAZIONE SUI MATERIALI

4.1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce al progetto definitivo-esecutivo degli *"Interventi di ripristino e messa in sicurezza del tracciato di collegamento denominato "Francescana", posto a servizio dell'invaso di Casanova fiume Chiascio"* dei movimenti gravitativi verificatisi nella stagione invernale 2013-2014, all'interno del territorio comunale di Gubbio (PG).

Nell'esecuzione delle opere in progetto è previsto l'impiego di materiali con le caratteristiche e le modalità di confezionamento sotto descritte.

4.2. CALCESTRUZZO

- Leganti

Devono essere impiegati esclusivamente leganti idraulici dotati di certificato di conformità ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA); è escluso l'impiego di cementi alluminosi; il legante deve essere opportunamente dosato per raggiungere le caratteristiche meccaniche richieste.

- Inerti

Gli inerti naturali e di frantumazione devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, sostanze limose, sostanze argillose e di gesso in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione dell'armatura. La ghiaia e il pietrisco devono avere in ogni caso dimensioni massime compatibili con le caratteristiche geometriche della carpenteria (spessori), delle modalità di getto, nonché compatibili con l'ingombro delle armature, il copriferro e l'interferro.

- Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali non dannose e non essere aggressiva; l'acqua dovrà comunque essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

- Additivi

Devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

In caso di necessità dovranno essere impiegati additivi super fluidificanti di certificata efficacia allo scopo di aumentare la lavorabilità del calcestruzzo senza oltrepassare il massimo rapporto $a/c = 0.55$.

- Impasti

L'impasto deve essere eseguito con mezzi idonei a ottenere miscele omogenee e il dosaggio dei componenti effettuato con modalità che garantiscano il mantenimento delle proporzioni dei componenti previste in sede di progetto.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

4.2.1. Conglomerato cementizio

PALI DI FONDAZIONE:

Con riferimento alla UNI EN 206-1, UNI EN 1992-1-1:2005, UNI 11104:2004 ed alle "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" emanate dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio tecnico centrale, si prescrive per le opere di fondazione calcestruzzo dotato delle seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C25/30

- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C = 14.11 \text{ N/mm}^2$
con: $\alpha_{cc} = 0.85$; $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$; $\gamma_C = 1.5$
- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19 \text{ N/mm}^2$
con: $f_{ctk} = 0.7 \times 0.3 \times f_{ck}^{2/3}$; $\gamma_C = 1.5$
- Modulo elastico: $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm} / 10)^{0.3} = 28925 \text{ N/mm}^2$
con: $f_{cm} = f_{ck} + 8$

Slump S4: consistenza "fluida" secondo la classificazione UNI EN 206-1

Diametro max inerte: 30mm

Classe di esposizione: XC2

Massimo rapporto A/C: 0.60

Minimo contenuto di cemento: 300kg/m³

Copriferro per C.A.: vedi specifiche progetto

CORDOLI:

Con riferimento alla UNI EN 206-1, UNI EN 1992-1-1:2005, UNI 11104:2004 ed alle "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" emanate dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio tecnico centrale, si prescrive per le opere di fondazione calcestruzzo dotato delle seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C25/30

- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C = 14.11 \text{ N/mm}^2$
con: $\alpha_{cc} = 0.85$; $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$; $\gamma_C = 1.5$
- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19 \text{ N/mm}^2$
con: $f_{ctk} = 0.7 \times 0.3 \times f_{ck}^{2/3}$; $\gamma_C = 1.5$
- Modulo elastico: $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm} / 10)^{0.3} = 28925 \text{ N/mm}^2$
con: $f_{cm} = f_{ck} + 8$

Slump S4: consistenza "fluida" secondo la classificazione UNI EN 206-1

Diametro max inerte: 30mm

Classe di esposizione: XF2

Massimo rapporto A/C: 0.50

Minimo contenuto di cemento: 340kg/m³

Copriferro per C.A.: vedi specifiche progetto

4.3. ACCIAIO

4.3.1. Acciaio per le strutture in C.A.

⇒ **Tipo B450C** (in barre o in r.e.s.)

- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391 \text{ N/mm}^2$
con: $f_{yk} = f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_S = 1.15$

Non si devono porre in opera armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne pregiudichino la resistenza, o alterate da sostanze che possono ridurre sensibilmente l'aderenza al calcestruzzo (grassi, sostanze oleose, terra o fango).

5. SCHEDA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI DEL CALCOLO

5.1. PREMESSA

La presente scheda riassume i risultati dei calcoli strutturali e geotecnici condotti sulle opere relative al progetto degli "Interventi di ripristino e messa in sicurezza del tracciato di collegamento denominato "Francescana", posto a servizio dell'invaso di Casanova fiume Chiascio" dei movimenti gravitativi verificatisi nella stagione invernale 2013-2014, all'interno del territorio comunale di Gubbio (PG).

5.2. INTERVENTO FRANA F1 – VOC. "BISCINA"

Geometria paratia

Tipo paratia: Paratia di pali		
Altezza fuori terra	3,50	[m]
Profondità di infissione	3,10	[m]
Altezza totale della paratia	6,60	[m]
Lunghezza paratia	27,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,90	[m]
Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero totale di pali	27	
Numero di pali per metro lineare	1.07	

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

n°	Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c
1	1)Strato 1 - Superficiale	1824,00	1924,00	21,86	14,57	0,000
2	2)Strato 2 -BedRock	2200,00	2300,00	33,00	22,00	2,550

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

n°	sp	α_M	α_V	kw _M	kw _V	Terreno M	Terreno V
1	4,50	5.00	5.00	1.50	1.50	1)Strato 1 - Superficiale	1)Strato 1 - Superficiale
2	10,00	0.00	0.00	10.00	10.00	2)Strato 2 -BedRock	2)Strato 2 -BedRock

Impostazioni di analisi

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva Ka e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	2.276	0.942
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.397	2.328
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.309	0.275
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.178	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza Us [m]	0.030	0.030
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.548	0.548
Coefficiente di intensità sismica (percento)	17.966	7.497
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.50	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Rettangolare

Spinta

Spinta massima	Pa =	13737	[kg]	Y =	2,00	[m]
Resistenza passiva	Pp =	-36671	[kg]	Y =	4,66	[m]
Controspinta	Pc =	22934	[kg]	Y =	6,26	[m]

Sollecitazioni

M	Y_M	T	Y_T	N	Y_N	
32726	4,65	13737	3,50	20011	6,60	MAX
0	0,00	-25261	5,60	0	0,00	MIN

Spostamenti

U	Y_U	V	Y_V	
4,4332	0,00	0,0119	0,00	MAX
-0,5057	6,60	0,0000	0,00	MIN

Stabilità globale

Raggio del cerchio critico	R =	10,49[m]
Centro del cerchio critico		(-0,66; 5,94)
Intersezione cerchio-pendio a valle		(-5,26; -3,49)
Intersezione cerchio-pendio a monte		(8,27; 0,41)
Fattore di sicurezza	FS =	4.68

Verifiche strutturali paratia

Ordinata della sezione con fattore di sicurezza minimo	Y =	4,65	[m]			
Momento ultimo	Mu =	35465	[kgm]			
Sforzo normale ultimo	Nu =	3826	[kg]			
Fattore di sicurezza della sezione	FS =	1.16				
Tensione massima nel calcestruzzo	$\sigma_c =$	126,59	[kg/cmq]	Y =	4,60	[m]
Tensione massima nell'armatura	$\sigma_f =$	2944,02	[kg/cmq]	Y =	4,60	[m]

5.3.INTERVENTO FRANA F3 – VOC. “FONTAGUZZO”

PARATIA

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	5,00	[m]
Profondità di infissione	5,40	[m]
Altezza totale della paratia	10,40	[m]
Lunghezza paratia	35,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,90	[m]
Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero totale di pali	38	
Numero di pali per metro lineare	1.09	

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

n°	Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c
1	1)Strato 1 - Superficiale	2004,00	2104,00	12,19	8,12	0,038
2	2)Strato 2 - Intermedio	2015,00	2115,00	27,57	18,38	0,100
3	3)Strato 3 - BedRock	2200,00	2300,00	33,00	22,00	2,550

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

n°	sp	α_M	α_V	kw _M	kw _V	Terreno M	Terreno V
1	6,20	17.00	17.00	2.00	2.00	1)Strato 1 - Superficiale	1)Strato 1 - Superficiale
2	2,10	17.00	17.00	4.00	4.00	2)Strato 2 - Intermedio	2)Strato 2 - Intermedio
3	10,00	0.00	0.00	15.00	15.00	3)Strato 3 - BedRock	3)Strato 3 - BedRock

Impostazioni di analisi

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva Ka e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	2.276	0.942
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.397	2.328
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.309	0.275
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.178	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza Us [m]	0.052	0.052
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.475	0.475

Coefficiente di intensità sismica (percento)	15.572	6.566
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.50	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Rettangolare

Spinta

Spinta massima	Pa =	36753	[kg]	Y =	3,70	[m]
Resistenza passiva	Pp =	-32931	[kg]	Y =	7,25	[m]
Controspinta	Pc =	10915	[kg]	Y =	9,97	[m]

Sollecitazioni

M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	MAX
18809	7,55	22016	6,15	18481	10,40	MAX
-23603	3,35	-13885	0,40	0	0,00	MIN

Spostamenti

U	Y _U	V	Y _V	MAX
1,3670	2,10	0,0153	0,00	MAX
-0,1151	10,40	0,0000	0,00	MIN

Stabilità globale

Raggio del cerchio critico	R =	18,67[m]
Centro del cerchio critico		(-9,36; 9,36)
Intersezione cerchio-pendio a valle		(-13,58; -8,83)
Intersezione cerchio-pendio a monte		(6,81; 0,00)
Fattore di sicurezza	FS =	1.70

Risultati vincoli

n°	Y	R _{X,MIN}	R _{X,MAX}	R _{θ,MIN}	R _{θ,MAX}	U _{MAX}
1	0,40	-14736	-6082	0	0	1,28

Verifiche strutturali paratia

Ordinata della sezione con fattore di sicurezza minimo	Y =	3,35	[m]			
Momento ultimo	Mu =	-35469	[kgm]			
Sforzo normale ultimo	Nu =	3863	[kg]			
Fattore di sicurezza della sezione	FS =	1.63				
Tensione massima nel calcestruzzo	σ _c =	100,49	[kg/cmq]	Y =	3,40	[m]
Tensione massima nell'armatura	σ _f =	2342,37	[kg/cmq]	Y =	3,35	[m]