

PROVINCIA DI MATERA

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE FRANE AL KM
139,200 DELLA S.P. EX S.S. 103 E AL KM 0,800
DELLA S.P. 79 STIGLIANO-GANNANO

PROGETTO UNIFICATO (DEFINITIVO/ESECUTIVO)

Data:	GIUGNO 2022	1° AGGIORNAMENTO:	2° AGGIORNAMENTO:
Codice elaborato 4.3.1		Scala	
PROGETTO DELLE STRUTTURE			
RELAZIONE DI SINTESI PARATIA TIRANTATA			
S.P. EX S.S. 103 KM 139,200			

Il Progettista

Ing. Francesco DURSO



Il Responsabile del Procedimento

Ing. Ignazio OLIVERI

RELAZIONE DI SINTESI

La presente relazione assume la finalità di illustrare le scelte tecniche e progettuali assunte per la predisposizione del calcolo strutturale della paratia tirantata di pali trivellati di "grande diametro" ubicata a monte della strada provincia ex SS 103, prevista nell'ambito del progetto definitivo dei lavori di **"Intervento di sistemazione frane al km 139,200 della S.P. ex SS 103 e al km 0,800 della S.P. 79 Stigliano-Gannano"**.

La paratia di pali trivellati di grande diametro, ubicata a monte della strada provinciale ex SS 103, si articola in sette conci elementari, identificati da 1 a 7, dotati di cordolo di raccordo della testa dei pali e vincolata, alla pendice, con tiranti di ancoraggio di tipo attivo, e caratterizzata geometricamente nel modo seguente:

- lunghezza dei conci 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7 pari a 12,00 ml;
- larghezza del cordolo di testata pari a 3,60 ml;
- altezza dei cordoli di testata pari a 1,40 ml;
- diametro dei pali pari a \varnothing 1000 mm;
- disposizione dei pali su due file ad interasse di 2,50 ml;
- interasse tra le file di 2,10 ml
- lunghezza dei pali pari a 22,10 ml;
- diametro dei tiranti attivi pari a \varnothing 180 mm;
- disposizione dei tiranti su un'unica fila con interasse pari a 1,25 ml;
- lunghezza dei tiranti attivi pari a 25,00 ml;
- inclinazione dei tiranti rispetto all'orizzontale pari a 20,00°.

Il calcolo di seguito riportato è riferito alla sezione più gravosa.

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 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. 16 Gennaio 1996 Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

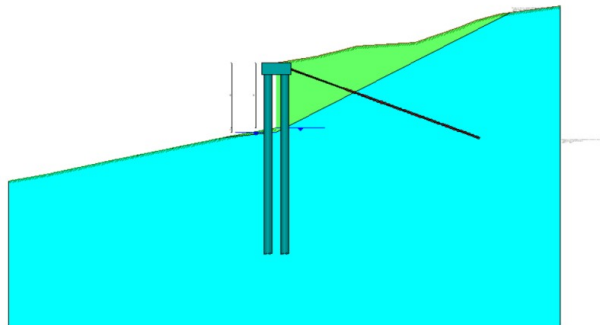
Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	8,00	[m]
Profondità di infissione	15,50	[m]
Altezza totale della paratia	23,50	[m]
Lunghezza paratia	12,00	[m]

Numero di file di pali	2	
Interasse fra le file di pali	2,10	[m]
Interasse fra i pali della fila	2,50	[m]
Diametro dei pali	100,00	[cm]
Numero totale di pali	9	
Numero di pali per metro lineare	0.75	



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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm^3]
1	0,00	Calcestruzzo	360,00	140,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	5,00	0,84	9.54
3	8,50	1,70	13.80
4	10,00	2,03	12.41
5	17,03	2,52	3.99
6	22,58	4,38	18.53
7	24,50	5,25	24.38
8	27,50	6,01	14.22
9	34,97	7,00	7.55

Profilo di valle

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-33,00	-14,50	0.00

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	-28,50	-13,75	9.54
3	-20,00	-11,92	13.80
4	-5,50	-9,00	12.41
5	0,00	-8,00	3.99

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	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]
ca	adesione terreno/paratia espressa in [kg/cm ²]

Parametri per il calcolo dei tiranti secondo il metodo di Bustamante-Doix

Cesp	coeff. di espansione laterale minimo e medio del tirante nello strato
τ_1	tensione tangenziale minima e media lungo il tirante espresso in [kg/cm ²]

I parametri medi e minimi vengono usati per il calcolo di portanza di progetto dei pali e per la resistenza di progetto a sfilamento dei tiranti

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	ca [kg/cm ²]	Cesp	τ_1 [kg/cm ²]	
1	Terreni di natura limoso sabbiose con diffuso ciottolame	1800,0	2200,0	16.00 16.00 16.00	10.60 10.60 10.60	0,000 0,000 0,000	0,000 0,000 0,000	1.00	0,000 0,000 0,000	CAR MIN MED
2	Arenarie a grane medie e grossolane alternate a marne siltose	1900,0	2000,0	28.00 28.00 28.00	18.66 18.66 18.66	0,600 0,600 0,600	0,300 0,300 0,300	1.00	0,000 0,000 0,000	CAR MIN MED

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 [°] (M: strato di monte, V: strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte, V: strato di valle)

N°	sp [m]	α_M [°]	α_V [°]	Kw _M [kg/cm ² /cm]	Kw _V [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	8,50	27.00	6.00	0.61	0.61	Terreni di natura limoso sabbiose con diffuso ciottolame	Terreni di natura limoso sabbiose con diffuso ciottolame
2	24,00	0.00	0.00	7.93	7.93	Arenarie a grane medie e grossolane alternate a marne siltose	Arenarie a grane medie e grossolane alternate a marne siltose

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia

8,00 [m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia

8,50 [m]

Regime delle pressioni neutre:

Idrostatico

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 1 - Tirante attivo (trefoli)

Calcolo tiranti:

Diametro della perforazione

VERIFICA

18,00

[cm]

Coeff. di espansione laterale

1.00

Malta utilizzata per i tiranti

Classe di Resistenza

C25/30

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}

306

[kg/cm²]

Acciaio utilizzato per i tiranti

Tipo

Precomp

Tensione di snervamento f_{yk}

16000

[kg/cm²]

Tiranti attivi armati con trefoli

Area del singolo trefolo:

0,93

[cm²]

Numero di trefoli del tirante:

5

Coefficiente cadute di tensione:

1.30

Coeff. correttivo ω :

SI

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti come percentuale di angolo di attrito e coesione dello strato:

- Aliquota angolo di attrito

100.00

[%]

- Aliquota coesione

50.00

[%]

Coefficiente di spinta

Spinta a riposo

Tensione limite resistenza malta

Tensione tangenziale aderenza acciaio-cls f_{bd}= 19,17 [kg/cm²]

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipologia	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante attivo (trefoli)	0,70	1,25	0,20	20,00	Centrati	9	25,00	18,00	10000,00

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ_{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidità cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{cls} [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C25/30	306	320666	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C25/30	357	332300	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

Combinazioni di carico

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

Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.30	

Combinazione n° 2 - SLV - STR (A1-M1-R3)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 3 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 4 - SLV - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 5 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 6 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 7 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 8 - SLD

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

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
Permanenti ns	Favorevole	γ_{Gfav}	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.30	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
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

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	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
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

Laterale γ_{st} **R3** 1,20

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

Numero di verticali indagate 1 $\xi_3=1,80$ $\xi_4=1,80$

Verifica materiali: Stato Limite

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

Sezione in c.a.

$$V_{Rsd} = 0.9d \frac{A_{sw}}{s} f_{yk} (\cot\alpha + \cot\theta) \sin\alpha$$

$$V_{Rsd} = 0.9d b_w \alpha_c v_{fd} \frac{\cot\alpha + \cot\theta}{1 + \cot^2\theta}$$

con:

d altezza utile sezione [mm]
 b_w larghezza minima sezione [mm]
 A_{sw} area armatura trasversale [mm²]
 s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
 α_c coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}
 σ_{cp} tensione media di compressione [N/mm²]
 $v=0.5$

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Ordinarie
 Armatura ad aderenza migliorata

Verifica a fessurazione

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 2018 - C4.1.2.2.4.5
 Calcolo momento fessurazione Apertura

Resistenza a trazione per

Flessione

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} \quad - \quad \sigma_f < 0.80 f_{yk}$$

Quasi permanente

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} \quad - \quad \sigma_f < 1.00 f_{yk}$$

Frequente

$$\sigma_c < 1.00 f_{ck} \quad - \quad \sigma_f < 1.00 f_{yk}$$

Impostazioni di analisi**Analisi per Combinazioni di Carico.**Rottura del terreno:

Pressione passiva

Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

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

Stabilità globale:

Metodo:

Metodo di Fellenius

Maglia dei centri

Passo maglia **Automatica**

Resistenza a taglio paratia

 V_{Rd} Impostazioni analisi sismica**Identificazione del sito**

Latitudine 40.403520

Longitudine 16.227730

Comune Stigliano

Provincia Matera

Regione Basilicata

Punti di interpolazione del reticolo 35007 - 34785 - 34784 - 35006

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria

Vita nominale 50 anni

Classe d'uso III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose

Vita di riferimento 75 anni

Combinazioni/Fase**SLU****SLE**Accelerazione al suolo $[m/s^2]$

1.398

0.631

Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0

2.583

2.465

Valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante

dello spettro in accelerazione $T_c^* [sec]$

0.433

0.337

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.200

1.200

Tipo di sottosuolo

E

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)

1.595

1.600

Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)

1.000

1.000

Per la determinazione del coeff. α è stato considerato un sottosuolo di tipo Definito manualmenteSpostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s [m]$

0.118

0.118

Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)

0.499

0.499

Prodotto $\alpha \beta$

0.499 > 0.2

0.499 > 0.2

Coefficiente di intensità sismica [%]

13.602

6.157

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (k_v)

0.00

Coefficiente di riduzione (β_s)

0.380

0.470

Coefficiente di intensità sismica nella verifica di stabilità [%]

10.367

5.804

Inerzia massa strutturale **Non considerata**

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico: Triangolare con vertice in alto.

Risultati

Analisi della paratia

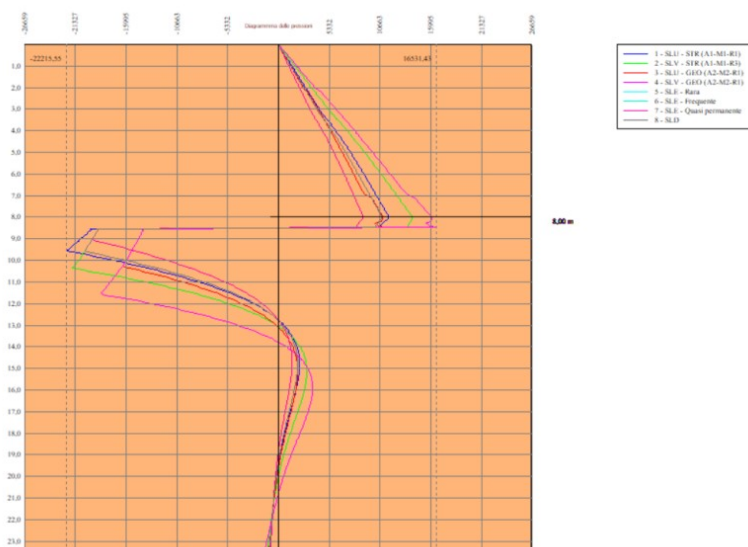
L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 160 elementi fuori terra e 310 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 incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	8,00	[m]
Profondità di infissione	15,50	[m]
Altezza totale della paratia	23,50	[m]



Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{P,med} , P _{P,min}	Portanza di punta media e minima, espressa in [kg]
P _{L,med} , P _{L,min}	Portanza laterale media e minima, espressa in [kg]
P _d	Portanza di progetto, espressa in [kg]
N	Sforzo normale alla base del palo, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto P _d /N)

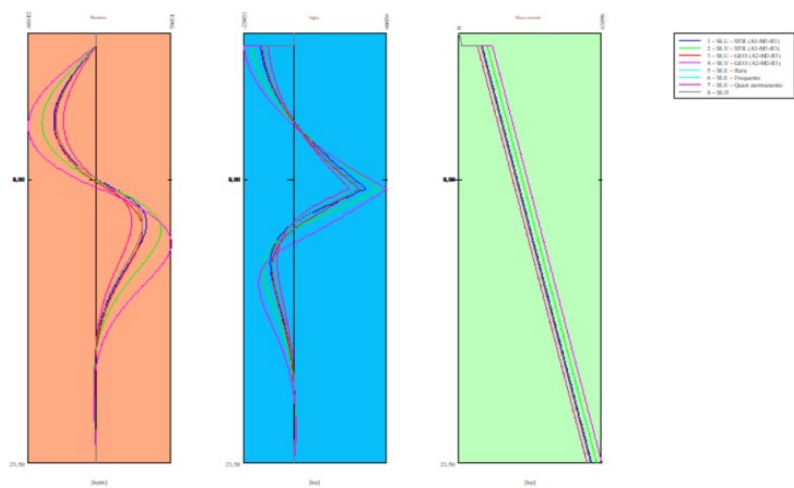
n°	Tipo	P _{P,med} [kg]	P _{L,med} [kg]	P _{P,min} [kg]	P _{L,min} [kg]	P _d [kg]	N [kg]	FS
1	SLU - STR	277294	141372	277294	141372	193138	54376	3.552
2	SLV - STR	277294	141372	277294	141372	193138	56443	3.422

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	SLU - STR	50342	10,40	35407	8,45	40782	23,50	MAX
		-42895	4,80	-16617	0,70	0	0,00	MIN
2	SLV - STR	64756	10,70	42772	8,50	42332	23,50	MAX
		-54658	4,90	-20799	0,70	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	46546	10,70	31747	8,45	40516	23,50	MAX
		-41747	4,90	-15918	0,70	0	0,00	MIN
4	SLV - GEO	75276	11,45	45984	8,50	43923	23,50	MAX
		-68717	5,05	-25123	0,70	0	0,00	MIN
5	SLE - Rara	35752	10,30	27249	8,45	39357	23,50	MAX
		-32991	4,80	-12781	0,70	0	0,00	MIN
6	SLE - Frequente	35752	10,30	27249	8,45	39357	23,50	MAX
		-32991	4,80	-12781	0,70	0	0,00	MIN
7	SLE - Quasi permanente	35752	10,30	27249	8,45	39357	23,50	MAX
		-32991	4,80	-12781	0,70	0	0,00	MIN
8	SLD	46442	10,40	33083	8,45	40407	23,50	MAX
		-40324	4,80	-15608	0,70	0	0,00	MIN

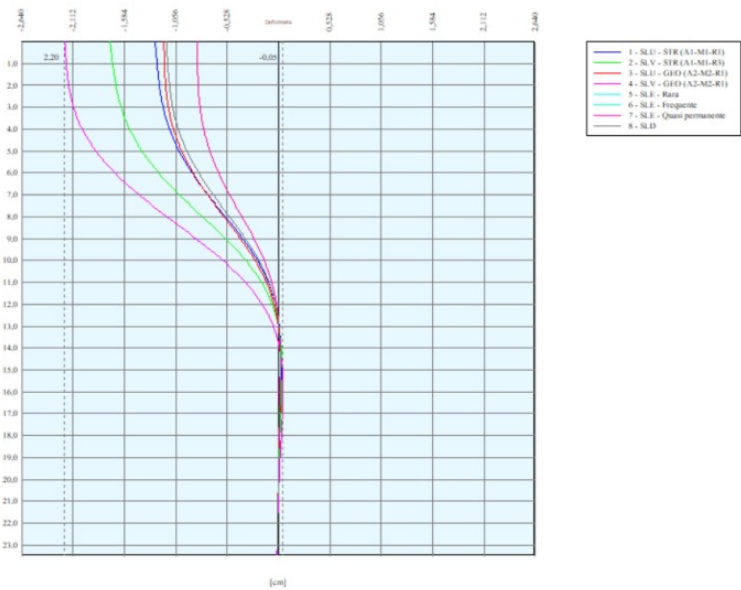


Spostamenti massimi e minimi della paratia

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 [cm]	Y ₀ [m]	V [cm]	Y _v [m]	
1	SLU - STR	1,2710	0,00	0,0290	0,00	MAX
		-0,0281	14,75	0,0000	0,00	MIN
2	SLV - STR	1,7382	0,00	0,0309	0,00	MAX
		-0,0380	15,10	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	1,1838	0,00	0,0287	0,00	MAX
		-0,0256	15,05	0,0000	0,00	MIN
4	SLV - GEO	2,2034	0,00	0,0328	0,00	MAX
		-0,0456	15,85	0,0000	0,00	MIN
5	SLE - Rara	0,8359	1,05	0,0273	0,00	MAX
		-0,0181	14,65	0,0000	0,00	MIN
6	SLE - Frequente	0,8359	1,05	0,0273	0,00	MAX
		-0,0181	14,65	0,0000	0,00	MIN
7	SLE - Quasi permanente	0,8359	1,05	0,0273	0,00	MAX
		-0,0181	14,65	0,0000	0,00	MIN
8	SLD	1,1559	0,00	0,0285	0,00	MAX
		-0,0254	14,75	0,0000	0,00	MIN



Verifica a spostamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione/Fase

Tipo Tipo combinazione/Fase
 Ulim spostamento orizzontale limite, espresso in [cm]
 U spostamento orizzontale calcolato, espresso in [cm] (positivo verso valle)

n°	Tipo	Ulim [cm]	U [cm]
1	SLU - STR	11,7500	1,2710
2	SLV - STR	11,7500	1,7382
3	SLU - GEO	11,7500	1,1838
4	SLV - GEO	11,7500	2,2034
5	SLE - Rara	11,7500	0,8359
6	SLE - Frequente	11,7500	0,8359
7	SLE - Quasi permanente	11,7500	0,8359
8	SLD	11,7500	1,1559

Verifiche di corpo rigido

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 S Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kg]
 R Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kg]
 W Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kg]
 T Reazione tiranti espresso in [kg]
 P Reazione puntoni espresso in [kg]
 V Reazione vincoli espresso in [kg]
 C Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kg]
 Y Punto di applicazione, espresso in [m]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
 FS_{RIB} Fattore di sicurezza a ribaltamento
 FS_{SCO} Fattore di sicurezza a scorrimento

I punti di applicazione delle azioni sono riferiti alla testa della paratia.

La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S Y [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
4	SLV - GEO	95580,81 9,26	376564,30 17,20	7625,00 15,87	25596,76 0,70	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	1419539,93	2954782,72	2.082	3.897

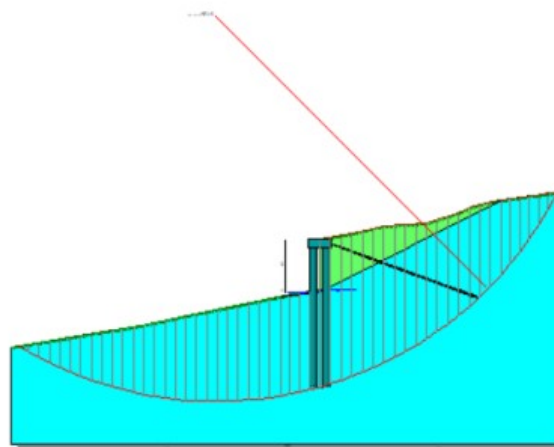
Stabilità globale

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
 R Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 400

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
3	SLU - GEO	-7,05; 21,15	45,20	-34,53; -14,74	35,93; 7,13	1.882	1.100
4	SLV - GEO	-44,65; 42,30	79,52	-88,85; -23,80	25,90; 5,61	1.668	1.200
8	SLD	-16,45; 35,25	61,01	-47,97; -16,99	37,83; 7,38	1.966	1.200



Verifiche idrauliche

Verifica al sollevamento del fondo scavo

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
ΔH	Perdita di carico espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione espressa in [m]
i_E	Gradiente idraulico di efflusso
I	Profondità di infissione espressa in [m]
σ_t	Pressione totale al piede della paratia espressa in [kg/cmq]
u_w	Pressione idrica al piede della paratia espressa in [kg/cmq]
FS	Coefficiente di sicurezza a sollevamento fondo scavo

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	ΔH [m]	L [m]	i_E	I [m]	σ_t [kg/cmq]	u_w [kg/cmq]	FS
1	0,50	0,00	0.00	15,50	26280	17050	1.541

Risultati tiranti**Simbologia adottata**

N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A_f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L_f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ_f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfaldamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A_f [cmq]	L_f [m]	L [m]	σ_f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	36319	4,65	18,00	25,00	7810,61	2,19574	40441	429005	1951510	1.113	4

Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)**Verifica a flessione****Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A_f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M_u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N_u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Y [m]	n° - Tipo	A_f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M_u [kgm]	N_u [kg]	FS
10,35	1 - SLU - STR	83,63	67121	28556	142708	60714	2.126
10,70	2 - SLV - STR	83,63	86342	31311	140309	50881	1.625
10,65	3 - SLU - GEO	83,63	62042	28790	144223	66925	2.325
11,45	4 - SLV - GEO	83,63	100369	34904	139753	48600	1.392

Verifica a taglio**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A_{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V_{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V_{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V_{Rd}/V_{Ed})
cotg θ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 85,36 cm

Y [m]	n° - Tipo	A_{sw} [cmq]	s [cm]	V_{Ed} [kg]	V_{Rd} [kg]	FS	cotg θ
8,45	1 - SLU - STR	2,26	15,00	47209	111494	2.362	2,50
8,50	2 - SLV - STR	2,26	15,00	57029	111494	1.955	2,50
8,45	3 - SLU - GEO	2,26	15,00	42329	111494	2.634	2,50
8,50	4 - SLV - GEO	2,26	15,00	61311	111494	1.818	2,50

Verifica tensioni**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A_f	area di armatura espressa in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]

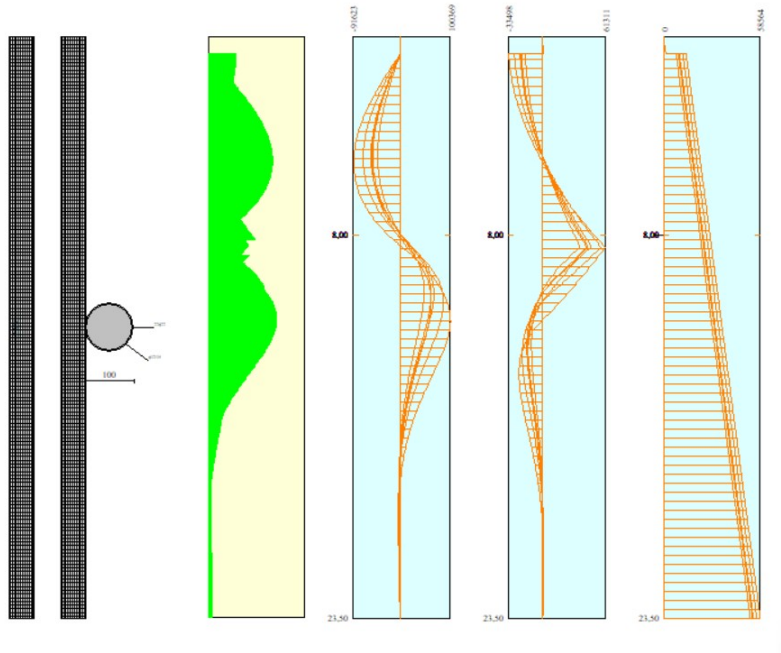
n° - Tipo	A_f [cmq]	σ_c [kg/cmq]	Y [m]	σ_f [kg/cmq]	Y [m]
5 - SLE - Rara	83,63	66,39	10,30	1766,84	10,25
6 - SLE - Frequente	83,63	66,39	10,30	1766,84	10,25
7 - SLE - Quasi permanente	83,63	66,39	10,30	1766,84	10,25
8 - SLD	83,63	86,20	10,40	2376,19	10,35

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
S	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	S [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Paratia	SLE - Frequente	10,25	47667	41746	199,995	0.0538	0,400	0,183
Paratia	SLE - Quasi permanente	10,25	47667	41746	199,995	0.0538	0,300	0,183
Paratia	SLD	10,35	61915	41961	199,282	0.0830	0,300	0,281



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=360,00 [cm]	H=140,00 [cm]		
A _{vh} =20,11 [cmq]	A _{th} =36,19 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =4999 [kgm]	M _{uh} =282543 [kgm]	FS=56.52	
T _h =15998 [kg]	T _{th} =644418 [kg]	FS _T =40.28	cotgθh=2.50
M _v =1820 [kgm]	M _{uv} =215170 [kgm]	FS=118.25	
T_v=5823 [kg]	T_R=247298 [kg]	FS_{Tv}=42.47	cotgθv=2.50

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	PAC - Analisi e Calcolo Paratie
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Durso Francesco
Licenza	AIU4461TQ

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Stigliano, giugno 2022



Il Progettista

Ing. Francesco DURSO