

PROVINCIA DI BENEVENTO

S.P. n. 50 Km 0+700 - lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Feo" del comunedi Foiano V.F: e ripristino piano viabileProgetto definitivo

Progetto definitivo

scala	Elaborato
	5S

Calcolo strutturale

GRAFICI

- Relazione di calcolo anche ai sensi del punto 10.2 delle NTC 2018
- Rappresentazione grafica scorrimento pendio, sollecitazioni e spettri
- Calcolo strutturale del muro su pali
- Verifica pendio
- Relazione geotecnica e sulle fondazioni
- Relazione sui materiali
- Piano di manutenzione
- Pianta e sezione muro con sezione stratigrafica
- Armatura muro e pali

Impresa

Collaudatore

Strutturista



Ing. Pasquale Di Santo

RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI

SOMMARIO

1. RELAZIONE GEOTECNICA.....	3
1.1.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
1.1.2. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONE GEOLOGICHE DEL SITO	3
1.2 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	4
1.2.1. SINTESI DEI RISULTATI	8

1. RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

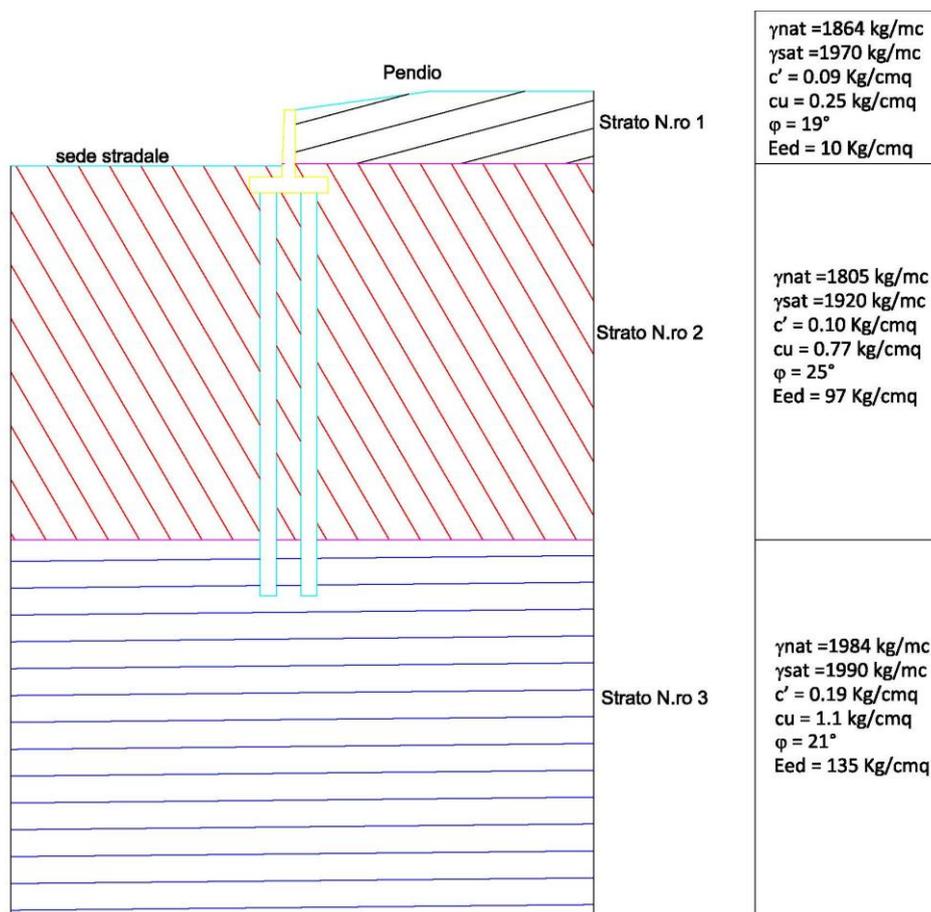
1.1.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

1.1.2. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONE GEOLOGICHE DEL SITO

Il muro è su pali e ha un'estensione di 36 mt con giunto tecnico totale. Pertanto si tratta di n. due muri indipendenti di mt 18 di sviluppo lineare. Ogni fondazione è disposta su 15 pali di fondazione ciascuno a due file intervallate



GEOMETRIA MURO 1		
MURO A MENSOLA IN CEMENTO ARMATO		
Altezza del paramento:	2,50	m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	40	cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0	cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	50	cm

GEOMETRIA MURO 1			
FONDAZIONE SU PALI/MICROPALI			
Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	120	cm	
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	120	cm	
Spessore della zattera di fondazione:	60	cm	
Inclinazione del piano di posa della fondazione:	0	°	
Sviluppo della fondazione:	18 + 18 con giunto tecnico	m	
Diametro dei pali o del foro dei micropali:	60	cm	
Lunghezza complessiva dei pali:	15	m	
Interasse tra i pali:	240	cm	
Tratto di palo sveltante fuori terra:	0	cm	
Tipo disposizione file pali: sfalsata.	-----	----	
Fattore correlaz. CSI per il calcolo di Rk pali:	1.7	----	
	Fila N.	Distanza dalla fila precedente o dal bordo	Inclinazione dei pali (positiva verso valle)
	1	40 cm	0,0
	2	210 cm	0,0

1.2 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

□ CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI DI FONDAZIONE

La portanza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. E' data dalla somma della portata alla punta e la portata per attrito laterale. I calcoli sono eseguiti secondo le norme A.G.I. La formula di seguito riportata è un'estensione di quella classica in quanto tiene conto del fatto che il terreno può presentare strati con caratteristiche differenti. Gli angoli vanno espressi in radianti.

Nel caso di terreni coesivi ($cm > 0$):

$$Ra = \pi \cdot D \cdot l \cdot \alpha \cdot cm$$

$$Rb = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (9 \cdot cb + \alpha m \cdot l)$$

essendo (esprimendo cm in Kg/cmq):

$$a = 0,9 \text{ per } cm \leq 0,25$$

$$a = 0,8 \text{ per } 0,25 < cm \leq 0,50$$

$$a = 0,6 \text{ per } 0,50 < cm \leq 0,75$$

$$a = 0,4 \text{ per } 0,75 < cm$$

Nel caso di terreni incoerenti (cm=0):

$$Ra = \pi \cdot D \cdot \frac{l}{2} \cdot \sum [K \cdot \tau \cdot h^2 \cdot \tan \phi + 2 \cdot h \cdot \tan \phi \cdot \sum (\tau \cdot h)]$$

essendo:

$$K = \frac{1}{7} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot \frac{1}{1 - \tan(0,8 \cdot \phi) \cdot (1 - \sin \phi)}$$

con la prima sommatoria estesa a tutti gli strati e la seconda a tutti quelli soprastanti lo strato i-esimo.

$$Rb = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \rho_m \cdot l \cdot Nq$$

il termine Nq è funzione di f_b e del rapporto h / D, ricavato per interpolazione lineare in base alla seguente tabella (valida nel caso di D minore o uguale al diametro limite impostato nei dati generali, pari a 60 o 80 cm):

f_b	0	28	30	32	34	36	38	40	
Nq	0	12	17	25	40	58	89	137	per h / D = 25
Nq	0	9	14	22	37	56	88	136	per h / D = 50

o in base a quest'altra (per D maggiore del diametro limite):

f_b	0	25	30	35	40	
Nq	0	4,0	10,0	18,8	32,8	per h / D = 4
Nq	0	5,2	8,8	15,2	28,5	per h / DS = 32

In presenza di fenomeni di attrito negativo, al carico agente sul palo va aggiunto il seguente termine:

$$R_{neg} = p \cdot D \cdot t_m \cdot l \cdot Lambe$$

La simbologia usata nella formula precedente è la seguente:

D	= diametro del palo
L	= lunghezza del palo
H	= spessore dello strato di terreno attraversato
Ra	= portanza per attrito laterale
Rb	= portanza alla base
t	= peso specifico del terreno del singolo strato
t_m	= peso specifico in media pesata sugli strati
f	= angolo di attrito interno del terreno del singolo strato
cb	= coesione del terreno dello strato di base
cm	= coesione in media pesata sugli strati
$Lambe$	= coefficiente di Lambe per il calcolo dell'attrito negativo

Tale formula si riferisce alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro. Ai fini del calcolo del coefficiente di sicurezza alla portanza, al carico di esercizio agente sul palo si somma il peso proprio del palo stesso

CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI DI FONDAZIONE

La resistenza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. I calcoli sono eseguiti secondo la teoria di Broms. Gli angoli vanno espressi in radianti. In generale la pressione resistente lungo il fusto del palo viene calcolata in base alle due seguenti espressioni, valide per condizioni non drenate e drenate. La resistenza complessiva si ricava integrando tale pressione per la lunghezza del palo, tenendo così conto della presenza di diversi strati. Nei tabulati verrà riportato il valore minimo del carico limite tra condizioni drenata e non drenata. In condizioni non drenate si ha:

$$Pu = 9 \times Cu \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo con eccezione del tratto iniziale per una lunghezza di 1,5 diametri. In condizioni drenate invece si ha:

$$P = (3 \times Kp \times g \times z + 9 \times C) \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo. La simbologia usata è la seguente:

- D = diametro del palo
- Cu = coesione non drenata
- C = coesione drenata
- Kp = costante di spinta passiva
- g = peso specifico del terreno
- z = profondità

Tali formule si riferiscono alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro.

DATI TERRAPIENO MURO 1						
Muro n.1						
D A T I T E R R A P I E N O						
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:2.5 m						
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:1 m						
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):0 °						
Angolo di attrito tra fondazione e terreno:15 °						
Adesione tra fondazione e terreno:0 Kg/cmq						
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua:15 °						
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua:0 Kg/cmq						
Permeabilita' Terreno:BASSA						
Muro Vincolato:SI						
Coefficiente BetaM:1						
Coefficiente di intensita' sismica orizzontale:.196						
Coefficiente di intensita' sismica verticale:.098						
Coordinate dei vertici aggiuntivi per la determinazione della spezzata dell'estradosso del terrapieno a monte e a valle. Le coordinate sono fornite per il terrapieno a monte rispetto al punto iniziale (ovvero piu' a sinistra), mentre per il terrapieno a valle sono riferite al punto piu' in basso a sinistra della fondazione.						
POLIGONALE MONTE			POLIGONALE VALLE			
Vertice	Ascissa m	Ordinata m		Vertice	Ascissa m	Ordinata m
1	5,00	0,70				

DATI STRATIGR. MURO 1**STRATIGRAFIA DEL TERRENO**

STRATO n.	1 :		
Spessore dello strato:		2,00	m
Angolo di attrito interno del terreno:		19	°
Angolo di attrito tra terreno e muro:		17	°
Coesione del terreno in condizioni drenate:		0,09	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:		0,06	Kg/cmq
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:		1970	Kg/mc
Coesione del terreno in condizioni non drenate:		0,25	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:		0,00	Kg/cmq
Peso specifico efficace del terreno sommerso:		1864	Kg/mc
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:			0,00

STRATO n.	2 :		
Spessore dello strato:		14,00	m
Angolo di attrito interno del terreno:		25	°
Angolo di attrito tra terreno e muro:		17	°
Coesione del terreno in condizioni drenate:		0,10	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:		0,05	Kg/cmq
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:		1920	Kg/mc
Coesione del terreno in condizioni non drenate:		0,77	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:		0,00	Kg/cmq
Peso specifico efficace del terreno sommerso:		1805	Kg/mc
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:			0,00

STRATO n.	3 :		
Spessore dello strato:		16,00	m
Angolo di attrito interno del terreno:		21	°
Angolo di attrito tra terreno e muro:		14	°
Coesione del terreno in condizioni drenate:		0,19	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:		0,00	Kg/cmq
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:		1990	Kg/mc
Coesione del terreno in condizioni non drenate:		1,10	Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:		0,00	Kg/cmq
Peso specifico efficace del terreno sommerso:		1984	Kg/mc
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:			0,00

1.2.1. SINTESI DEI RISULTATI

Si riporta di seguito la sintesi dei risultati delle verifiche effettuate.

VERIFICA PORTANZA MURO 1		
VERIFICHE PORTANZA PALI/MICROPALI		
FILA n.	1	
Interasse minimo tra i pali:	240	cm
Numero del primo strato su cui fondano i pali:	2	
Profondita' del primo strato attraversata dai pali:	12,900	m
Combinazione di carico piu' gravosa per carico assiale:	2	A1
Scarico ortogonale alla fondazione complessivo:	18,18	t/m
Scarico parallelo alla fondazione complessivo:	11,15	t/m
Momento ribaltante applicato in fondazione:	12,03	tm/m
Pressione verticale agente sul piano fondazione:	1,92	t/mq
Portanza limite alla base:	21,28	t
Portanza limite laterale:	54,30	t
Coefficiente di riduzione portata assiale pali in gruppo:	0,85	
Carico limite complessivo netto assiale:	47,59	t
Carico al limite dell'instabilita'secondo Eulero:	999,90	t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	46,17	t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:	1,03	
Combinazione di carico piu' gravosa carico normale all'asse:	2	
Portanza limite per carico normale all'asse per ciasun palo:	366,88	t
Coefficiente riduzione portata normale pali in gruppo:	0,85	
Carico ortogonale limite complessivo netto:	239,88	t
Carico ortogonale di esercizio palo piu' sollecitato:	13,37	t
Coefficiente di sicurezza portanza normale palo	17,94	
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA	
VERIFICHE CEDIMENTI SLD		
Combinazione di Carico SLD piu' gravosa per carico assiale:	2	
Carico limite complessivo netto assiale:	47,59	t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	22,13	t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:	2,15	
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA	
CARICO MASSIMO SLE		
Combinazione di Carico SLE rara piu' gravosa per carico assiale:	1	
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	21,97	t
FILA n.	2	
Interasse minimo tra i pali:	240	cm
Numero del primo strato su cui fondano i pali:	2	
Profondita' del primo strato attraversata dai pali:	12,900	m
Combinazione di carico piu' gravosa per carico assiale:	1	A1
Scarico ortogonale alla fondazione complessivo:	17,57	t/m
Scarico parallelo alla fondazione complessivo:	6,75	t/m
Momento ribaltante applicato in fondazione:	4,10	tm/m
Pressione verticale agente sul piano fondazione:	1,92	t/mq
Portanza limite alla base:	21,28	t
Portanza limite laterale:	54,30	t
Coefficiente di riduzione portata assiale pali in gruppo:	0,85	
Carico limite complessivo netto assiale:	47,59	t
Carico al limite dell'instabilita'secondo Eulero:	999,90	t

VERIFICA PORTANZA MURO 1		
VERIFICHE PORTANZA PALI/MICROPALI		
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	30,18	t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:	1,58	
Combinazione di carico piu' gravosa carico normale all'asse:	2	
Portanza limite per carico normale all'asse per ciasun palo:	366,88	t
Coefficiente riduzione portata normale pali in gruppo:	0,85	
Carico ortogonale limite complessivo netto:	239,88	t
Carico ortogonale di esercizio palo piu' sollecitato:	13,37	t
Coefficiente di sicurezza portanza normale palo	17,94	
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA	
VERIFICHE CEDIMENTI SLD		
Combinazione di Carico SLD piu' gravosa per carico assiale:		2
Carico limite complessivo netto assiale:	47,59	t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	22,13	t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:		2,15
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA	
CARICO MASSIMO SLE		
Combinazione di Carico SLE rara piu' gravosa per carico assiale:		1
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	21,97	t