



# COMUNE DI FIUMEFREDDO BRUZIO

Provincia di Cosenza

## PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico di  
aree in frana nella frazione San Biase



### IIA-05

TITOLO TAVOLA:

Relazione geotecnica e sulle fondazioni

Progettazione e Direzione lavori - ATP ing. Scarnati:

ing. Gaetano Scarnati (capogruppo)

RUP  
ing. Ivano Russo

Componenti

ing. Carlo Consoli  
ing. Maurizio Altomare  
ing. Loredana Altomare  
ing. Marco Maria Granata

DATA : Febbraio 2019

## RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

L'opera di cui alla presente, riguarda l'esecuzione di una palificata in cemento armato con sovrastante cordolo, da realizzare sottoscarpa ad una strada comunale nel comune di Fiumefreddo Bruzio nell'ambito del progetto *“Mitigazione del Rischio Idrogeologico di Aree in frana nella frazione San Biase ”*

*L'intervento di cui trattasi, identificato negli elaborati progettuali come tipologia “Intervento A – zona 1 avrà una lunghezza complessiva di circa 30 m.*

### Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	30,00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0,40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,40 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,80 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

## Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali

1

Vincolo pali/fondazione

Incastro

Tipo di portanza

Portanza laterale e portanza di punta

### *Simbologia adottata*

N numero d'ordine della fila

X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]

nr. Numero di pali della fila

D diametro dei pali della fila espresso in [cm]

L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]

alfa inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]

ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

<b>N</b>	<b>X</b>	<b>Nr.</b>	<b>D</b>	<b>L</b>	<b>alfa</b>	<b>ALL</b>
1	0,55	13	80,00	18,00	0,00	Centrati

## Materiali utilizzati per la struttura

### *Calcestruzzo*

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	305,9 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm <sup>2</sup> ]

### *Acciaio*

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	4588,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

### *Calcestruzzo utilizzato per i pali*

Classe di Resistenza	C20/25
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	255 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico E	307953,37 [kg/cm <sup>2</sup> ]

### *Acciaio utilizzato per i pali*

Tipo	B450C
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	4588,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	4588,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, 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 [°]

<b>N</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>A</b>
1	30,00	0,00	0,00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 34,00 [°]

## Descrizione terreni

### *Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
<i>c<sub>a</sub></i>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

<b>Descrizione</b>	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<b>c</b>	<b>c<sub>a</sub></b>
detritico eluviale	2089	2622	29.00	19.33	0,060	0,030
scisto molto fratt	2088	2620	28.00	18.67	0,093	0,045
Scisti Fratturati	2100	2500	30.00	20.00	0,095	0,050
Riempim. drenant	1800	2000	40.00	26.67	0,000	0,000

### *Parametri medi*

<b>Descrizione</b>	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<b>c</b>	<b>c<sub>a</sub></b>
detritico eluviale	2089	2622	30.00	20.00	0,070	0,040
scisto molto fratt	2088	2620	29.00	19.33	0,100	0,050
Scisti Fratturati	2100	2500	31.00	20.67	0,100	0,060
Riempim. drenant	1800	2000	40.00	26.67	0,000	0,000

### *Parametri minimi*

<b>Descrizione</b>	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<b>c</b>	<b>c<sub>a</sub></b>
detritico eluviale	2089	2622	27.00	18.00	0,050	0,020
scisto molto fratt	2088	2620	27.00	18.00	0,070	0,030
Scisti Fratturati	2100	2500	28.00	18.67	0,080	0,040
Riempim. drenant	1800	2000	36.00	24.00	0,000	0,000

## Stratigrafia

### *Simbologia adottata*

<i>N</i>	Indice dello strato
<i>H</i>	Spessore dello strato espresso in [m]
<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>K<sub>w</sub></i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<i>K<sub>s</sub></i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

<b>Nr.</b>	<b>H</b>	<b>a</b>	<b>K<sub>w</sub></b>	<b>K<sub>s</sub></b>	<b>Terreno</b>
1	8,00	6,00	5,49	0,40	detritico eluviale
2	4,00	7,00	13,39	0,50	scisto molto fratt
3	16,00	0,00	30,00	0,70	Scisti Fratturati

Terreno di riempimento (drenante)

Riempimento drenant

## TERRENO DI FONDAZIONE

Preso atto, dai sopralluoghi e dalle indagini in loco, che il terreno in esame, come risulta anche dalla relazione geologica allegata al fascicolo progettuale e dalle relative indagini ad essa allegate, risulta essere composto da depositi detritico eluviale, per uno spessore medio di circa 4,5 metri dal p.c., e da un substrato, dallo spessore di circa 3/4 m di scisto sericitico molto fratturato, oltre i 7/8 m si riscontrano scisti fratturati in cui vanno a scaricare il carico di punta dei pali di fondazione. e con cui andranno ad interagire la maggior parte delle opere di fondazione in progetto.

## VERIFICA GEOTECNICA DELLE FONDAZIONI

La presente relazione illustra i risultati di calcolo della capacità portante del terreno, ed in particolare del carico limite, con cui andrà ad interagire l'opera in progetto. Con riferimento alla relazione geologica allegata a firma del Dott. Geol. Alessandro Cittadino, si assume che il terreno interessato dall'intervento, ed in particolare il substrato con cui andranno ad interagire le opere di fondazione sia caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici:

### **Deposito detritico eluviale**

1. peso specifico  $\gamma_t$  2090 Kg/m<sup>3</sup>;
2. angolo d'attrito  $\phi$  29° ;
3. coesione C uguale a 0.06 kg/cmq.

### **Scisto sericitico molto fratturato**

4. peso specifico  $\gamma_t$  2089 Kg/m<sup>3</sup>;
5. angolo d'attrito  $\phi$  28° ;
6. coesione C uguale a 0.093 kg/cmq.

### **Scisto sericitico fratturato**

1. peso specifico  $\gamma_t$  2100 Kg/m<sup>3</sup>::
2. angolo d'attrito  $\phi$  30° ;
3. coesione C uguale a 0.1 kg/cmq.

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Comune	Fiumefreddo Bruzio
Provincia	Cosenza
Regione	Calabria

Punti di interpolazione del reticolo 40111 - 40333 - 40334 - 40112

#### **Tipo di opera**

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso pericolose	II - Normali affollamenti e industrie non
Vita di riferimento	50 anni

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	2.07 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.19
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 30.22$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 15.11$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.74 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 10.80$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 5.40$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0  
Lunghezza del muro 30,00 [m]

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,40 Y = -3,70  
Punto superiore superficie di spinta X = 0,40 Y = 0,00  
Altezza della superficie di spinta 3,70 [m]  
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0,00 [°]

#### COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica 6687,18 [kg]  
Componente orizzontale della spinta statica 6310,08 [kg]  
Componente verticale della spinta statica 2213,88 [kg]  
Punto d'applicazione della spinta X = 0,40 [m] Y = -2,44 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,33 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 54,08 [°]

Incremento sismico della spinta 9233,60 [kg]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,40 [m] Y = -1,85 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 39,39 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2088,00 [kg]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,20 [m] Y = -1,45 [m]  
Inerzia del muro 1322,17 [kg]  
Inerzia verticale del muro 661,08 [kg]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 631,01 [kg]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 315,51 [kg]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 16976,16 [kg]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12710,38 [kg]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12710,38 [kg]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 16976,16 [kg]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 1,85 [m]  
Lunghezza fondazione reagente -3,89 [m]  
Risultante in fondazione 21207,16 [kg]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 53,18 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 23467,71 [kgm]

## Analisi dei pali



Combinazione n° 3Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	16976,2
Verticale	[kg]	12710,4
Momento	[kgm]	-23467,7

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,95964
Verticale	[cm]	0,03411
Rotazione	[°]	-0,26491

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tr [kg]	Mr [kgm]
1	13	29332	39176	-54156	51335	-70966

Dettagli calcolo della portanza

$\tau_m$	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_p$	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$N_c, N_q, N_\gamma$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_\gamma$	fattori di capacità portante corretti
$P_l$	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
$P_p$	portanza caratteristica di punta in [kg]
$P_d$	portanza di progetto, in [kg]
$W_p$	peso del palo, in [kg]
$T_d$	portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	$N_c$	$N'_c$	$N_q$	$N'_q$	$N_\gamma$	$N'_\gamma$	$\tau_m$	$\sigma_p$
1	31.61	31.61	17.81	17.81	13.71	13.71	0.02	3.99

Fila	$P_l$	$P_p$	$W_p$	$P_d$	PT
1	136060	299502	22619	317548	MEDI
1	118414	209416	22619	235472	MINIMI

Verifica della portanza

N	carico verticale in testa al palo in [kg]
$P_d$	portanza di progetto in [kg]
$FS_v$	fattori di sicurezza a carichi verticali (rapporto tra $P_d/N$ )
T	carico orizzontale in testa al palo in [kg]
$T_d$	portanza trasversale di progetto in [kg]
$FS_o$	fattori di sicurezza a carichi orizzontali (rapporto tra $T_d/T$ )

---

<b>Fila</b>	<b>N</b>	<b>Pd</b>	<b>FSv</b>	<b>T</b>	<b>Td</b>	<b>FSo</b>
1	29332	235472	8.028	39176	39489	1.008

## CONCLUSIONI

Le verifiche effettuate in questa sede hanno valenza geotecnica e non strutturale, pertanto esse identificano le caratteristiche di resistenza del terreno, sollecitato dai carichi trasmessi dalle fondazioni della struttura, e ne verificano la compatibilità con i carichi trasmessi.

In tale senso si può dire che in questo caso le sollecitazioni indotte dalla struttura al terreno sono ridotte rispetto alla sua capacità portante rendendo la scelta del tipo di fondazione adottato una scelta corretta. Particolare attenzione va prestata, in fase di realizzazione, all'allontanamento e convogliamento delle acque meteoriche e superficiali provvedendo alle idonee opere di drenaggio, sia in fondazione che a monte delle pareti in modo da non pregiudicarne la stabilità e la funzione in genere

Luogo e data

---