



COMUNE DI FANO

Provincia di Pesaro e Urbino

SETTORE 5° - LAVORI PUBBLICI

U.O.C. LL.PP.

ELABORATO N: 10

INTERVENTI DI DIFESA DELLA COSTA
U.F. 6 SASSONIA SUD DAL FIUME METAURO
AL PORTO - LOTTO 2 – 2° STRALCIO
CUP E35B18000890002
CUI L00127440410201900037

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

PROGETTISTA GENERALE: Dott. Ing. Federico Fabbri

DL : Dott. Ing. Federico Fabbri

COLLABORATORI: Geom. Bruno Agostinelli

RILIEVI BATIMETRICI: Studio D'Angeli Pesaro

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. Sandro Sorbini

DATA: NOVEMBRE 2019

Rev 00

SCALA:

TAVOLA

Le informazioni di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico sono state dedotte dallo Studio realizzato dal Dr.Geol. Maria Vittoria Castellani in collaborazione con il Dott. Geol. Laura Pelonghini nell'aprile 2015.

Il terreno della spiaggia attuale sopra cui andranno poste le nuove scogliere presenta le seguenti caratteristiche geotecniche:

TERRENO LIMI ARGILLOSI SCIOLTO da 0 a 10 circa.

I paramtri geotecnici nominali da bibliografia sono:

Peso di volume (γ) = 2.2 t/ m³

Angolo di attrito interno (ϕ) = 22 ° (valore prudenziale)

coesione drenata (c')= 2 t/m

Terreno con parametri geotecnici da discreti a buoni, adatto per la posa in opera di fondazioni .

Il sito è stato caratterizzato anche a livello sismico, il sottosuolo è risultato di categoria C e i parametri sismici per opere con classe d'uso II sono i seguenti:

Sito in esame.

Latitudine: 43,848715

longitudine: 13,025149

Classe: 2

Vita nominale: 50

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Valutazione della pericolosità sismica

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Vertici della maglia elementare

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
19862	13.005	43.834	1.091
19863	13.074	43.834	4.489
19641	13.074	43.884	6.867
19640	13.004	43.884	5.328

Coordinate geografiche

Località:

Longitudine: Latitudine:

Parametri per le forme spettrali

	P _{ver}	T _r	a _g [g]	F ₀	T*c
SLO	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="0.046"/>	<input type="text" value="2.430"/>	<input type="text" value="0.280"/>
SLD	<input type="text" value="63"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0.060"/>	<input type="text" value="2.580"/>	<input type="text" value="0.280"/>
SLV	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="475"/>	<input type="text" value="0.181"/>	<input type="text" value="2.470"/>	<input type="text" value="0.300"/>
SLC	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="975"/>	<input type="text" value="0.236"/>	<input type="text" value="2.510"/>	<input type="text" value="0.310"/>

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita V _n [anni]	Coefficiente uso C _u	Periodo V _r [anni]	Livello di sicurezza per esistenti %
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="100"/>

☐ Rimuovi limiti V_r e T_r (di norma NO)

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
 1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre V_n e C_u
 Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N
 [con N = 1,2,3,4,5]

Si riportano nelle seguenti tabelle i parametri e i coefficienti sismici

	P _{sup} (%)	T _r (anni)	a _g /g	F ₀	T*c(s)
SLO	81	30	0,046	2,430	0,280
SLD	63	50	0,060	2,580	0,200
SLV	10	475	0,181	2,470	0,300
SLC	5	975	0,236	2,510	0,310

	S _s	C _c	S _t	K _h	K _v	a _{max}	β
SLO	1,500	1,600	1,000	0,014	0,007	0,677	0,200
SLD	1,500	1,790	1,000	0,018	0,009	0,883	0,200
SLV	1,432	1,560	1,000	0,062	0,031	2,542	0,240
SLC	1,345	1,550	1,000	0,089	0,044	3,113	0,280
RIF NTC 2008	Tabella 3.2.V	Tabella 3.2.V	Tabella 3.2.VI	(7.11.6)	(7.11.7)	(7.11.8)	Tabella 7.11.I

In base alla normativa vigente NTC 2018 approvate con Decreto del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*” Il collasso dell’opera per il raggiungimento del carico limite del terreno di fondazione rappresenta uno stato limite ultimo.

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali: *Approccio 1 e Nell’Approccio 2*

Nel caso in esame si è deciso di eseguire l’Approccio 2 (A1+M1+R3) nel quale si impiega un’unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l’effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell’angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell’unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

L'espressione più generale per il calcolo del carico limite del terreno di una fondazione superficiale fa riferimento al metodo sdi terzaghi generalizzato che in condizioni stati presenta i seguenti risultati:

CAPACITA' PORTANTE - METODO DI TERZAGHI GENERALIZZATO

D.M. 14/01/2008: verifica a lungo termine in condizioni drenate

APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

GammaG1 (*)	1,3	gammaM	1
GammaG2 (*)	1,5	gammaR	2,3
GammaQ (*)	1,5	Kh sismico	0

VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO

CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO

Dati terreno

			* Parametri = 1 in caso di azione sismica			
angolo d'attrito ϕ	gradi	22	Parametri utilizzati per il calcolo			
peso specifico 1	t/mc	1,95				
peso specifico 2	t/mc	1,95	GammaG1	1,3	GammaG2	1,5
coesione c'	t/mq	2,00	GammaQ	1,5		
inclinazione del pendio	gradi	0 ok	deve essere $< 45^\circ$ e $< \phi$			
profondità della falda dw	m	0	inserire 1000 falda assente			
tipo di terreno	C/A	MD	PD poco deformabile(sabbie addensate, argille dure)	MD molto deformabile (sabbie sciolte, argille molli)		

Geometria fondazione

profondità di posa D	m	0,01	per punzonamento locale si adottano ϕ^* e c^*
base B	m	25,00	
lunghezza L (L>B)	m	100,00	
eccentricità Eb	m	0,00	
eccentricità El	m	0,00	per eccentricità del carico si adottano B' e L'
inclinazione	gradi	0,00	

del carico
effettiva

fattori di forma f_q, f_g, f_c

Dati di calcolo

inclinazione del
carico sismica gradi 0,00

fattori di inclinazione del carico i_q, i_g, i_c

inclinazione
del carico gradi 0
totale

fattori di inclinazione pendio e_q, e_g, e_c

$B'' (= B \text{ o } B')$ m 25

$L'' (= L \text{ o } L')$ m 100

$c'' (= c \text{ o } c^*)$ t/mq 1,33

$f_i'' (= f_i \text{ o } f_i^*)$ gradi 15

N_q 3,94

N_g 2,65

N_c 10,98

f_q 1,067

f_g 0,900

f_i	N_c	N_q	N_g
	15	10,98	3,94
			2,65

f_c 1,090

$dw < D$ 44,315157
3712

FALSO falda non
influyente
falda
VERO sopra
piano di
posa
falda
FALSO sotto
piano di
posa

i_q 1,000

i_g 1,000

i_c 1,000

e_q 1,000

e_g 1,000

e_c 1,000

Risultati

q_{lim} t/mq 44

γ_{Rd} 2,30

q_{Rd} t/mq 19

In caso di sisma $K_h = 0,089$ si ha:

CAPACITA' PORTANTE - METODO DI TERZAGHI GENERALIZZATO

D.M. 14/01/2008: verifica a lungo termine in condizioni drenate

APPROCCIO 2 ($A1 + M1 + R3$)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

$\gamma_{G1} (*)$ 1,3 γ_M 1

$\gamma_{G2} (*)$ 1,5 γ_R 2,3

GammaQ (*) 1,5 Kh sismico 0,089

VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO **CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO**

Dati terreno

angolo d'attrito ϕ_i	gradi	22	* Parametri = 1 in caso di azione sismica			
peso specifico 1	t/mc	1,95	Parametri utilizzati per il calcolo			
peso specifico 2	t/mc	1,95	GammaG1	1,3	GammaG2	1,5
coesione c'	t/mq	2,00	GammaQ	1,5		
inclinazione del pendio	gradi	0 ok	deve essere $< 45^\circ$ e $< \phi_i$			
profondità della falda dw	m	0	inserire 1000 falda assente			
tipo di terreno	C/A	MD	PD poco deformabile(sabbie addensate, argille dure)	MD molto deformabile (sabbie sciolte, argille molli)		

Geometria fondazione

profondità di posa D	m	0,01	per punzonamento locale si adottano ϕ_i^* e c^*			
base B	m	25,00				
lunghezza L (L>B)	m	100,00				
eccentricità Eb	m	0,00				
eccentricità El	m	0,00	per eccentricità del carico si adottano B' e L'			
inclinazione del carico effettiva	gradi	0,00				

fattori di forma f_q, f_g, f_c

Dati di calcolo

inclinazione del carico sismica	gradi	5,09	fattori di inclinazione del carico i_q, i_g, i_c			
inclinazione del carico totale	gradi	5,09				
B" (= B o B')	m	25	fattori di inclinazione pendio e_q, e_g, e_c			
L" (= L o L')	m	100				
c'' (= c o c^*)	t/mq	1,33	ϕ_i	Nc	Nq	Ng
ϕ_i'' (= ϕ_i o ϕ_i^*)	gradi	15	15	10,98	3,94	2,65
Nq		3,94				
Ng		2,65				
Nc		10,98				
f_q		1,067				
f_g		0,900				
f_c		1,090				
			dw<D	44,315157	FALSO	falda non influente
					VERO	falda

			3712	sopra piano di posa falda
iq		0,943	FALSO	sotto piano di posa
ig		0,663		
ic		0,943		
eq		1,000		
eg		1,000		
ec		1,000		
Risultati				
qlim	t/mq	34		
gammaR		2,30		
qRd	t/mq	15		

In assenza di sisma si ha una portanza del terreno di 19,0 t/mq mentre in caso di sisma la portanza passa a 15 t/mq.

La pressione trasmessa dalla scogliera è di circa 7,0 t/mq

si ha quindi:

Codizioni statiche $E_d \leq R_d$ $1,3 \cdot 7 = 9,1 \text{ t/mq} < 19 \text{ t/mq}$ (VERIFICATO)

sisma $E_d \leq R_d$ $1,0 \cdot 7 = 7,0 \text{ t/mq} < 15 \text{ t/mq}$ (VERIFICATO)

I cedimenti massimi attesi sono dell'ordine di 20 cm pienamente compatibili con la tipologia dell'opera.