



**REGIONE
CALABRIA**
Commissario di Governo
per il contrasto del dissesto
idrogeologico nel territorio della
Regione Calabria – art. 10 L. n. 116
dell'11/08/2014



**Interventi integrati di ripristino funzionale e ambientale del reticolo
idrografico presente della sub - area programma A13-1 nel comune di
Reggio Calabria.**

**Codice Rendis 18IR266/G1
CUP J35J16000100001 CIG Z9836E0A22**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geologico-tecnica e modello di sottosuolo

Codice elaborato	PROGETTAZIONE	SETTORE	CODICE	REVISIONE
	DE	GE	017	0
PROGETTAZIONE <i>Ing. Domenico Ciancio</i>	GEOLOGIA <i>Dott. Attilio Porchia</i>			
IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO <i>Geom. Alessandro Falvo</i>				

SOMMARIO

1. Premessa.....	2
2. Normativa e documentazione tecnica di riferimento	3
3. Dati derivanti dal campionamento	4
4. Prove <i>SPT</i> in foro – <i>Standard Penetration Test</i>	5
5. Analisi integrata dei dati	9
6. Liquefazione.....	13

1. PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva relativa agli **“Interventi integrati di ripristino funzionale e ambientale del reticolo idrografico presente della sub - area programma A13-1 nel comune di Reggio Calabria. Codice Rendis 18IR266/G1 CUP J35J16000100001 CIG Z9836E0A22”**, nel presente elaborato viene ricostruito il modello geologico-tecnico di sottosuolo dell'area di intervento come risultato dell'interpretazione complessiva dei dati sperimentali derivanti dalla campagna geognostica e geofisica condotta nei mesi di agosto-settembre 2023.

Il modello geologico-tecnico di sottosuolo è una rappresentazione schematica e descrittiva delle caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno sottostante il sito. È una sorta di "traduzione" delle informazioni geologiche in termini utili per lo studio di ingegneria civile.

Elementi chiave che comprendono il modello geologico-tecnico di sottosuolo includono:

- Stratigrafia come descrizione sequenziale delle diverse unità geologico-tecniche presenti nel sottosuolo, con indicazione della loro profondità, spessore e estensione orizzontale;
- Proprietà geotecniche: Per ogni unità geologico-tecnica individuata, vengono dettagliate le sue caratteristiche meccaniche e fisiche, come la resistenza al taglio, la coesione, l'angolo di attrito interno, la compressibilità e altre proprietà rilevanti per la progettazione geotecnica;
- Condizioni idrogeologiche: Informazioni sull'acqua sottostante, come la profondità della falda.

Queste informazioni sono poi integrate con le conoscenze esistenti sulla geologia della zona per creare un modello complessivo del sottosuolo che possa guidare i progettisti nelle scelte tecniche.

2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO

I principali riferimenti normativi in osservanza dei quali è stato elaborato il presente studio sono i seguenti:

- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D.M. DM 17.1.2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)”;
- D.M. 11/03/08 “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.P.R. 380/01 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- D.M. II.TT. 04/02/08 - Circolare 2 febbraio 2009 , n. 617 “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Legge Regionale 19 ottobre 2009 n.35 – Reg. Regionale del 28 giugno 2012 n° 7;
- PAI CALABRIA Norme di attuazione e misure di salvaguardia del 11.05.2007, testo aggiornato al 02/08/2011;
- Delibera della Giunta Regionale 10/02/2004 n. 47 – Prime disposizioni per l’attuazione dell’ordinanza della Presidenza del consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 /03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Regolamento Regionale n. 15/2016 “Procedure per la denuncia, il deposito e l’autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica” di cui alla L.R. n.37 del 28/12/2015.
- Carta Geologica della Calabria scala 1:25.000. Cartografia Geologica in formato *Shape File* – Portale cartografico Regione Calabria.
- Strumenti urbanistici Comunali.

3. DATI DERIVANTI DAL CAMPIONAMENTO

La Tabella 3-1 mostra il risultato delle analisi eseguite sui campioni prelevati in corso di sondaggio geognostico e costituiti da 1 campione indisturbato (S1C2) e 4 campioni rimaneggiati. Per i certificati di laboratorio fare riferimento all'elaborato DE-GE-016-0.

Tabella 3-1 Dati derivanti da analisi geotecniche di laboratorio su campioni. (Gs Peso specifico dei grani; γ_n Peso per unità di volume naturale; Percentuali granulometriche).

	Profondità (m dal PC)	Gs (kN/m ³)	γ_n (kN/m ³)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Argilla (%)
S1C1	6	26,55	\	23	77	1
S1C2	7	25,96	20,06	19	80	1
S1C3	11	24,89	\	1	96	2
S1C4	16	28,79	20,41	30	70	0
S1C5	20	24,64	19,81	20	80	0

Dalla stratigrafia di sondaggio nonché dai dati derivanti dall'analisi granulometrica, il sottosuolo al sito in esame nei primi 20m dal piano campagna può essere distinto in 3 unità geologico-tecniche (UGT) (Tabella 3-2).

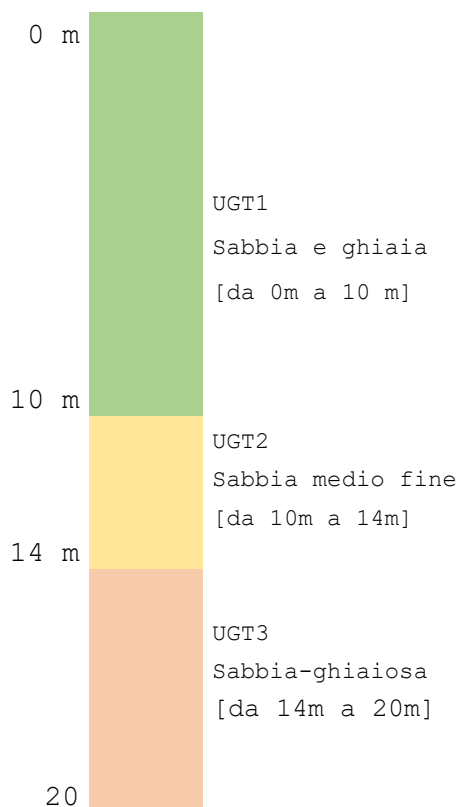


Tabella 3-2 Distinzione del sottosuolo nei primi 20 m dal P.C. in 3 Unità Geologico-Tecniche.

4. PROVE *SPT* IN FORO – *STANDARD PENETRATION TEST*

Durante la perforazione sono state realizzate 4 prove *SPT* per valutare i parametri geotecnici dei depositi incoerenti lungo la verticale. La prova *SPT* misura la resistenza del terreno alla penetrazione dinamica di una punta, partendo dal fondo del foro di sondaggio. La prova prevede che la punta venga infissa nel terreno alla base del sondaggio in tre fasi successive, ciascuna di 150 mm, registrando il numero di colpi per ciascuna fase come N_1 , N_2 e N_3 . Il numero totale di colpi richiesti per la penetrazione di 300 mm (i secondi e terzi 150 mm) viene considerato come il valore N_{SPT} del terreno. Se la punta non avanza di 150 mm anche dopo 50 colpi, la prova viene interrotta e viene annotato il valore di penetrazione raggiunto.

Gli strumenti usati per l'*SPT* includono una massa battente di 63,5 kg che cade da 75 cm e aste collegate al campionatore che pesano circa 6.5 kg per metro lineare. È essenziale che la caduta della massa sia libera, quindi è necessario un meccanismo di sgancio.

Il valore di N_{SPT} ottenuto rappresenta la resistenza alla penetrazione del terreno e può essere correlato con altre proprietà geotecniche del terreno, come la densità relativa, la resistenza al taglio e la compressibilità.

Per l'elaborazione delle prove *SPT* in foro sono state utilizzate le principali correlazioni esistenti in bibliografia selezionate in relazione alla profondità di esecuzione della prova ed in relazione ai parametri quali peso per unità di volume e granulometria dei depositi alla quota di prova. In alcuni casi è stato selezionato il risultato più cautelativo o la media di più risultati se le correlazioni erano compatibili con la tipologia di deposito.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{SPT} \text{ corretto} = 15 + 0.5 (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato. La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito (ϕ')

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a profondità < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. Correlazione storica molto usata, valevole per profondità < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

$$\phi' = 27.2 + 0.28N_{spt}$$

- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

- Sowers 1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (condizioni ottimali per profondità < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.

$$\phi' = 28 + 0,28 N_{spt}$$

- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.

$$\phi' = 19 - 0.38 \sigma'_{vo} + 8.73 \log(N_{spt})$$

- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (condizioni ottimali per profondità > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).

$$\phi' = 20 - 5 \log(\sigma'_{vo}) + 3.73 \log(N_{spt})$$

- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (condizioni ottimali per profondità di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.

$$\phi' = (15N_{spt})^{0.5} + 15$$

- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY - Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

$$\phi' = 0.3N_{spt} + 27$$

- Owasaki & Iwasaki (1959) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie medie e grossolaneghiaiose (condizioni ottimali per profondità > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.

$$\phi' = (20N_{spt})^{0.5} + 15$$

- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

$$\phi' = 29.47 + 0.46 N_{spt} - 0.004 N_{spt}^2 \quad \text{per con limo} < 5\%$$

$$\phi' = 23.70 + 0.57 N_{spt} - 0.006 N_{spt}^2 \quad \text{per con limo} > 5\%$$

Modulo Edometrico (M_{ed})

- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

$$Ed = 3.54 + 38 N_{spt} \quad \text{per sabbia fine}$$

$$Ed = 4.46 + 38 N_{spt} \quad \text{per sabbia media}$$

$$Ed = 10.46 + 38 N_{spt} \quad \text{per sabbia e ghiaia}$$

$$Ed = 11.84 + 38 N_{spt} \quad \text{per sabbia ghiaiosa}$$

Modulo di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.

$EY = C1 + C2 N_{spt} \pm SE$ dove C1 e C2 dipendono dal tipo di terreno e SE è la deviazione standard

$$C1 = 52, C2 = 3.3, SE = 19.3 \quad \text{per sabbia fine}$$

$$C1 = 39, C2 = 4.5, SE = 36.4 \quad \text{per sabbia media}$$

$$C1 = 24, C2 = 5.3, SE = 21.1 \quad \text{per sabbia limosa}$$

$$C1 = 12, C2 = 5.8, SE = 9.0 \quad \text{per limo siltoso e sabbia limosa}$$

$$C1 = 43, C2 = 11.8, SE = 42.3 \quad \text{per sabbia ghiaiosa}$$

$$C1 = 38, C2 = 10.5, SE = 93.2 \quad \text{per sabbia e ghiaia}$$

- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia

$$EY = 191 + 7.71 N_{spt} \quad \text{per sabbia e ghiaia NC}$$

$$EY = 375 + 10.63 N_{spt} \quad \text{per sabbia SC}$$

La Tabella 4-1 riporta la sintesi dei dati derivanti dall'elaborazione delle prove SPT in foro.

Tabella 4-1 Sintesi dei dati derivanti dall'elaborazione delle prove SPT in foro (Med: modulo edometrico; Ey: Modulo di young).

	Da [m]	A [m]	Colpi	NSPT	φ [°]	Med [MPa]	Ey [MPa]
SPT 1	5	5,15	31 - rifiuto (2,5cm a 30cm)	R	\	\	\
SPT 2	10	10,45	36 - 37 - 49	86	34	25,7	32,9
SPT 3	15	15,45	44 - 44 - 47	91	35	60,3	94,9
SPT 4	20	20,45	39 - 49 - rifiuto	R	\	\	\

5. ANALISI INTEGRATA DEI DATI

Nell'elaborato DE-GE-006-0 sono stati riportati i dati puntuali sperimentali risultanti dalle indagini geognostiche di sito la cui elaborazione è riportata nell'elaborato DE-GE-016-0. In questo capitolo tali dati sono stati interpretati in prospettiva areale insieme a conoscenze bibliografiche per giungere ad una parametrizzazione del sottosuolo in tutta l'area di studio.

La Tabella 5-1 riporta l'insieme dei dati sperimentali per il peso per unità di volume dei depositi (γ_n).

Prof. [m dal P.C.]	Peso per unità di volume [kN/m³]						
	Campioni	DPSH	DPM1	DPM2	DPM3	DPM4	DPM5
0				12,356			
0,10					12,16	13,04	
0,20							14,22
0,30		18,1	12,0	19,61			
0,40					19,51	19,81	18,63
1,60			17,1				
1,80		21,5					
3,00			14,8				
4,20							
5,00							
6,00							
7,00	20,06						
8,00							
10,00							
11,00							
15,00							
16,00	20,41						
20,00	19,81						
							17,65
							19,61
							20,59

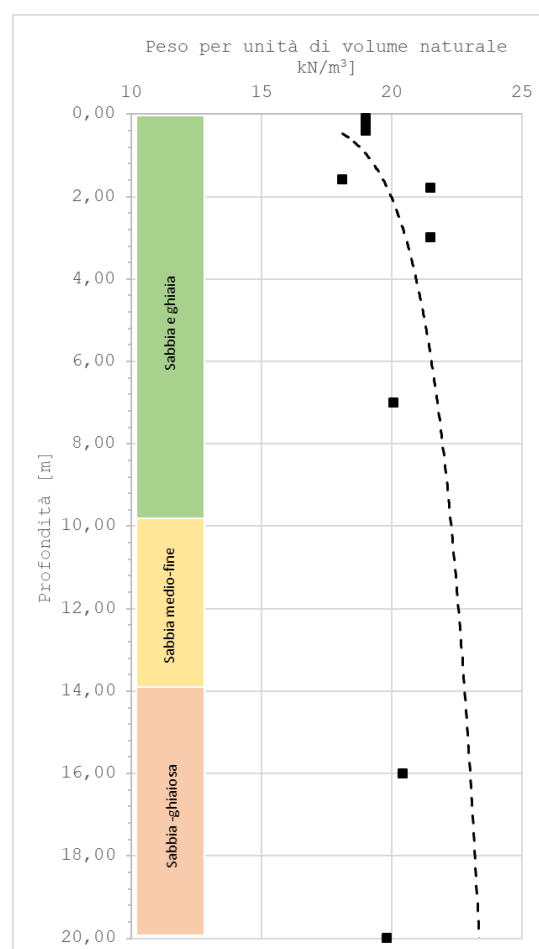


Tabella 5-1 Valori sperimentali del peso per unità di volume per profondità ricavati dall'insieme delle prove eseguite. Il variogramma a destra ne mostra la tendenza di variazione con la profondità.

Analoga analisi è stata eseguita per l'angolo di resistenza al taglio (φ) (Tabella 5-2)

Profondità [m dal P.C.]	Angolo di resistenza al taglio [°]						
	SPT	DPSH	DPM1	DPM2	DPM3	DPM4	DPM5
0				28,9			
0,10					28,8	29,3	
0,20			28,7				30,2
0,30				38,90			
0,40					38,5	40,8	35,4
1,60							
1,80			32,9				
3,00		37,5					
4,20			30,7				
5,00	34,1						
10,00	33,9						
15,00	35						
20,00							

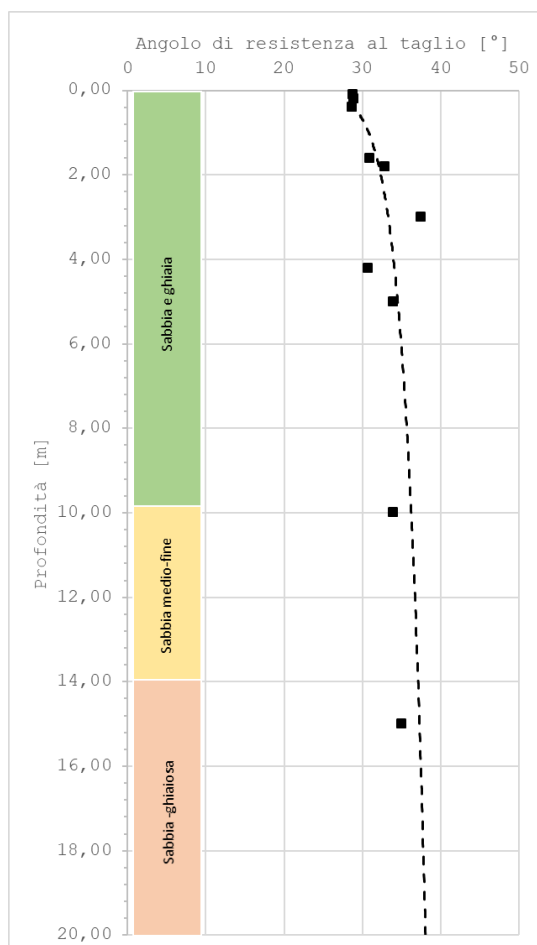


Tabella 5-2 Valori sperimentali dell'angolo di resistenza al taglio con la profondità derivati dall'insieme delle prove eseguite. Il variogramma a destra ne mostra la tendenza di variazione con la profondità.

Per quanto riguarda il modulo edometrico (Med) ed il modulo di Young (Ey) sono state prese in considerazione i dati elaborati dalle prove SPT in foro insieme ai dati delle prove DPSH e DPM1. La Tabella 5-3 e Tabella 5-4 ne riportano la sintesi.

Prof. [m dal P.C.]	Modulo di edometrico [MPa]			
	SPT	DPSH	DPM1	
0		5,5	1,7	
0,10				
0,20				
0,30				
0,40				
1,60		10,1	21,8	
1,80			13,5	
3,00				
4,20				
5,00				
10,00	25,7			
15,00	60,3			
20,00				

Tabella 5-3 Valori sperimentali del modulo edometrico con la profondità derivati dalle prove geognostiche eseguite.

Prof. [m dal P.C.]	Modulo di Young [MPa]			
	SPT	DPSH	DPM1	
0		16,1	1,9	
0,10				
0,20				
0,30				
0,40				
1,60		42,7	32,0	
1,80			46,7	
3,00				
4,20				
5,00				
10,00	32,9			
15,00	94,9			
20,00				

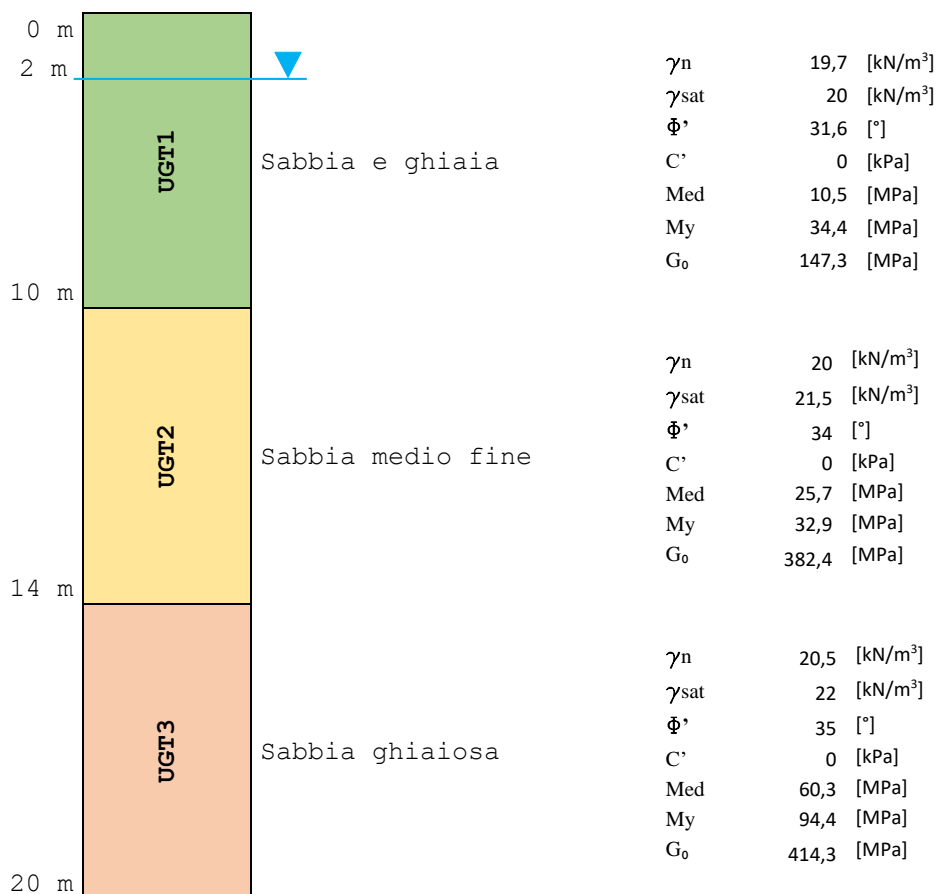
Tabella 5-4 Valori sperimentali del modulo di Young con la profondità derivati dalle prove geognostiche eseguite.

Integrando l'insieme dei dati fin qui elaborati per le diverse prove e distribuiti lungo la verticale Tabella 5-5 e la figura sottostante riportano la parametrizzazione finale della colonna litostratigrafica al sito di intervento fino alla profondità di 20 m dal P.C. come risultato dell'interpretazione integrata di tutti i dati sperimentali misurati. Sebbene le misurazioni effettuate dopo le prove geognostiche non abbiano identificato un livello di falda, probabilmente a causa delle variazioni stagionali, riteniamo opportuno, vista la tipologia del deposito e l'area di riferimento, considerare una profondità di falda situata a 2 m sotto il piano campagna per le successive verifiche.

Tabella 5-5 Parametrizzazione della colonna litostratigrafica del sito di intervento risultante dall'interpretazione integrata di tutti i dati sperimentali misurati.

Unità geologico-tecnica	Profondità [m]	γ_n [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kPa]	Med [MPa]	My [MPa]	G ₀ [MPa]
UGT1 - Sabbia e ghiaia	0 - 10	19,7	20	31,6	0	10,11	34,4	147,28
UGT2 - Sabbia medio-fine	10 - 14	20	21	34	0	25,7	32,9	382,44
UGT3 - Sabbia-ghiaiosa	14 - 20	20,5	22	35	0	60,3	94,4	414,29

L'elaborato DE-GE-018-0 riporta la sezione geologico-tecnica parametrizzata tracciata da monte verso valle lungo l'area di intervento.



6. LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un fenomeno secondo il quale un terreno saturo, sottoposto ad uno stress ciclico prodotto da un terremoto, perde resistenza e rigidità comportandosi come un fluido. Tale fenomeno è generalmente osservato in terreni saturi a composizione sabbiosa e sabbioso-limosa con basso grado di addensamento in accordo con quella che è la risposta tenso-deformativa di questa tipologia di deposito. Una sabbia sciolta ha un comportamento di tipo contraente e quando sottoposta a stress ciclico, in condizioni cosismiche, non drenate, si ha un aumento progressivo delle pressioni neutre che vengono smaltite in tempi più lunghi di quella che è la durata di un sisma. L'innalzamento delle pressioni neutre può arrivare, in pochi secondi (Figura 6-1) ad eguagliare la pressione di contatto tra i granuli.

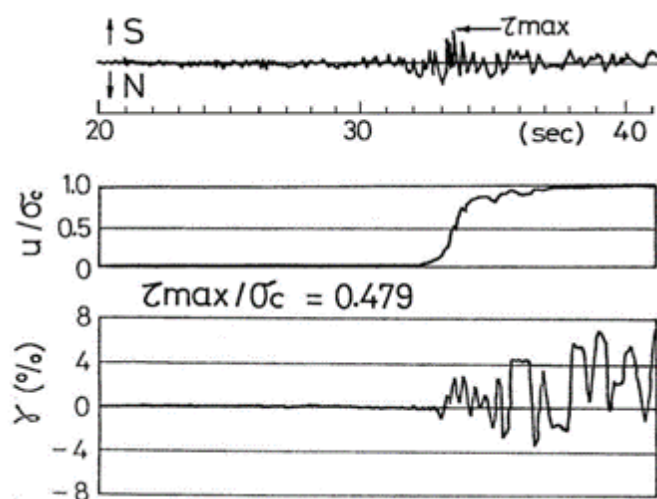


Figura 6-1 Diagramma riferito ad un deposito sottoposto a carico ciclico. In alto l'input n mezzo il diagramma delle pressioni neutre normalizzato alla tensione intergranulare in basso la deformazione (da Towhata, 2008).

Quando la pressione dell'acqua raggiunge un valore equivalente alle pressioni totali questo produce una pressione efficace pari a zero e di conseguenza una totale perdita di resistenza del terreno che si comporterà come un fluido. Il fenomeno della liquefazione avviene quando sono verificate simultaneamente alcune condizioni che riguardano:

- La “predisposizione” del terreno al verificarsi del fenomeno - “fattori predisponenti”;
- Alcune condizioni che riguardano le caratteristiche dell'azione sismica - “fattori innescanti”.

Le condizioni predisponenti del terreno sono:

- Profondità dello strato potenzialmente liquefacibile < 15-20 m dal p.c.;
- Profondità della falda < 5 m;
- Densità relativa $D_r < 60\%$;
- Diametro medio $0.02 \text{ mm} < D_{50} < 2 \text{ mm}$;

- Frazione di fini (diametro <0.005 mm) < 15%

Tra i fattori geologici e idrogeologici risultano fondamentali, oltre alla profondità della falda (<5 m), la presenza e lo spessore degli strati non liquefacibili superficiali, l'assenza di cementazione fra i grani, l'origine e l'età del deposito, la presenza di strati drenanti grossolani intercalati alla sabbia fine liquefacibile, la morfologia. Alcune di queste condizioni rientrano ampiamente nella zona considerata come suscettibile di liquefazione. Tra i fattori geotecnici lo stato di addensamento (D_r , e), la granulometria (D_{50} , U , CF , forma dei grani), il grado di saturazione (S_r).

Le condizioni scatenanti che riguardano le caratteristiche dell'azione sismica sono:

- magnitudo > 5
- $PGA > 0.15 \text{ g}$
- durata > 15-20 sec

In relazione ai fattori predisponenti ed innescanti, e la compatibilità di questi con il sito oggetto di questa relazione si è proceduto ad una verifica a liquefazione con metodo semplificato utilizzando i dati di velocità ricavati dall'indagine *masw*. È stata inizialmente valutata la magnitudo e l'accelerazione di riferimento per il sito in esame attraverso un processo di disaggregazione della pericolosità sismica (Spallarossa e Barani, 2007) attraverso il quale viene valutato il diverso contributo di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità sismica. Per il sito in esame, considerando una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (475 anni; SLV) si ottiene una magnitudo attesa di 5.99. Considerando la categoria B di sottosuolo per il sito in esame secondo indagine MASW eseguita, in relazione alla classe d'uso e vita nominale dell'edificio, è stata ricavata l'accelerazione massima al sito a_{max} che risulta pari a:

$$a_{max} = a_g * S = 0.264 * 1.145 = 0.302 \text{ g}$$

Ove a_g è l'accelerazione ed S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche (vedi elaborato DE-GE-013-0).

Per il calcolo del fattore di sicurezza è stato utilizzato il metodo proposto da Andrus & Stokoe (1997) basato sul rapporto tra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclici (CRR) e la sollecitazione massima indotta dal sisma (CSR):

$$F_{sliq} = \frac{CRR}{CSR}$$

$$CSR = 0,65 * ((amax/g) * (\sigma_{vo}/\sigma_{vo}')) * rd * 1/MSF$$

Dove:

- $amax$ = accelerazione sismica;
- σ_{vo} = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.;
- σ_{vo}' = pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.;
- rd = coefficiente riduttivo dell'azione sismica che porta in conto la deformabilità del sottosuolo in funzione della profondità dal p.c., valutabile secondo il seguente schema:
 - $rd=1-0.00765z$ per $z<9.15$ m
 - $rd=1.174-0.0267z$ per $9.15<z<23$ m
 - $rd=0.774-0.008z$ per $23<z<30$ m
 - $rd=0.5$ per $z>30$ m
- Msf = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma atteso.

$$CRR=0,03* (V_{S1}/100)^2 + (0,9/(V_{S1C}-V_{S1}))-(0,9/V_{S1C})$$

Dove:

- $V_{S1}= Vs*(Pa/\sigma_{vo}')^{0.25}$ velocità delle onde S nello strato corretta con Pa pressione atmosferica e σ_{vo} tensione efficace;
- V_{S1C} valore critico delle onde S nel deposito variabile tra 200 e 220 a secondo il contenuto di fini.

Per il sito in esame il fattore di sicurezza è stato valutato a 4 livelli di profondità individuati secondo lo schema seguente:

Profondità di verifica [m]	CRR	CSR	Fsliq (CRR/CSR)
3,00	0,19	0,11	1,69
8,28	0,29	0,14	2,06
14,56	0,41	0,13	3,19
20,00	0,37	0,11	3,53

I risultati mostrano un fattore di sicurezza al di sopra dell'unità quindi una non liquefacibilità dei livelli indagati. Nonostante ciò, data la natura dei depositi, per eventi sismici di medio-alta magnitudo con accelerazioni compatibili a quella utilizzata per questa analisi, la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione non è da escludere soprattutto per le porzioni più superficiali ove il FS risulta di poco sopra l'unità.

Il Geologo

Dott. Attilio Porchia

