

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. PRODUZIONE CENTRO NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA–CATENANUOVA
Soppressione PL al km 3+639

Relazione

Relazione geotecnica

SCALA:

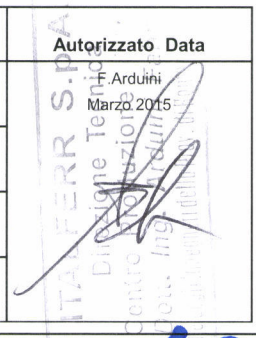
-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS0N 00 D 26 RB GE0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi <i>Giuseppe Grimaldi</i>		Malcangi <i>Malcangi</i>	Marzo 2015	P. Carlesimo <i>Carlesimo</i>	Marzo 2015	F. Arduini <i>F. Arduini</i>	Marzo 2015

Stampato da Service
di plottaggio ITALFERR S.p.A.



ALBA s.r.l.

n. Elab.:

16

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS0N	00	D 26 GE	000000 001	A	2 di 20

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	NORME E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	6
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	8
6	PIEZOMETRIA.....	8
7	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	8
7.1	TERRENI COESIVI	9
7.2	UNITA' BB 0-8 M.....	10
7.2.1	CARATTERISTICHE MECCANICHE DI RESISTENZA	11
7.2.2	CARATTERISTICHE MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ.....	12
7.3	UNITA' FYN 8-30 M.....	13
7.3.1	CARATTERISTICHE MECCANICHE DI RESISTENZA	13
7.3.2	CARATTERISTICHE MECCANICHE DI DEFORMABILITÀ.....	15
7.3.3	CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ.....	16
8	MODELLO GEOTECNICO	16
9	CLASSIFICAZIONE SISMICA E STABILITÀ DEL SITO.....	17
9.1	RISPOSTA SISMICA.....	17
9.2	LIQUEFAZIONE	18

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione geotecnica è stata redatta nell'ambito della progettazione definitiva del cavalcavia ferroviario IV01 al Km 3 + 639 del futuro raddoppio ferroviario (199+784 linea storica) lungo il nuovo collegamento Palermo Catania Tratta Catenanuova – Bicocca.



Fig 1– Inquadramento geografico

Di seguito la relazione si articolerà in questo modo:

- inquadramento geologico dell'area in esame;
- elenco delle indagini eseguite;
- inquadramento geotecnico;
- definizione delle modalità di rielaborazione ed interpretazione delle indagini di sito e laboratorio (caratterizzazione geotecnica);
- rappresentazione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi investigati;

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

- definizione del modello geotecnico;
- definizione delle caratteristiche sismiche

2 NORME E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);

Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;

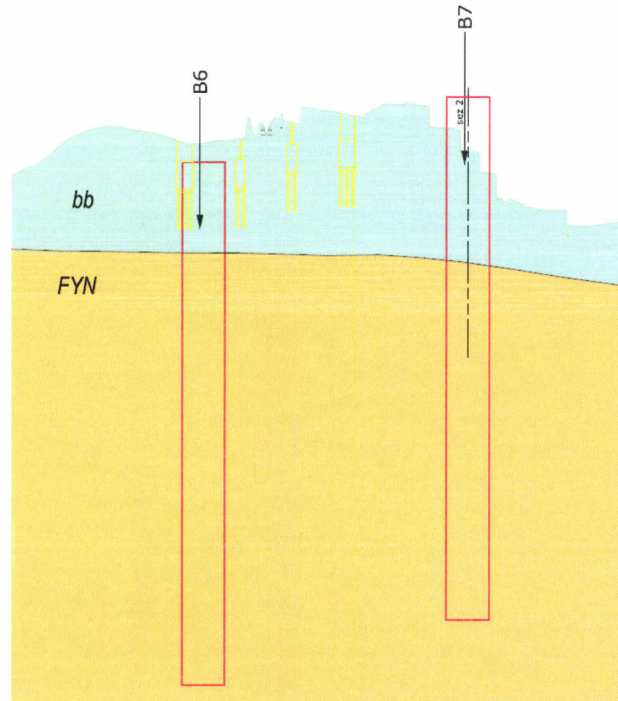
DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni;

Specifica RFI del 21/12/11 per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il tratto in esame attraversa in termini litologici dei depositi alluvionali recenti costituiti generalmente da terreni prevalentemente sabbiosi e sabbie limose, a luoghi, come nel tratto in esame da terreni argillo limosi e limo argillosi.

Il substrato geologico dell'area è costituito dal Flysh Numidico caratterizzato da marne argillose ed argille marnose.



bb

Depositi alluvionali recenti

Ghiale poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, talora con blocchi angolosi, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante; sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi. Depositi di canale fluviale, argine e conolde alluvionale.

Argille limose e limi argillosi di colore grigio e nocciola, a struttura indistinta o laminata, con locali passaggi sabbioso-limosi grigiastri, rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e locali livelli di torbe e terreni organici nerastri. Depositi di plana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono.

FYN
FYN

Marne argillose di colore nerastro, a struttura prevalentemente indistinta, passanti verso l'alto ad argille marnose di colore grigio e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o indistinta, con frequenti livelli di sabbie limose grigie e locali intercalazioni di quarzareniti medio-fini grigie e giallastre, in strati da sottili a medi. A luoghi si rinvencono porzioni costituite da quarzareniti medio-fini di colore grigio, in grossi banchi generalmente gradati, con frequenti intercalazioni di argille marnose di colore grigio e bruno, in strati da molto sottili a medi. Spessore fino a 400 m. Depositi di scarpata, base scarpata e conolde torbida.

Oligocene superiore - Burdigalliano

Fig 2 Formazioni geologiche individuate nel progetto definitivo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'area oggetto del presente lavoro è stata investigata dal sondaggio B6 e B7 eseguiti nel gennaio 2015, ad integrazione della campagna indagini 2011.

I sondaggi eseguiti sono riassunti in Tab 1.

CAMPAGNA INDAGINI	SONDAGGIO	LIVELLO PROGETTAZIONE	PROFONDITA'
			m
2011	S2	PRELIMINARE	25
2015	B6	DEFINITIVA	30
2015	B7	DEFINITIVA	30
			85
			TOT

Tab 1 Sondaggi – Campagna indagini 2015

La posizione dei sondaggi lungo il tratto in esame è indicata in Fig 3.

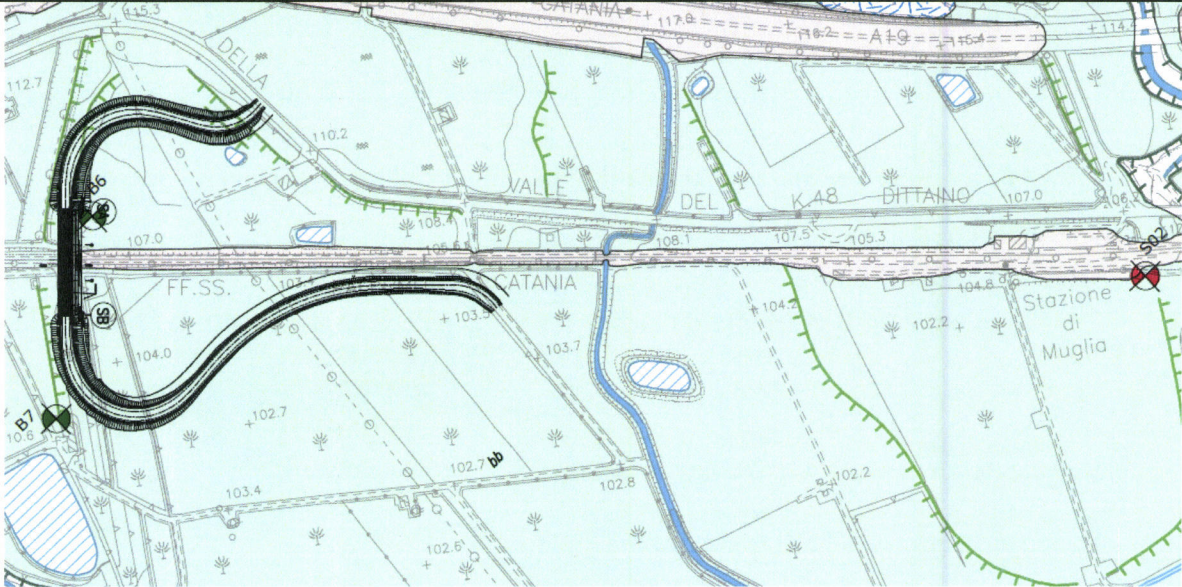


Fig 3 Posizione dei sondaggi in planimetria

CAMPAGNA INDAGINI	SONDAGGIO	LIVELLO PROGETTAZIONE	PROVE IN SITO			PIEZOMETRO
			Pocket	SPT	LEFRANC	TUBO APERTO
2011	S2	PRELIMINARE	si	3		1
2015	B6	DEFINITIVA	si	7	1	1
2015	B7	DEFINITIVA	si	7	1	1
			0	17	2	3
			TOT			TOT

Tab 2 Sondaggi - Campagna indagini 1985 e 2014

Al momento non sono disponibili gli esiti delle prove di laboratorio, si ramanda alla successiva fase progettuale l'analisi di tali dati e la caratterizzazione di dettaglio delle unità geotecniche.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

L'area oggetto del presente lavoro è caratterizzata dalle unità geotecniche così inquadrare:

- **0 - 8 m unità bb costituita da argilla limosa e limi argillosi appartenenti ai depositi alluvionali recenti, Fig 2**
- **8 - 30 m unità FYN costituita da argilla limosa marnosa appartenente al Flysh Numidico, Fig 2**

La caratterizzazione geotecnica seguirà la stratigrafia su indicata individuando in ogni strato:

- caratteristiche meccaniche di resistenza;
- caratteristiche meccaniche di deformabilità;
- caratteristiche di permeabilità.

I risultati di prove SPT per terreni coesivi non forniscono risultati accurati, pertanto tali parametri sono da considerarsi validi solo per una preliminare caratterizzazione dei terreni in sito. Nella successiva fase progettuale, con la disponibilità dei dati di laboratorio, verrà effettuata una caratterizzazione più precisa e completa.

6 PIEZOMETRIA

Per valutare il livello piezometrico sono stati utilizzati due piezometri a tubo aperto posizionati nel sondaggio B6 e B7. Le letture piezometriche restituiscono valori variabili tra 4 e 6 m da p.c.

7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La definizione dei parametri geotecnici medi per le unità litotecniche sopra descritte è stata effettuata attraverso correlazioni di comune utilizzo in campo geotecnico, a partire dalle risultanze delle indagini disponibili:

- prove in foro SPT;
- prove Lefranc.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RSON	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

7.1 Terreni coesivi

Per i depositi coesivi la caratterizzazione geotecnica è stata fatta sulla base dei dati disponibili (Tab 1e Tab 2).

In particolare vengono presi a riferimento gli esiti delle prove SPT dei sondaggi B6 e B7, mentre il sondaggio S2, vista la distanza dall'area di intervento non viene considerato.

Angolo d'attrito

È possibile utilizzare la correlazione proposta da **Peck** (1953) per i litotipi di natura incoerente che presentano una forte componente limosa. In questo senso l'angolo d'attrito risulta limitatamente influenzato dalla DR per cui si suppone che quello di picco e quello a volume costante in tale caso coincidano:

$$\varphi'p (\text{°}) = \varphi'cv (\text{°}) = 0.30 N_{SPT} + 20$$

Coesione non drenata

La resistenza al taglio non drenata è stata desunta delle prove penetrometriche dinamiche SPT in base alla seguente correlazione di **Stroud** (1974):

$$c_u \cong (5.0 \div 5.5) \cdot N_{SPT} \quad (\text{kPa})$$

Modulo E

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi coesivi possono essere stimati:

dalle prove in sito;

da correlazioni di letteratura.

Stroud correla inoltre il modulo di deformazione operativo ai valori di NSPT secondo la seguente espressione:

$$E' = 130 \cdot cu$$

dove:

E' = modulo di deformazione operativo (kPa)

cu = resistenza al taglio non drenata (kPa);

Modulo G_0

Un criterio generale per correlare le SPT con le Vs è il seguente:

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO				
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001

- tutte le misure devono essere eseguite al di sotto del livello piezometrico dove può essere fatta una stima ragionevole dello sforzo verticale effettivo;
- tutte le misure dovrebbero essere eseguite tramite CPT poiché si ottiene una descrizione dettagliata del profilo del suolo ma se questo non è possibile, la quantità di prove SPT deve essere tale da fornire un trend di dati consistente (Andrus e Juang, 2002). Per la valutazione del modulo di taglio dinamico G_0 si potrebbe utilizzare il metodo proposto da Ohta e Goto (1978) che ricava dapprima la velocità delle onde di taglio $V_s = f(N_{spt})$

$$V_s = 54.33 N_{SPT}^{0.173} \cdot \alpha\beta \left(\frac{z}{0.303} \right)^{0.193}$$

$$G_0 = V_s^2 \cdot \frac{\gamma}{g}$$

OHTA & GOTO (1978):					
		fa		fg	
1	Olocene (attuale)	1	1	ghiaia	1.45
2	Pleistocene (circa 1.8 Mpa)	1.303	2	sabbie ghiaiose	1.15
			3	sabbie grosse	1.14
			4	sabbie medie	1.09
			5	sabbie fini	1.07
			6	argille	1

7.2 UNITA' bb 0-8 m



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 SOPPRESSIONE PL al km 3+639
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Geotecnica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS0N	00	D 26 GE	000000 001	A	11 di 20

Litotipo riscontrato in posizione superficiale nei due sondaggi in esame, costituito da limo argilloso o argilla limosa. Non sono disponibili le caratteristiche fisico – granulometriche ma solamente le caratteristiche meccaniche di resistenza e deformabilità dedotte da prove SPT e pocket penetrometer.

7.2.1 Caratteristiche meccaniche di resistenza

Le caratteristiche meccaniche di resistenza, in particolare l'angolo d'attrito φ' e la coesione non drenata c_u sono state determinate attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, di seguito in tabella, e attraverso i pocket realizzati in sito.

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	falda m da p.c.	σ_v [kPa]	u [kPa]	σ_v' [kPa]
B6	3	5	9	14	9	60	0	60
B6	7	22	24	46	9	140	0	140
B7	3	16	18	34	6	60	0	60

Tab 3 Valori SPT unità bb

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	φ' Peck [°]
B6	3	24.2
B6	7	33.8
B7	3	30.2

Tab 4 Angolo d'attrito unità bb

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	cu Stroud [kPa]
B6	3	70.0
B6	7	230.0
B7	3	170.0

Tab 5 Valori di cu da SPT unità bb

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	cu Pocket penetrometer [kPa]
B6	1	110
B6	2	200
B6	7	225
B7	1	110
B7	3	200
B7	6	225

Tab 6 Valori di cu da pocket unità bb

7.2.2 Caratteristiche meccaniche di deformabilità

Le caratteristiche meccaniche di deformabilità, in particolare il modulo E' è stato determinato attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, di seguito in tabella

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	E' Stroud (MPa)
B6	3	9.1
B6	7	29.9
B7	3	22.1

Tab 7 Modulo E' unità bb



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 SOPPRESSIONE PL al km 3+639

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Geotecnica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS0N	00	D 26 GE	000000 001	A	13 di 20

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	E ₀ ' Otha&Goto			
		età	V _s [m/s]	G ₀ ' [MPa]	E ₀ ' [MPa]
B6	3	1.3	188.7	72.6	188.8
B6	7	1.3	274.4	153.5	399.1
B7	3	1.3	220.0	98.7	256.6

Tab 8 Modulo E₀ e velocità Vs unità bb


7.3 UNITA' FYN 8-30 m

Litotipo riscontrato a una profondità da 8 a 30 m dal p.c. caratterizzato da argille limose e marnose. Non sono disponibili le caratteristiche fisico – granulometriche ma solamente le caratteristiche meccaniche di resistenza e deformabilità dedotte da prove SPT e pocket penetrometer.

7.3.1 Caratteristiche meccaniche di resistenza

Le caratteristiche meccaniche di resistenza, in particolare l'angolo d'attrito φ' e la coesione non drenata c_u sono state determinate attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, di seguito in tabella, e attraverso i pocket realizzati in sito.

È evidente, dai risultati delle prove SPT che si tratta di un litotipo molto consistente, infatti diverse prove SPT vanno a rifiuto e le altre mostrano un numero di colpi sempre >50.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS0N	00	D 26 GE	000000 001	A	14 di 20

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	N2	N3	NSPT	falda m da p.c	σ_v [kPa]	u [kPa]	σ_v' [kPa]
B6	12	R		R	9	240	30	210
B6	15	R		R	9	300	60	240
B6	17	43	50	93	9	340	80	260
B6	23	47	50	97	9	460	140	320
B6	27	R		R	9	540	180	360
B7	9	25	41	66	6	180	30	150
B7	11	33	42	75	6	220	50	170
B7	15	R		R	6	300	90	210
B7	24	39	50	89	6	480	180	300
B7	26	R		R	6	520	200	320
B7	28	R		R	6	560	220	340

Tab 9 Valori SPT unità FYN

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	ϕ' Peck [°]
B6	17	36.2
B6	23	36.8
B7	9	32.2
B7	11	33.5
B7	24	35.6

Tab 10 Angolo d'attrito unità FYN

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	cu Stroud [kPa]
B6	17	270.0
B6	23	280.0
B7	9	202.5
B7	11	225.0
B7	24	260.0

Tab 11 Valori di cu da SPT unità FYN

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	cu Pocket penetrometer [kPa]
B6	7 - 30.	>225
B7	7 - 30.	>225

Tab 12 Valori di cu da pocket unità FYN

7.3.2 Caratteristiche meccaniche di deformabilità

Le caratteristiche meccaniche di deformabilità, in particolare il modulo E' è stato determinato attraverso l'elaborazione dei risultati delle prove SPT, di seguito in tabella

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	E' Stroud (MPa)
B6	17	35.1
B6	23	36.4
B7	9	26.3
B7	11	29.3
B7	24	33.8

Tab 13 Modulo E' unità FYN

SONDAGGIO	PROFONDITA' MEDIA m da p.c.	E_0' Otha&Goto			
		età	V_s [m/s]	G_0' [MPa]	E_0' [MPa]
B6	17	1.303	314.6	201.8	524.6
B6	23	1.303	336.2	230.4	599.1
B7	9	1.303	263.7	141.8	368.7
B7	11	1.303	279.5	159.3	414.2
B7	24	1.303	334.7	228.4	593.9

Tab 14 Modulo E_0' unità FYN

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

7.3.3 Caratteristiche di permeabilità

I risultati della prova Lefranc eseguita a profondità 6-7.5 m nel sondaggio B6 e 7.5 – 8.5 m nel sondaggio B7. Entrambi forniscono valori di permeabilità dell'ordine di $1E-07$ m/s

8 Modello geotecnico

Sulla base di quanto valutato nei paragrafi precedenti e sulla base delle informazioni bibliografiche riportate in letteratura si assumono i seguenti valori di progetto dei parametri geotecnici.

UNITA' bb: da p.c. a 8.00m limi argillosi e argille limose

- Peso per unità di volume $\gamma_{nat} = 20.00$ kN/m³
- Angolo di attrito $\varphi' = 25^\circ$
- Coesione non drenata $c_u = 110$ kPa
- Modulo di Young operativo $E' = 10$ MPa
- Modulo $E_u = 48$ MPa

UNITA' FYN: da 8.00 a 30.00 argille marnose

- Peso per unità di volume $\gamma_{nat} = 20.00$ kN/m³
- Angolo di attrito $\varphi' = 35^\circ$
- Coesione non drenata $c_u > 225$ kPa
- Modulo di Young operativo $E' = 30$ MPa

In accordo con le indicazioni dei rilievi piezometrici eseguiti direttamente in foro si desume che nella zona in esame la falda sia posizionata a 102 m.slm

Valori di permeabilità si assumono dell'ordine di $1E-07$ m/s

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

9 CLASSIFICAZIONE SISMICA E STABILITA' DEL SITO.

9.1 RISPOSTA SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

I risultati dello studio di pericolosità sono forniti, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km) e nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g , del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 , del periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_c^* ;
- per diverse probabilità di superamento in 75 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 45 e 1462 anni, estremi inclusi.

Pertanto, per individuare, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{V_R} associate a ciascuno degli stati limite considerati.

Infatti, fissata la vita di riferimento V_R, T_R è esprimibile in funzione di P_{V_R} mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

La vita di riferimento è calcolata come:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove V_N è la vita nominale dell'opera e C_U la classe d'uso.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

Si è posto $VN=50$ anni e $CU=1$.

Nota l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido a_g , l'accelerazione di picco a_{max} è valutata sulla base della risposta sismica locale:

$$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove S_s è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione stratigrafica, S_T è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione topografica.

La classificazione della categoria di sottosuolo viene eseguita sulla base di misure dirette dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità $V_{s,30}$.

Si può ricavare il parametro $V_{s,30}$ mediante la relazione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Considerando la scarsa disponibilità di prove, preliminarmente si decide di classificare i terreni in sito come suolo di tipo "E", ovvero "Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m posti su substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/s

9.2 LIQUEFAZIONE

Sono state eseguite delle valutazioni preliminari circa la suscettibilità alla liquefazione dei terreni di fondazione e i relativi interventi di mitigazione.

Le NTC08 al paragrafo 7.11.3.4.2 affermano che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;

2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di free-field minori di 0.1 g;
3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Figura 1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c < 3.5$
6. nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 2 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c > 3.5$
7. nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

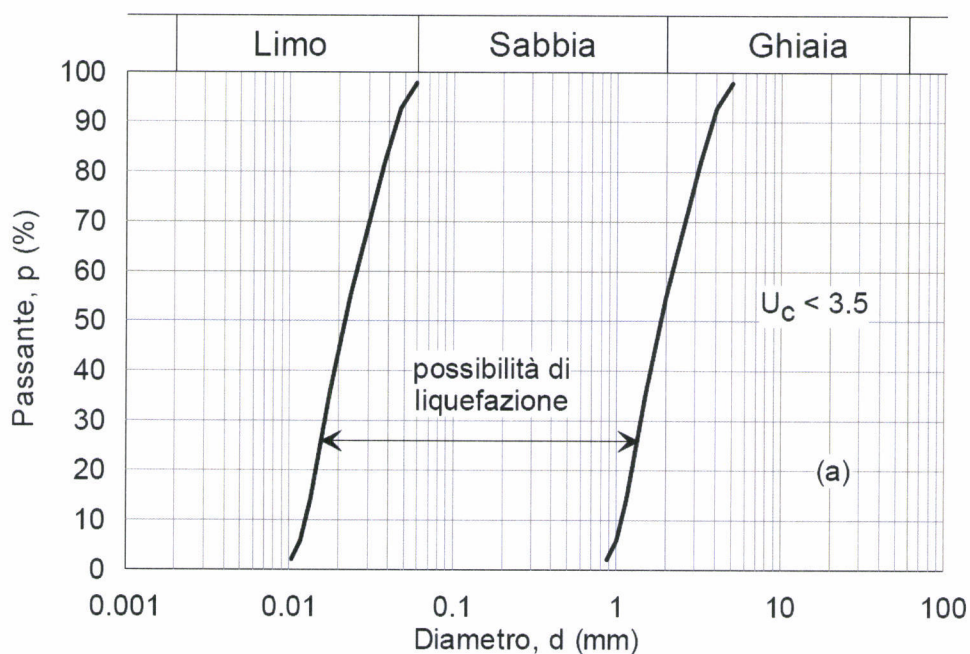


Figura 1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c < 3.5$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA SOPPRESSIONE PL al km 3+639 PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione Geotecnica	COMMESSA RS0N	LOTTO 00	CODIFICA D 26 GE	DOCUMENTO 000000 001	REV. A

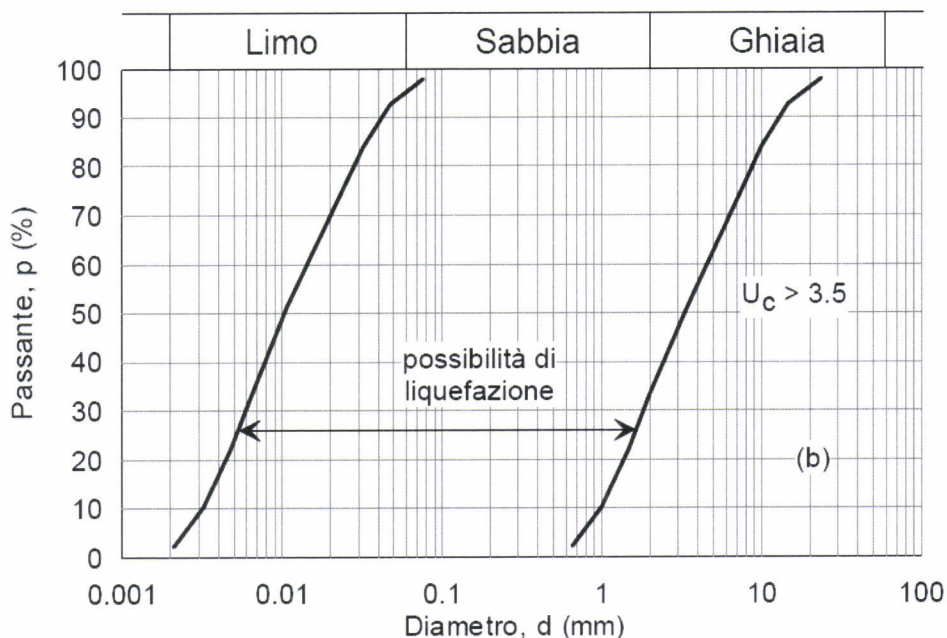


Figura 2 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c > 3.5$

Per il sito in esame, sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti e nella relazione geologica, risulta che essendo presenti strati argillosi e limo argillosi – sabbiosi che hanno una distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Figura 2, sembrerebbe non necessaria una verifica a liquefazione in quanto il fenomeno non dovrebbe attivarsi.

Si rimanda comunque al progetto esecutivo per ogni approfondimento a seguito della disponibilità degli esiti delle prove di laboratorio.