

CONSORZIO DI BONIFICA 2 PALERMO

(D.P. Reg. Sic. N.157 del 23.05.1997)

AMMODERNAMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE COMPENSORIO JATO (I LOTTO SOLLEVATO)

PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Salvatore Marino

Mandataria

CORIP S.r.l.

Ing. Fabio COLLETTI



e-mail: ingegneria@corip.it

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Marco Leone

Ing. Valentina Tomassoni



Mandanti

CESECO INTERNATIONAL S.r.l.

Ing. Adriano de VITO

Coordinatore del gruppo di progettazione



e-mail: ceseco@ceseco-int.it

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Claudio Maccaroni

Ing. Cristina De Natale

Ing. Francesco Mostardi

CDG INGEGNERIA S.r.l.

Ing. Luigi GANGITANO



e-mail: cdg@cdgingegneria.it

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Stefano Cassarà

Geol. Andrea Lombardo Pontillo

Studio tecnico ing. Vincenzo NAPOLI

e-mail: vincenzo.napoli@studiotecnicoingnapoli.it

Titolo:

RELAZIONE GEOTECNICA

Elaborato

B.03

N. Archivio:

Data

26/02/2016

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00					
01					
02					
03					

Consorzio di Bonifica 2 - Palermo

"Ammodernamento della rete irrigua dello Jato – I lotto sollevamento"

Relazione Geotecnica

INDICE

1	PREMESSA	1
2	IL SISTEMA IRRIGUO JATO: PRIMO LOTTO.....	2
3	CENNO MORFOLOGICO E NOTIZIE SULLA GEOLOGIA.....	3
4	INDAGINI SUI TERRENI.....	4
5	MATERIALI DA COSTRUZIONE	20
6	QUESTIONI E INDIRIZZI PROGETTUALI.....	21
7	ACCERTAMENTI INTEGRATIVI	Errore. Il segnalibro non è definito.

Appendice A: Rapporto di prova Dpsh

Appendice B: Rapporto di prova Masw

1 PREMESSA

Il Consorzio di Bonifica 2 – Palermo, che gestisce la rete di distribuzione irrigua del comprensorio Jato dal 2006, alimentata dalle acque provenienti dall'invaso artificiale del lago Poma (capacità utile di 68.000.000 m³) realizzato nel 1967, ha proposto, alla luce della sua vetustà, l'ammodernamento della rete.

Il comprensorio servito si estende su una superficie di circa 7150 ettari nei comuni di Partinico, Balestrate, Trappeto e Borgetto ed è suddiviso in quattro lotti: 1°, 2°, 3° sollevato e 3° a gravità.

Con Decreto Ministeriale del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali n.132 del 23/06/2011, è stata approvata l'iniziativa progettuale relativa agli *"interventi di ammodernamento delle reti di distribuzione principale a servizio del comprensorio Jato con sostituzione delle condotte in cemento amianto e realizzazione del sistema di misura e controllo delle erogazioni (1° lotto)"*; e con Delibera Consortile n.72 del 25/07/2011, il consorzio di Bonifica 2 Palermo ha deliberato lo schema disciplinare di concessione per la redazione della progettazione degli interventi.

2 IL SISTEMA IRRIGUO JATO: PRIMO LOTTO

La rete di distribuzione irrigua dello Jato, come detto in premessa, è alimentata dall'invaso artificiale Poma sul fiume Jato; l'acqua prelevata è convogliata ad una centrale di smistamento e sollevamento (situata nei pressi della vasca di dissipazione della diga) dalla quale si dipartono le tre linee che alimentano i quattro lotti.

La prima linea, che serve il 1° lotto, è costituita da un impianto di sollevamento e da una condotta premente in acciaio Ø 800 che alimenta una vasca di accumulo situata a quota 223 m s.m. in contrada Baronìa, dalla quale parte una condotta a gravità interrata, in cemento armato precompresso con tratti in acciaio, di diametro variabile tra Ø 1000 e Ø 300.

Da questa si diramano sette canali secondari in pressione, in cemento amianto, con diametri variabili tra Ø 400, nei tratti iniziali, e Ø 200 nei tratti terminali, che alimentano le 34 reti comiziali facenti parte del lotto.

Le reti, realizzate anch'esse con tubazioni in cemento amianto di diametro variabile DN 125 e DN 200, servono a loro volta circa 1200 idranti.

Come accennato in premessa, gli interventi previsti attengono le linee di adduzione principale, i canali di derivazione ed i nodi di alimentazione comiziale, oltre a quanto necessario per consentire il controllo in continuo delle portate in rete ed il telecomando dei nodi principali del sistema.

Per quanto attiene i canali, nella prospettiva di procedere alla progressiva sostituzione delle tubazioni in cemento amianto, è stato previsto il loro completo rifacimento prevedendo l'utilizzo del Pead PE100 come materiale per le tubazioni (escluso il tratto del Canale Calatubo il cui rifacimento è previsto all'interno delle opere recentemente appaltate dall'Ente).

Si prevede inoltre di intervenire la demolizione ed il rifacimento della vasca di carico in C.da Baronìa.

3 CENNO MORFOLOGICO E NOTIZIE SULLA GEOLOGIA

Nell'ambito del lotto I, come si evidenzia nella carta geologica allegata, e come dettagliatamente descritto nella relazione geologica, si riscontrano depositi riconducibili a diversi periodi geologici a partire dalla successione Meso-cenozoica la più antica, fino ai depositi quaternari, i più recenti. In particolare:

- Depositi quaternari: depositi colluvionali (sintemi di Capo Plaia); conglomerati, sabbie e silt (Sintema dello Jato); calcareniti e sabbie di castellammare (sintema di Marsala);
- Depositi sintettonici del miocene pleistocene: Formazione marnose –arenacea del Belice: argille ed argille marnose con intercalazioni siltitiche e sabbiose; Trubi; argille e marne sabbiose (Formazione di Castellana Sicula);
- flysch numidico ascrivibile alla successione Meso- cenozoica, la più antica.

4 INDAGINI SUI TERRENI

Per quanto riguarda le indagini sui terreni nel lotto in questione, si è fatto riferimento, sia ad indagini e prove precedentemente effettuate, oggetto di altre progettazioni realizzate dagli scriventi, su terreni simili e limitrofi alla zona di interesse, sia a delle prove in sito commissionate per la progettazione definitiva oggetto della presente relazione (prova DPSH e prova Masw) nei pressi della vasca di carico in contrada Baronìa.

4.1 STUDIO GEOTECNICO PRECEDENTE

Lo studio geotecnico, è stato effettuato per conto di RFI Rete Ferroviaria Italiana ai fini della redazione del progetto esecutivo, riguardante la Ricostruzione della Galleria Spadafora situata tra le stazioni di Partinico e Trappeto, della linea Palermo –Trapani e ricade nel caso specifico all'interno del 2° lotto a gravità del compensorio dello Jato. Nelle figg.1; 2 e 3 è evidenziata in rosso, l'area oggetto delle suddette indagini e nella figura 4 la legenda dei terreni interessati.

Relazione Geotecnica



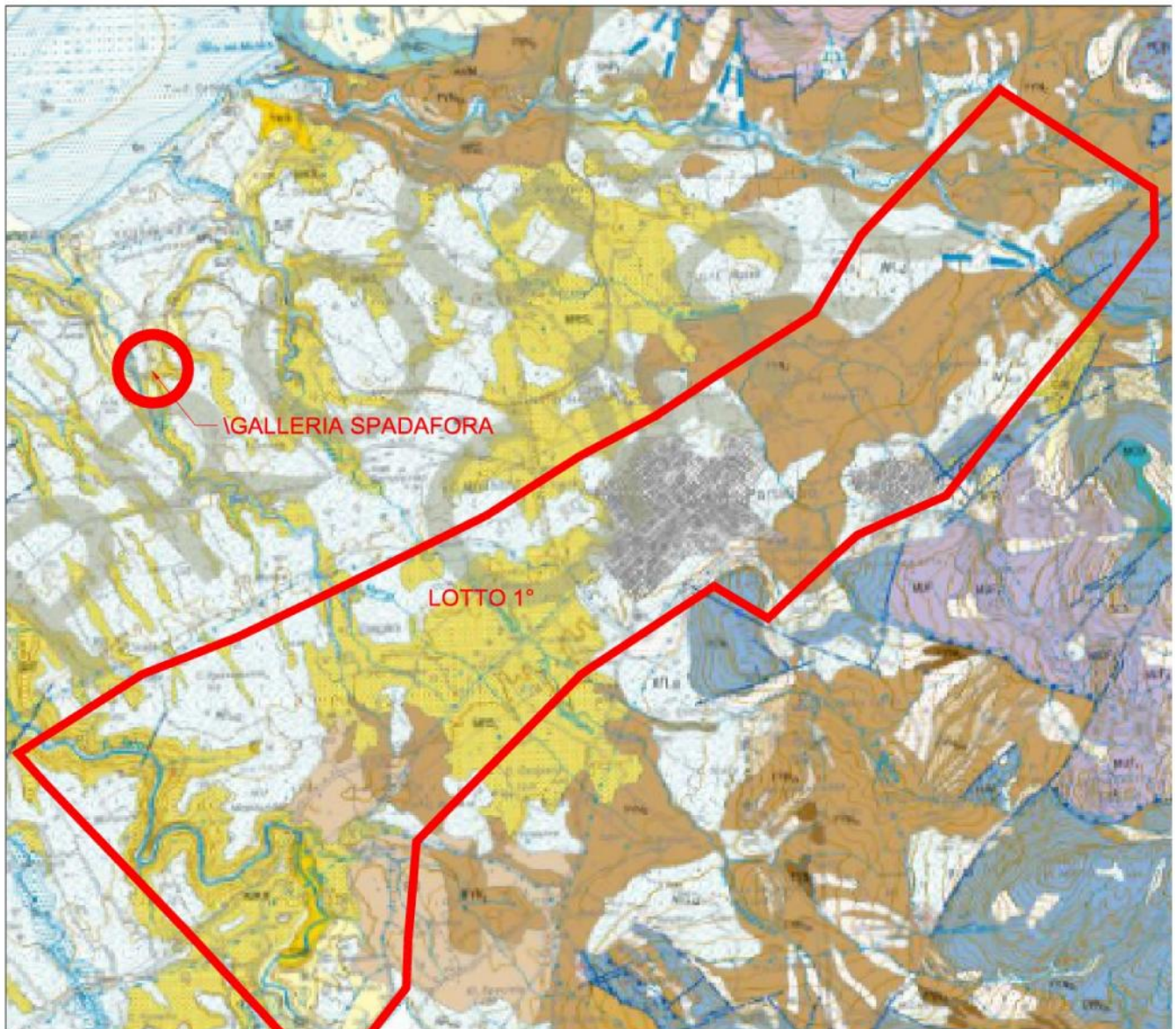


Figura 2 - Carta geologica d'Italia da rilevamenti geologici 1:25.000 – Ispra ambiente

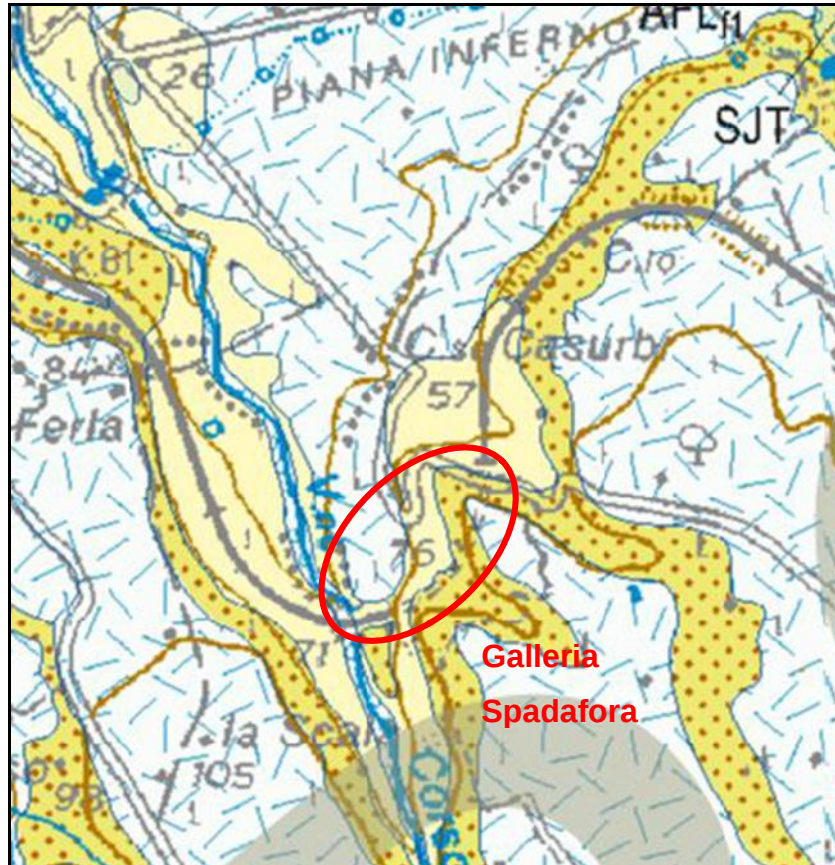


Figura 3 – Particolare della carta geologica in corrispondenza della galleria Spadafora

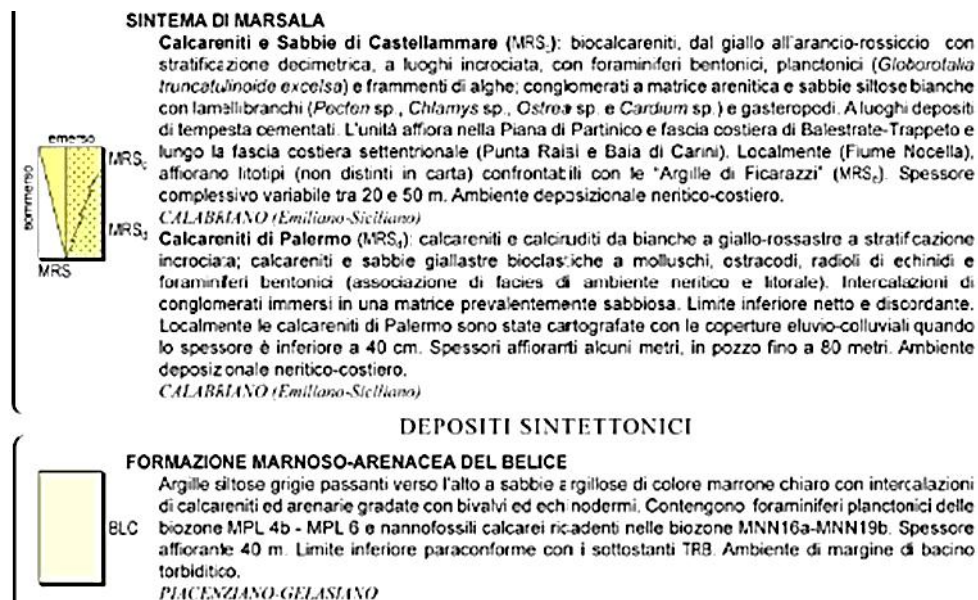


Figura 4 – Legenda dei terreni interessati

Come si evince dalla carta geologica in figura, sembra lecito fare delle analogie riguardo la caratterizzazione geotecnica dei terreni relativamente ai sondaggi effettuati nella campagna del 1993 relativamente al progetto della Galleria Spadafora, per quelle zone aventi la stessa caratterizzazione geologica ovvero per le calcareniti e le sabbie di Castellamare (sigla MRSc) e le formazioni marnose-arenacee del Belice (sigla BLC).

Nel seguito si riportano i risultati ottenuti nell'ambito della caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati dalla galleria Spadafora.

Le indagini in sito e le prove geotecniche di laboratorio sono state eseguite nel 1993 da R.F.I., e sono consistiti in 5 sondaggi esterni alla galleria ubicati come nella planimetria di fig. 5 Raggiungendo profondità fino a circa 5,00 m al di sotto del P.F. In fig. 7 si riporta il profilo geotecnico dei terreni attraversati dalla galleria.

Inoltre, nel corso dei sondaggi geognostici esterni sono state condotte, relativamente ai terreni sedimentari marini incoerenti sovrastanti la facies argillosa- limosa, 14 prove SPT di cui 6 scartate perché andate a "rifiuto". I dati desumibili dalle prove restanti hanno permesso di caratterizzare geotecnicamente le facies litoidi prevalentemente sabbiose, sciolte, costituenti una parte delle componenti granulometriche dei "sedimenti marini superiori" e la facies detritico colluvionale di copertura.

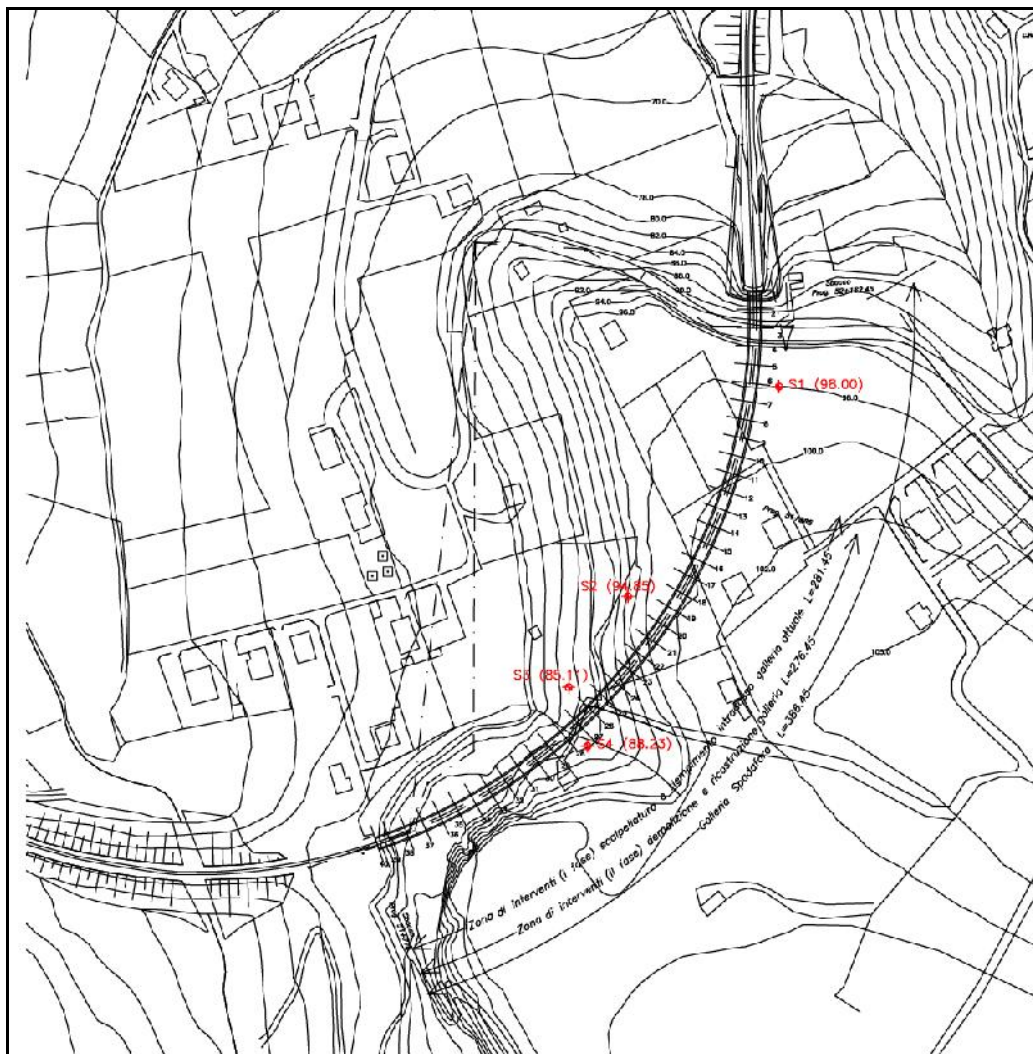


Figura 5 – Planimetria della galleria Spadafora con individuazione dei sondaggi eseguiti.

Consorzio di Bonifica 2 - Palermo

"Ammodernamento della rete irrigua dello Jato – I lotto sollevamento"

Relazione Geotecnica

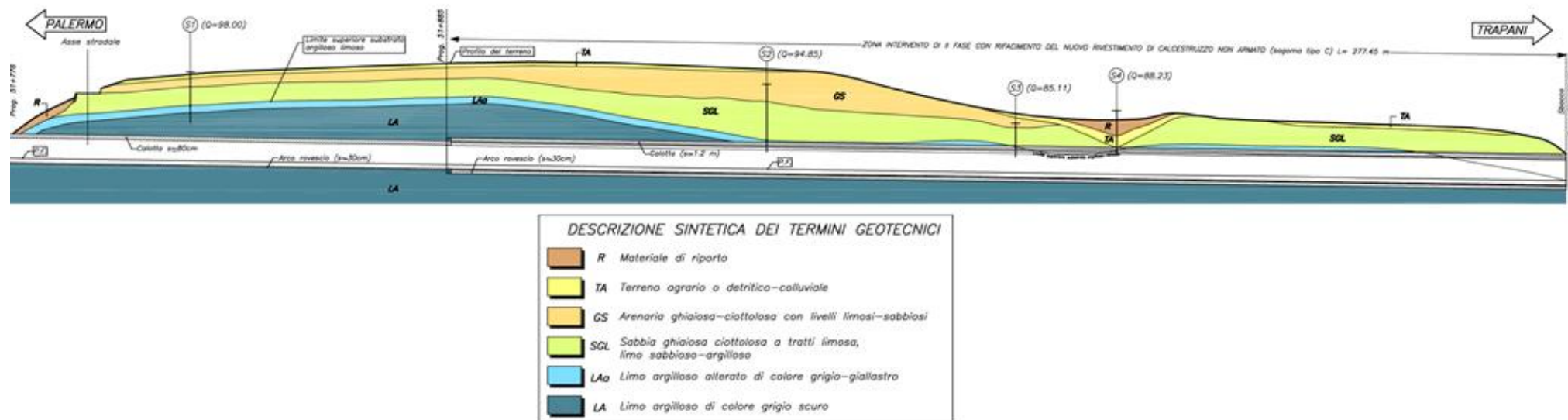


Figura 6 – Profilo longitudinale della Galleria Spadafora con individuazione dei terreni attraversata

Facies detritica $D_r = 33,9-55,0$
 $\phi = 30,2-33,4$ gradi
 $E = 263-348$ Kg/cmq

Facies sabbiosa $D_r = 58,5-66,5$
 $\phi = 34,2-36,3$ gradi
 $E = 225-421$ Kg/cmq

Facies sabbiosa-limosa $D_r = 46,1-60,7$
 $\phi = 35,0-35,5$ gradi
 $E = 98-108$ Kg/cmq

Prove geotecniche di laboratorio

Nel corso della campagna di indagini sono stati prelevati n.15 campioni indisturbati nei litotipi coesivi attraversati nelle fasi di carotaggio.

Dai campioni prelevati, n. 2 sono rappresentativi della facies costituita dai sedimenti marini di mare poco profondo che sovrastano le argille-limose di base. I rimanenti n. 13 campioni sono tutti rappresentativi delle argille-limose di base.

Il campionamento è stato così come indicato nella tabella seguente.

SONDAGGIO	PROFONDITA' PRELIEVO	LITOTIPO
S1	16,50-17,00	Argilla con limo
"	20,00-20,50	"
"	23,00-23,50	"
"	27,00-27,50	"
S2	6,00-6,50	Limo argilloso con sabbia
"	12,50-13,00	Argilla con limo
"	16,00-16,50	"
"	19,50-20,00	"
S3	9,20-9,70	Limo con argilla e sabbia
"	13,00-13,50	Argilla limosa
"	16,50-17,00	"
S4	9,50-10,00	Argilla limosa
"	13,20-13,70	"
"	16,20-16,70	"
"	19,20-19,70	"

Sono state eseguite le seguenti prove e determinazioni:

Consorzio di Bonifica 2 - Palermo

"Ammodernamento della rete irrigua dello Jato – I lotto sollevamento"

Relazione Geotecnica

Sond.	Camp.	Profondità (m)	Caratteristiche Volumetriche	Granulometria	Limiti	Taglio diretto C.D.	Tag.dir. C.D. residuo	Triass. U.U.
S1	1	16,5	1	1	1	-	-	-
S1	2	20,0	1	1	1	1	1	1
S1	3	23,0	1	1	1	1	1	1
S1	4	27,0	1	1	1	-	-	-
S2	1	6,0	1	1	1	-	-	-
S2	2	12,5	1	1	1	1	1	1
S2	3	16,0	1	1	1	1	1	1
S2	4	19,5	1	1	1	-	-	-
S3	1	9,2	1	1	1	1	1	1
S3	2	13,0	1	1	1	1	1	1
S3	3	16,5	1	1	1	-	-	-
S4	1	9,5	1	1	1	-	-	-
S4	2	13,2	1	1	1	1	1	1
S4	3	16,2	1	1	1	1	1	1
S4	4	19,2	1	1	1	-	-	-
		Totale	15	15	15	9	8	8

I risultati delle prove geotecniche di laboratorio sopraelencate, hanno permesso di classificare da un punto di vista geotecnico i terreni campionati.

Con riferimento alla classifica unificata (U.S.C.S.) i campioni sono così raggruppabili:

Sedimenti marini di copertura (camp. 6,00-6,50 di S2, camp. 9,20-9,70 di S3): Terreni a grana medio-fine ricadenti nel campo delle argille inorganiche di media plasticità (CL, WL <50).

Parametri di taglio caratterizzati da valori medio bassi.

Taglio diretto C.D. $c' = 0,18 - 0,40 \text{ Kg/cm}^2$

$$\phi' = 15^\circ - 17^\circ$$

Resistenza residua $c'_r = 0,0 \text{ Kg/cm}^2$

$$\phi' = 8^\circ$$

Triassiale U.U. $c_u = 0,46 \text{ Kg/cm}^2$

$$\phi = 0$$

Sedimenti argilloso-limosi di base: Terreni a grana fine ricadenti nel campo delle argille inorganiche di alta plasticità (CH, $w_L > 50$).

Parametri di taglio caratterizzati da valori medio alti:

Taglio diretto C.D. $c' = 0,46 - 0,60 \text{ Kg/cm}^2$

	$\phi' = 17^\circ - 19^\circ$
Resistenza residua	$c'r = 0,06 - 0,12 \text{ Kg/cm}^2$
	$\phi'r = 9^\circ - 10^\circ$
Triassiale U.U.	$c_u = 0,81 - 1,12 \text{ Kg/cm}^2$
	$\phi_u = 0$

Prove Penetrometriche Statiche

Una ulteriore caratterizzazione geotecnica dei terreni incontrati, è stata ottenuta attraverso la esecuzione di Prove Penetrometriche Statiche.

E' stato possibile eseguire solamente n. 2 Prove Penetrometriche Statiche con penetrometro da 20 ton. La prima è stata eseguita in adiacenza al sondaggio esterno S3, la seconda in adiacenza al sondaggio esterno S1.

Nell'ambito del progetto relativo alla ricostruzione a sezione intera della Galleria Spadafora, per la ricostruzione della stratigrafia di riferimento e per la valutazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti nell'area in oggetto si tenne conto dei risultati degli studi condotti nel 1993 per conto R.F.I., allora F.S., dalla Società Italiana di Geofisica s.r.l. di Fiumefreddo di Sicilia, in occasione di alcuni lavori di consolidamento.

Analizzando il profilo geotecnico della fig. 6 si osserva al di sotto di un sottile strato di terreno vegetale **TV**, dall'imbocco fino a prog. Km 52+040, il termine **GS**, costituito da arenaria ghiaiosa con ciottoli e con livelli limosi sabbiosi, con spessore massimo di 5 m circa.

Al di sotto, per tutto lo sviluppo longitudinale della galleria, si rinviene il terreno **SGL**, costituito da sabbie ghiaiose ciottolose a tratti limose e limi sabbiosi argillosi, per uno spessore compreso fra 4 e 10 m.

Al di sotto ancora, si incontra la formazione di base **LA** del limo argilloso di colore grigio scuro - alterato per i primi 2 m nella parte superficiale (**LAa**) che interessa quasi tutta la galleria.

In base alle indagini e agli studi a suo tempo svolti, quindi, per la caratterizzazione geotecnica si assunsero i seguenti valori per il complesso geotecnico costituito dalle opere e

dai circostanti terreni:

Terreno	Termin e	g (t/m ³)	c' (t/m ²)	j' (°)	E_o (t/m ²)	$E_{U/r}$ (t/m ²)	n'
Ghiaia, sabbia e livelli limosi	GS/SGL	2,0	0	35	4.000	12.000	0,3
Argille di base	LAA/LA	2,0	4	18	1.000	3.000	0,3
Piattaforma ferroviaria	P	2,1	0,1	35	4.000	12.000	0,2

in cui:

γ = peso dell'unità di volume del terreno;

c' = coesione in termini di pressioni effettive;

φ' = angolo di attrito in termini di pressioni effettive;

E_o = modulo di elasticità in corrispondenza della retta vergine;

$E_{U/r}$ = modulo di elasticità in corrispondenza di cicli di carico/scarico;

ν' = coefficiente di Poisson.

I valori dei parametri sopra riportati per i termini GS, SGL, LAA e LA, sono stati ottenuti, essenzialmente, in base alle risultanze delle indagini svolte in sito e in laboratorio. Per i moduli di elasticità E e del coefficiente di Poisson ν' si sono assunti valori in base a indicazioni di letteratura o esperienze in terreni analoghi.

La caratterizzazione assunta è, peraltro, congruente con quella a suo tempo adottata in fase di proporzionamento degli interventi eseguiti dopo il 1993.

4.2 PROVA PENETROMETRICA DPSH DEL 18-02-2016

Come già accennato, in aggiunta ai risultati delle indagini e delle prove rese disponibili per la

galleria spadafora e citate precedentemente , gli scriventi hanno commissionato ex novo una prova penetrometrica statica continua (CPT) nei pressi della vasca di carico.



Figura 7 – Zona in cui sono state effettuate le indagini

Poiché i terreni affioranti in sito risultano appartenenti ad una facies sabbiosa con notevole presenza di ghiaie e ciottoli di dimensione decimetrica si è dovuto fare uso di una prova penetrometrica dinamica con penetrometro di tipo “superpesante” (DPSH) la quale si è arrestata alla profondità di 4 m in corrispondenza di un livello probabilmente litoide o comunque costruito da blocchi di natura arenacea. Di seguito si riportano i principali parametri geotecnici elaborati dalla società incaricata dei sondaggi (geo 3) mediante i risultati della prova DPSH. Per maggiori dettagli si rimanda all’ allegato A in cui è raccolto il rapporto di prova completa.

Consorzio di Bonifica 2 - Palermo

"Ammodernamento della rete irrigua dello Jato – I lotto sollevamento"

Relazione Geotecnica

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Skempton 1986	13.89
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Skempton 1986	47.61
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Skempton 1986	13.89
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Skempton 1986	27.25
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Skempton 1986	71.03
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Skempton 1986	63.59
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Skempton 1986	85.46

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Meyerhof (1956)	20.72
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Meyerhof (1956)	25.05
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Meyerhof (1956)	20.72
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Meyerhof (1956)	22.15
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Meyerhof (1956)	30.96
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Meyerhof (1956)	28.59
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Meyerhof (1956)	35.9

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Bowles (1982) Sabbia Media	163.35
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Bowles (1982) Sabbia Media	266.75
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Bowles (1982) Sabbia Media	225.40
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Bowles (1982) Sabbia Media	353.25

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2.51	0.60	2.51	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	17.67	1.40	17.67	(A.G.I.)	0.32
Strato 3	2.51	2.00	2.51	(A.G.I.)	0.35
Strato 4	7.52	2.60	7.52	(A.G.I.)	0.34
Strato 5	38.35	3.00	38.35	(A.G.I.)	0.28
Strato 6	30.08	3.40	30.08	(A.G.I.)	0.29
Strato 7	55.65	3.80	55.65	(A.G.I.)	0.24

Consorzio di Bonifica 2 - Palermo

"Ammodernamento della rete irrigua dello Jato – I lotto sollevamento"

Relazione Geotecnica

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

Dalla prova si è ottenuto il seguente range di parametri:

Densità relativa $D_r = 13,89\% - 85,46\%$

Angolo d' attrito $\phi' = 20,72^\circ - 35,9^\circ$

Modulo di Young $E_0 = 163,35 \text{ Kg/cm}^2 - 353,25 \text{ Kg/cm}^2$

Modulo di poisson $\nu = 0,28 - 0,35$

Potenziale di liquefazione $I = 0,04 - 0,35$

Prova Masw del 18-02-2016

La prova Masw ha fornito i seguenti risultati del valore della Vs alla profondità di 30 m :

$V_{s30} = 416 \text{ m/s}$

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E RAPPORTI OPERE TERRENI

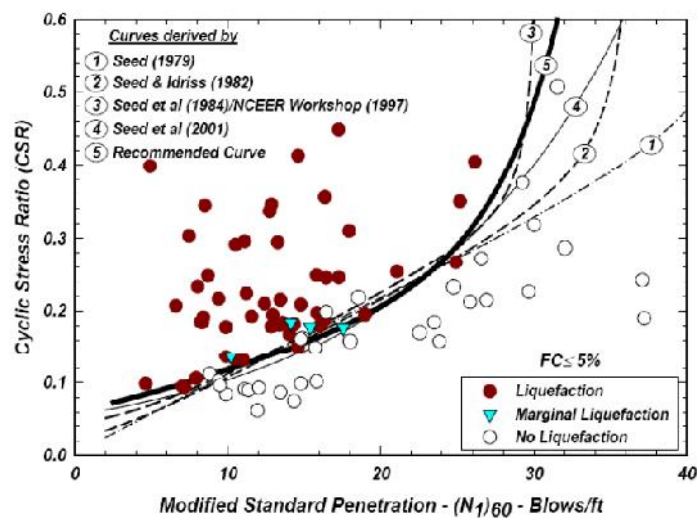
Dalla rielaborazione dei risultati delle prove e delle indagini disponibili sia della galleria spadafora che DPSH ai fini dei calcoli geotecnici si è ottenuta la seguente caratterizzazione fisico meccanica dei terreni mediando i valori disponibili per la galleria con i valori ottenuti mediante la prova DPSH . In definitiva i valori da adottare per la progettazione sono i seguenti:

Terreno	Termine	γ (t/m ³)	c' (t/m ²)	ϕ' (°)	E_o (kN/m ²)	$E_{U/r}$ (kN/m ²)	n'
Ghiaia, sabbia e livelli limosi	GS/SGL	1,90	0	30,00	30.000	90.000	0,3
Argille di base	LAa/LA	2	4	18	10.000	30.000	0,3

Dai risultati della prova Masw la categoria di sottosuolo cui appartiene il sito in esame risulta essere la B

Inoltre dai risultati della prova DPSH e dagli abachi di Seed (v. figura seguente) si può calcolare il fattore di sicurezza alla liquefazione

che risulta essere pari ad $1,55 > 1,3$ e quindi il terreno non risulta suscettibile alla liquefazione:



Resistenza limite alla liquefazione (CSR):	0,28
Potenziale di liquefazione:	0,18
Fattore di sicurezza ($F > 1,3$)	1,56

L' unica opera di nuova esecuzione sono i muri d' ambito della vasca in contrada Baronina i quali interessano le sabbie con livelli limosi (termine SGL), Inoltre occorre precisare che nei primi 4 m dal piano campagna non si è riscontrata la presenza di falda.

6 MATERIALI DA COSTRUZIONE

Per la formazione dei letti di posa e dei relativi rinfianchi delle trincee in cui verranno posizionate le condotte, sarà necessario impiegare materiali a grana grossa, di adeguata durezza, privi di frazione limosa, di idonea permeabilità ed eventualmente assortiti, a seconda della destinazione, allo scopo di ottenere un idoneo costipamento.

Dai risultati delle indagini e delle ricognizioni svolte in sito risulta che nelle aree più direttamente interessate dalle opere e quindi dagli scavi previsti in progetto non sono disponibili materiali di tali caratteristiche.

Quindi per il letto e per il rinfianco delle condotte dovranno impiegarsi materiali provenienti da cave di prestito, eventualmente frantumati e di granulometria controllata.

In particolare, per i letti di posa delle condotte, si consiglia di impiegare sabbie con dimensioni granulometriche comprese fra 0,1 e 2 mm. Per i rinfianchi delle condotte di adduzione e di distribuzione con DN > 300 mm sarà opportuno impiegare un rinfianco di materiale incoerente costituito di sabbia con ghiaia con dimensioni granulometriche comprese fra 0,1 e 10 mm.

Per il ricoprimento delle condotte potrà impiegarsi il materiale proveniente dagli scavi adeguatamente costipato.

7 QUESTIONI E INDIRIZZI PROGETTUALI

Sulla base dei dati geotecnici ad oggi disponibili si possono, in questa fase, dare delle indicazioni progettuali di ordine generale. In particolare per quanto attiene gli scavi delle trincee dove alloggeranno le condotte, si prendono in considerazione alcune sezioni tipo, considerando che i terreni sono prevalentemente di tipo coesivo, per altezze di scavo non superiori ai 2 m, gli scavi potranno essere eseguiti a pareti subverticale, nel rispetto delle condizioni di sicurezza a breve termine. Nel caso di scavi più profondi si prevede di abbattere la scarpa fino a valori di 1,5/1 (orizz./vert.)

Nel caso, comunque meno frequente in cui lo scavo interessi i calcari C la parete potrà comunque essere mantenuta sub-verticale fino ad altezze di scavo non superiori comunque ai 5 m; negli altri casi si consiglia di abbattere la scarpa fino a valori prossimi a quelli sopra indicati.

Per quanto riguarda la vasca di carico se ne prevede la demolizione e la ricostruzione con dimensioni maggiori.

Da un punto di vista geotecnico le problematiche relative alla sua realizzazione riguardano oltre al comportamento della resistenza del terreno, anche la previsione dei possibili cedimenti differenziali, risulta quindi necessario uno studio per la caratterizzazione geotecnica del terreno per poterne descrivere il comportamento dell'insieme opera-terreno.

Riguardo alla tipologia costruttiva della vasca si suggerisce comunque la soluzione di muri d'ambito con fondazioni indipendenti dalla platea di fondo.

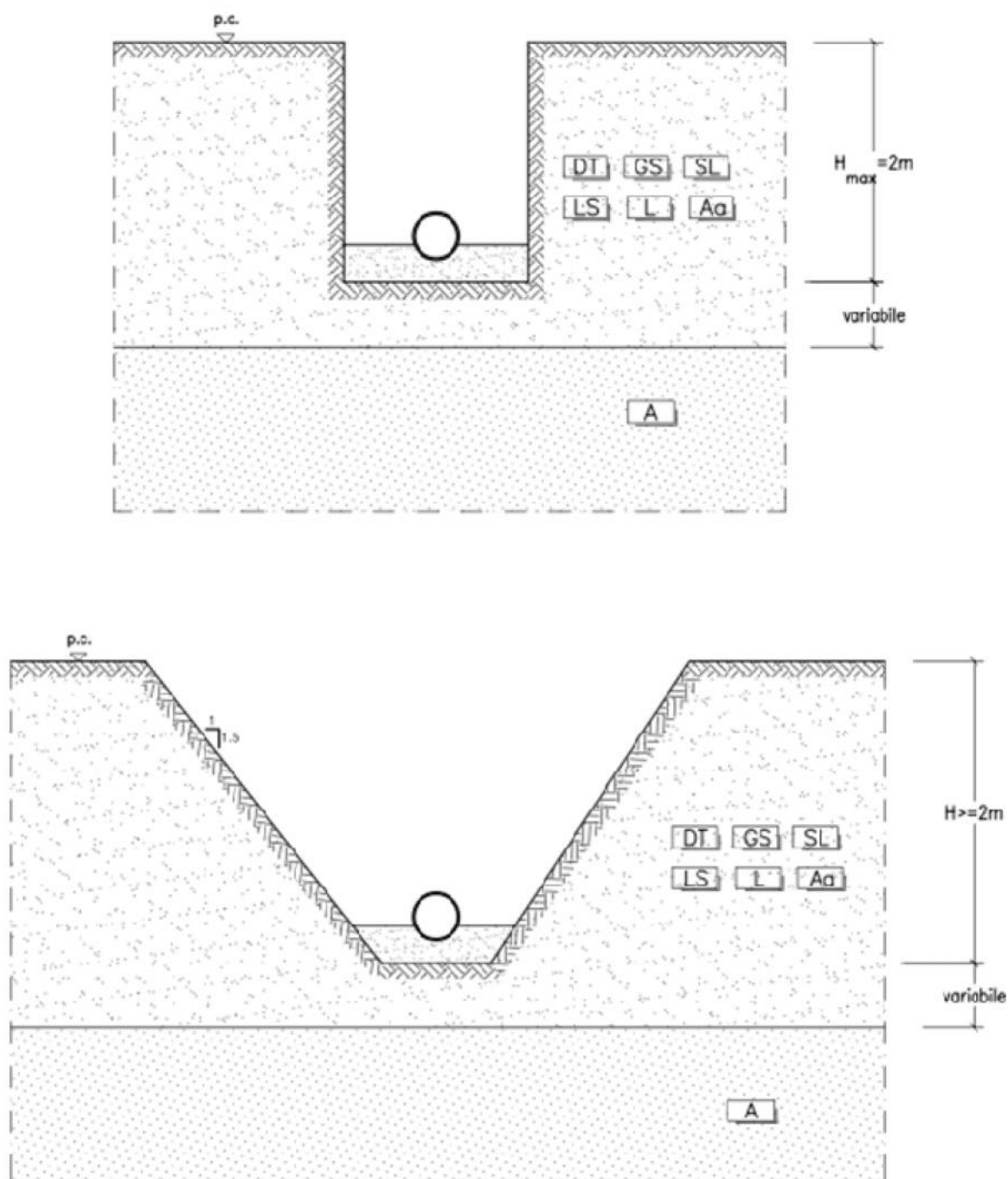


Figura 8 – Rapporti opere-terreni; sezioni di posa delle condotte.

Appendice A

Rapporto di prova DPSH



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni



Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

OGGETTO DEI LAVORI

Consorzio di Bonifica 2 Palermo, Ammodernamento reti di distribuzione compensorio jato (1° lotto sollevato) - Progetto definitivo.

COMMITTENTE

CO.RI.P s.r.l.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH





Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: CO.R.I.P. s.r.l.

Cantiere: Consorzio di Bonifica 2 Palermo, Ammodernamento reti di distribuzione comprensorio jato (1°lotto sollevato) - Progetto definitivo.

Località: Lago Poma

Rapporto di Prova n. 06/2016 del 18/2/16

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	8 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

OPERATORE
A.Ardagna

V. Ingrassia

RESPONSABILE
A.Ardagna



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25



penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
e = infissione media per colpo (δ/N);
M = peso massa battente (altezza caduta H);
P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

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

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

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni $< 8-10$ t/mq)
- 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 (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

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

Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).

Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.

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

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

Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.

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.

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia.
- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65$ t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 ($N_{spt} = 0$) a 1,99 ($N_{spt} = 95$)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .

Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

esperienze su argille glaciali .

- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt}=6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ($N_{spt}=0$) a 0,545 ($N_{spt}=28$)



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH_1 <u>Consorzio di Bonifica 2 Palermo. Ammodernamento reti di distribuzione comprensorio iato (1°lotto sollevato) - Progetto definitivo</u>				
Rapporto di prova n.	06/2016				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. V. Ingrassia				
Data Esecuzione Prove	17/02/2016				
Profondità raggiunta	4.00 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 50.46 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH_1				





Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

PROVA ...DPSH 1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 17/02/2016
 Profondità prova 3.80 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	1	0.855	8.13	9.51	0.41	0.48
0.40	2	0.851	16.18	19.02	0.81	0.95
0.60	2	0.847	16.11	19.02	0.81	0.95
0.80	9	0.843	72.18	85.59	3.61	4.28
1.00	16	0.790	109.18	138.25	5.46	6.91
1.20	14	0.786	95.11	120.97	4.76	6.05
1.40	8	0.833	57.57	69.12	2.88	3.46
1.60	1	0.830	7.17	8.64	0.36	0.43
1.80	2	0.826	14.28	17.28	0.71	0.86
2.00	2	0.823	13.03	15.83	0.65	0.79
2.20	4	0.820	25.97	31.67	1.30	1.58
2.40	4	0.817	25.88	31.67	1.29	1.58
2.60	7	0.814	45.12	55.42	2.26	2.77
2.80	21	0.711	118.27	166.25	5.91	8.31
3.00	30	0.709	155.30	219.14	7.77	10.96
3.20	18	0.756	99.40	131.49	4.97	6.57
3.40	22	0.703	113.04	160.71	5.65	8.04
3.60	36	0.651	171.16	262.97	8.56	13.15
3.80	38	0.648	179.99	277.58	9.00	13.88

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	2.51	0.60	Sanglerat	0.31
Strato 2	17.67	1.40	Sanglerat	2.21
Strato 3	2.51	2.00	Sanglerat	0.31
Strato 4	7.52	2.60	Sanglerat	0.94
Strato 5	38.35	3.00	Sanglerat	4.79
Strato 6	30.08	3.40	Sanglerat	3.76
Strato 7	55.65	3.80	Sanglerat	6.96

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	2.51	0.60	Robertson (1983)	5.02
Strato 2	17.67	1.40	Robertson (1983)	35.34
Strato 3	2.51	2.00	Robertson (1983)	5.02
Strato 4	7.52	2.60	Robertson (1983)	15.04
Strato 5	38.35	3.00	Robertson (1983)	76.70
Strato 6	30.08	3.40	Robertson (1983)	60.16
Strato 7	55.65	3.80	Robertson (1983)	111.30



Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	2.51	0.60	Vesic (1970)	37.65
Strato 2	17.67	1.40	Vesic (1970)	---
Strato 3	2.51	2.00	Vesic (1970)	37.65
Strato 4	7.52	2.60	Vesic (1970)	---
Strato 5	38.35	3.00	Vesic (1970)	---
Strato 6	30.08	3.40	Vesic (1970)	---
Strato 7	55.65	3.80	Vesic (1970)	---

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	2.51	0.60	Apollonia	25.10
Strato 2	17.67	1.40	Apollonia	176.70
Strato 3	2.51	2.00	Apollonia	25.10
Strato 4	7.52	2.60	Apollonia	75.20
Strato 5	38.35	3.00	Apollonia	383.50
Strato 6	30.08	3.40	Apollonia	300.80
Strato 7	55.65	3.80	Apollonia	556.50

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	2.51	0.60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 2	17.67	1.40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 3	2.51	2.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 4	7.52	2.60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 5	38.35	3.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato 6	30.08	3.40	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato 7	55.65	3.80	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	2.51	0.60	Meyerhof ed altri	1.60
Strato 2	17.67	1.40	Meyerhof ed altri	2.09
Strato 3	2.51	2.00	Meyerhof ed altri	1.60
Strato 4	7.52	2.60	Meyerhof ed altri	1.88
Strato 5	38.35	3.00	Meyerhof ed altri	2.43
Strato 6	30.08	3.40	Meyerhof ed altri	2.16
Strato 7	55.65	3.80	Meyerhof ed altri	4.60



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	2.51	0.60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.86
Strato 2	17.67	1.40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 3	2.51	2.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.86
Strato 4	7.52	2.60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.90
Strato 5	38.35	3.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2.67
Strato 6	30.08	3.40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2.37
Strato 7	55.65	3.80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Skempton 1986	13.89
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Skempton 1986	47.61
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Skempton 1986	13.89
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Skempton 1986	27.25
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Skempton 1986	71.03
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Skempton 1986	63.59
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Skempton 1986	85.46

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Meyerhof (1956)	20.72
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Meyerhof (1956)	25.05
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Meyerhof (1956)	20.72
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Meyerhof (1956)	22.15
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Meyerhof (1956)	30.96
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Meyerhof (1956)	28.59
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Meyerhof (1956)	35.9



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Bowles (1982) Sabbia Media	163.35
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Bowles (1982) Sabbia Media	266.75
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Bowles (1982) Sabbia Media	225.40
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Bowles (1982) Sabbia Media	353.25

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32.62
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	63.76
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32.62
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42.91
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	106.24
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	89.25
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	141.77



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Meyerhof ed altri	1.43
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Meyerhof ed altri	1.94
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Meyerhof ed altri	1.43
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Meyerhof ed altri	1.64
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Meyerhof ed altri	2.19
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Meyerhof ed altri	2.14
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Meyerhof ed altri	2.26

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Terzaghi-Peck 1948-1967	---



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2.51	0.60	2.51	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	17.67	1.40	17.67	(A.G.I.)	0.32
Strato 3	2.51	2.00	2.51	(A.G.I.)	0.35
Strato 4	7.52	2.60	7.52	(A.G.I.)	0.34
Strato 5	38.35	3.00	38.35	(A.G.I.)	0.28
Strato 6	30.08	3.40	30.08	(A.G.I.)	0.29
Strato 7	55.65	3.80	55.65	(A.G.I.)	0.24

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Ohsaki (Sabbie pulite)	154.39
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Ohsaki (Sabbie pulite)	966.75
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Ohsaki (Sabbie pulite)	154.39
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Ohsaki (Sabbie pulite)	433.07
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Ohsaki (Sabbie pulite)	2002.87
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Ohsaki (Sabbie pulite)	1594.02
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Ohsaki (Sabbie pulite)	2842.17

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	2.51	0.60	2.51		87.14
Strato 2	17.67	1.40	17.67		231.2
Strato 3	2.51	2.00	2.51		87.14
Strato 4	7.52	2.60	7.52		150.82
Strato 5	38.35	3.00	38.35		340.6
Strato 6	30.08	3.40	30.08		301.65
Strato 7	55.65	3.80	55.65		410.29

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Navfac 1971-1982	0.39
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Navfac 1971-1982	3.63
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Navfac 1971-1982	0.39
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Navfac 1971-1982	1.56
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Navfac 1971-1982	6.69
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Navfac 1971-1982	5.62
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Navfac 1971-1982	9.07

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	2.51	0.60	2.51	Robertson 1983	5.02
Strato 2	17.67	1.40	17.67	Robertson 1983	35.34
Strato 3	2.51	2.00	2.51	Robertson 1983	5.02
Strato 4	7.52	2.60	7.52	Robertson 1983	15.04
Strato 5	38.35	3.00	38.35	Robertson 1983	76.70
Strato 6	30.08	3.40	30.08	Robertson 1983	60.16
Strato 7	55.65	3.80	55.65	Robertson 1983	111.30



Laboratorio indagini geotecniche – Indagini geofisiche – Geotecnica in situ

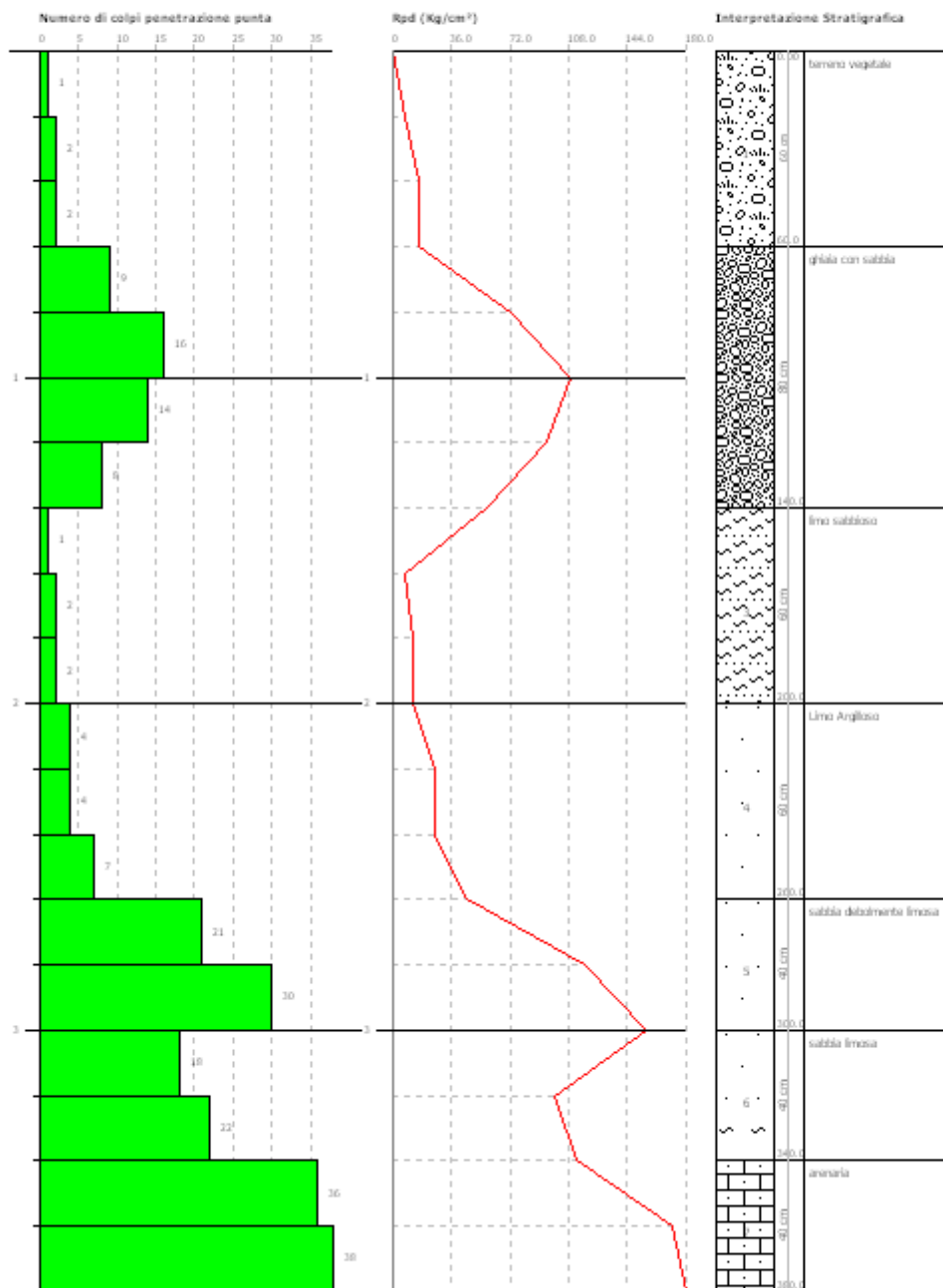
Geotru Software
www.geotru.com
geotru@geotru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH_1
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : CO.R.I.P. s.r.l.
Carbini :
Località : Lago Poma

Data :17/02/2016

Scala 1:18



Appendice B

Rapporto di prova Masw



R.T.A. - Ricerche Tecnologiche Avanzate s.r.l.

Laboratorio ufficiale prove sui materiali da costruzione

prove geotecniche sulle terre e risparmio energetico

www.laboratoriorta.it - info@laboratoriorta.it

Consorzio di Bonifica 2 - Palermo

AMMODERNAMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE COMPENSORIO JATO (I LOTTO SOLLEVATO)

Committente: ATI CORIP s.r.l. (mandataria), Ceseco International s.r.l. (mandante), CDG Ingegneria s.r.l. (mandante), Studio Tecnico Ing. Vincenzo Napoli (mandante)

INDAGINE SUI TERRENI DI FONDAZIONE DETERMINAZIONE V_{S30} TRAMITE METODO SISMICO HVSR



CODICE COMMESSA: C0613 - CODICE LAVORO: S01129

Rev. 0.1 del 29/02/2016





R.T.A. - Ricerche Tecnologiche Avanzate s.r.l.

Laboratorio ufficiale prove sui materiali da costruzione
prove geotecniche sulle terre e risparmio energetico
www.laboratoriorta.it - info@laboratoriorta.it

INDICE

- 1. Premessa**
- 2. Cenni teorici dei metodi - METODO SISMICO HVSR**
- 3. Attrezzatura utilizzata**
- 4. Conclusioni**

ALLEGATI

- A. Grafici e tabelle**



1. Premessa

La scrivente R.T.A. s.r.l. - Laboratorio autorizzato per prove sui materiali da costruzione e per prove geotecniche sulle terre - Circ. 7617/STC e Circ. 7618/STC sett. A- a seguito di incarico affidato dall'ATI CORIP s.r.l. (mandataria), Ceseco International s.r.l. (mandante), CDG Ingegneria s.r.l. (mandante), Studio Tecnico ing. Vincenzo Napoli (mandante), ha effettuato n. 1 prospezione sismica HVSR al fine di determinare il valore di V_{s30} e conseguentemente la categoria del terreno.

Le indagini sono state effettuate il 24 febbraio 2016.



Figura 1 – Ubicazione sito n. 2 – Area impianto di sollevamento.

2. Cenni teorici dei metodi - METODO SISMICO HVSR

Per la determinazione del parametro velocimetrico V_{s30} sono state effettuate delle rilevazioni di microtremore ambientale con durata di acquisizione pari a circa 300 secondi per caratterizzare sismicamente i terreni di fondazione del sito.

Lo strumento è stato posto su terreno naturale mediante piedini metallici.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 300 Hz.

La tecnica utilizzata per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum).



La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche).

3. Attrezzatura utilizzata

L'attrezzatura utilizzata per le prospezioni di sismica HVSR è costituita da:

- Sismometro SARAINSTRUMENT GEOBOX, 3 ch., con scheda A/D 24 bit,
- sistema di energizzazione: rumore ambientale,
- sistema di ricezione, costituito da 3 trasduttori (uno verticale e due orizzontali) del tipo elettromagnetico a massa sospesa con frequenza principale di 2.5 Hz,
- sistema di collegamento, costituito da un cavo provvisto da connessioni dirette,
- sistema trigger, costituito da un circuito elettrico che viene attivato dopo 30 secondi dall'avvio manuale del monitoraggio.

4. Conclusioni

Si trascrivono di seguito i risultati ottenuti:

- ID postazione: Comune di Partinico – adiacenze invaso dello Iato
- Latitudine: 38°00'14.73" N
- Longitudine: 13°04'55.51" E
- Sistema di riferimento: WGS84
- Altitudine: 220 m s.l.m.
- Normativa applicata: DM 14 gennaio 2008

Dall'insieme delle risultanze del sondaggio è possibile stimare il parametro V_{s30} :

$$V_{s30} = 416 \text{ m/s}$$

Tale parametro secondo la normativa vigente in Italia (OPCM 3274; DM 14/09/2005, DM 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni) colloca i terreni in **categoria B**.

La società si assume la responsabilità per la precisione delle misurazioni effettuate, mentre l'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio per le valutazioni del committente, al quale spettano verifica ed approvazione.

Agrigento, 29 febbraio 2015

Il Direttore di Laboratorio

Dr. geol. Antonio Calamita



R.T.A. - Ricerche Tecnologiche Avanzate s.r.l.

Laboratorio ufficiale prove sui materiali da costruzione
prove geotecniche sulle terre e risparmio energetico
www.laboratoriorta.it - info@laboratoriorta.it

Consorzio di Bonifica 2 - Palermo

**AMMODERNAMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE
COMPENSORIO JATO (I LOTTO SOLLEVATO)**

***INDAGINE SUI TERRENI DI FONDAZIONE
RISULTATI DELLE ANALISI "MASW"***

ALLEGATO A

RAPPORTO N. 4412 DEL 29/02/2016

Grafici e tabelle



R.T.A. s.r.l. - Laboratorio di prove sui materiali da costruzione, prove geotecniche e risparmio energetico

Decreto n. 0773 del 31-01-2013 - Prove sui materiali da costruzione - Circ. 7617/STC

Decreto n. 02514 del 15-03-2013 - Prove geotecniche sulle terre - Circ. 7618/STC sett. A

Via Unità d'Italia 62/f - 92100 AGRIGENTO - Tel. 0922-605896 - Fax 0922-617072

P.IVA 01828990844 - www.laboratoriorta.it - email: info@laboratoriorta.it



 Via Unità d'Italia 62/r - 92100 Agrigento Tel./Fax 0922 605896 - www.laboratoriorta.it	RAPPORTO DI PROVA		PQ.10	
	Codice Commessa:	Codice Lavoro:	Rev_5.0	Mod.6/b-PQ.10
	C0613	S01129	Il rapporto si compone di 5 fogli Foglio 1 di 5	

Rapporto n. 4412 del 29/02/2016	Data Inizio Prova	24/02/2016
	Data Fine Prova	24/02/2016

DETERMINAZIONE VS30 TRAMITE METODO SISMICO HVSR

Lavoro/Provenienza dei campioni: AMMODERNAMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE COMPENSORIO JATO (1 LOTTO SOLLEVATO)
Progettista/Richiedente: ATI CORIP s.r.l. (mandataria), Ceseco International s.r.l. (mandante), CDG Ingegneria s.r.l. (mandante), Studio Tecnico Ing. Vincenzo Napoli (mandante)
Ente Appaltante/Proprietario: Consorzio di Bonifica 2 - Palermo
Impresa Esecutrice: (N.D.)

Riferimenti Legislativi:
- D. M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"



E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento senza la preventiva autorizzazione scritta della RTA s.r.l.





Via Unità d'Italia 62/f - 92100 Agrigento
Tel./Fax 0922 605896 - www.laboratoriorita.it

RAPPORTO DI PROVA

Codice Commessa:

C0613

Codice Lavoro:

S01129

PQ.10

Rev_5.0

Mod.6/b-PQ.10

Il rapporto si compone di 5 fogli
Foglio 2 di 5

Rapporto n. 4412 del 29/02/2016

Data Inizio Prova **24/02/2016**

Data Fine Prova **24/02/2016**

RISULTATI DELLA PROVA HSVR

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

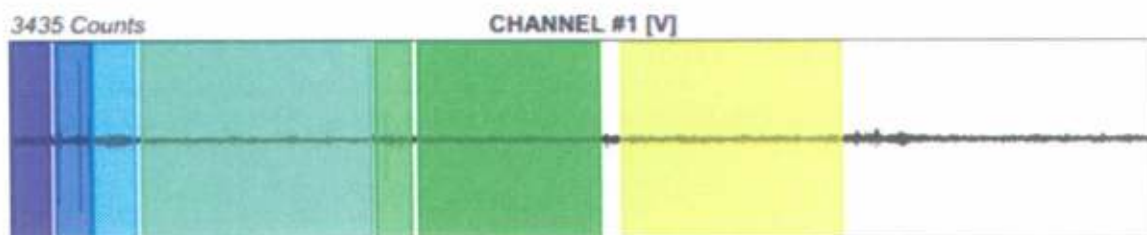
Recording start time: 2016/02/24 16:35:57

Recording length: 10 min

Windows count: 7

Average windows length: 58.63

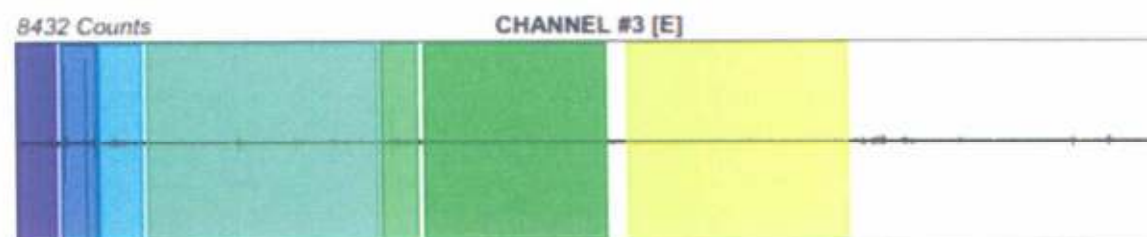
Signal coverage: 68.4%



-2467 Counts



-7188 Counts



-9966 Counts

E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento senza la preventiva autorizzazione scritta della R.T.A. s.r.l.





Via Unità d'Italia 62/f - 92100 Agrigento
Tel./Fax 0922 605896 - www.laboratoriorta.it

RAPPORTO DI PROVA

Codice Commessa:

C0613

Codice Lavoro:

S01129

PQ.10

Rev_5.0

Mod.6/b-PQ.10

Il rapporto si compone di 5 fogli
Foglio 3 di 5

Rapporto n. 4412 del 29/02/2016

Data Inizio Prova 24/02/2016

Data Fine Prova 24/02/2016

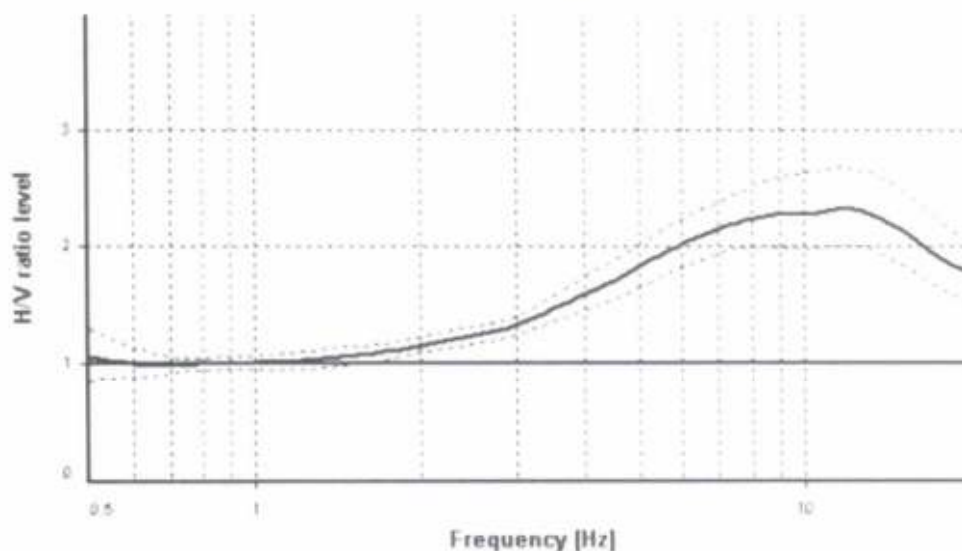
HVSR ANALYSIS

Tapering: Disabled

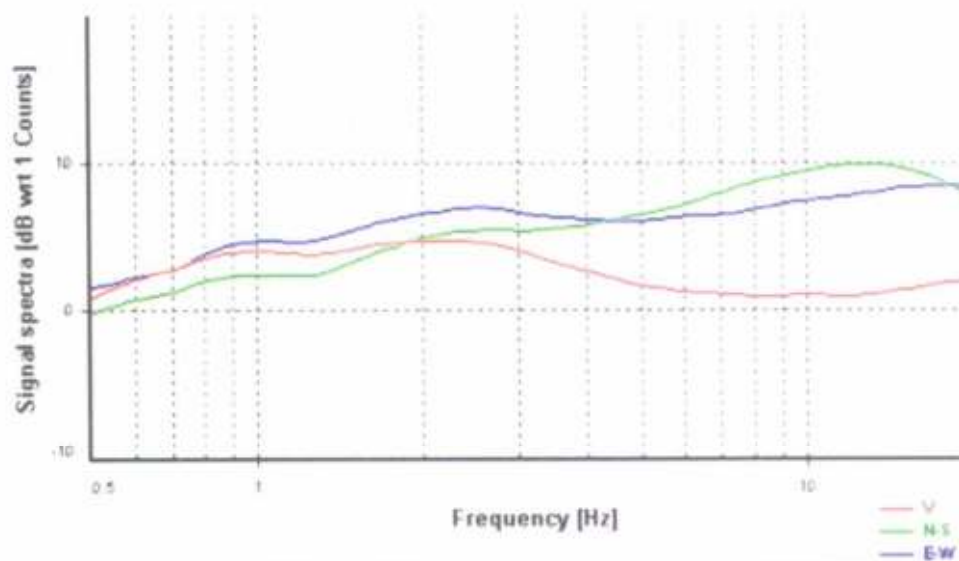
Smoothing: Constant triangular (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

HVSR average



Signal spectra average





Via Unità d'Italia 62/f - 92100 Agrigento
Tel./Fax 0922 605896 - www.laboratoriorita.it

RAPPORTO DI PROVA

Codice Commessa:

C0613

Codice Lavoro:

S01129

PQ.10

Rev_5.0

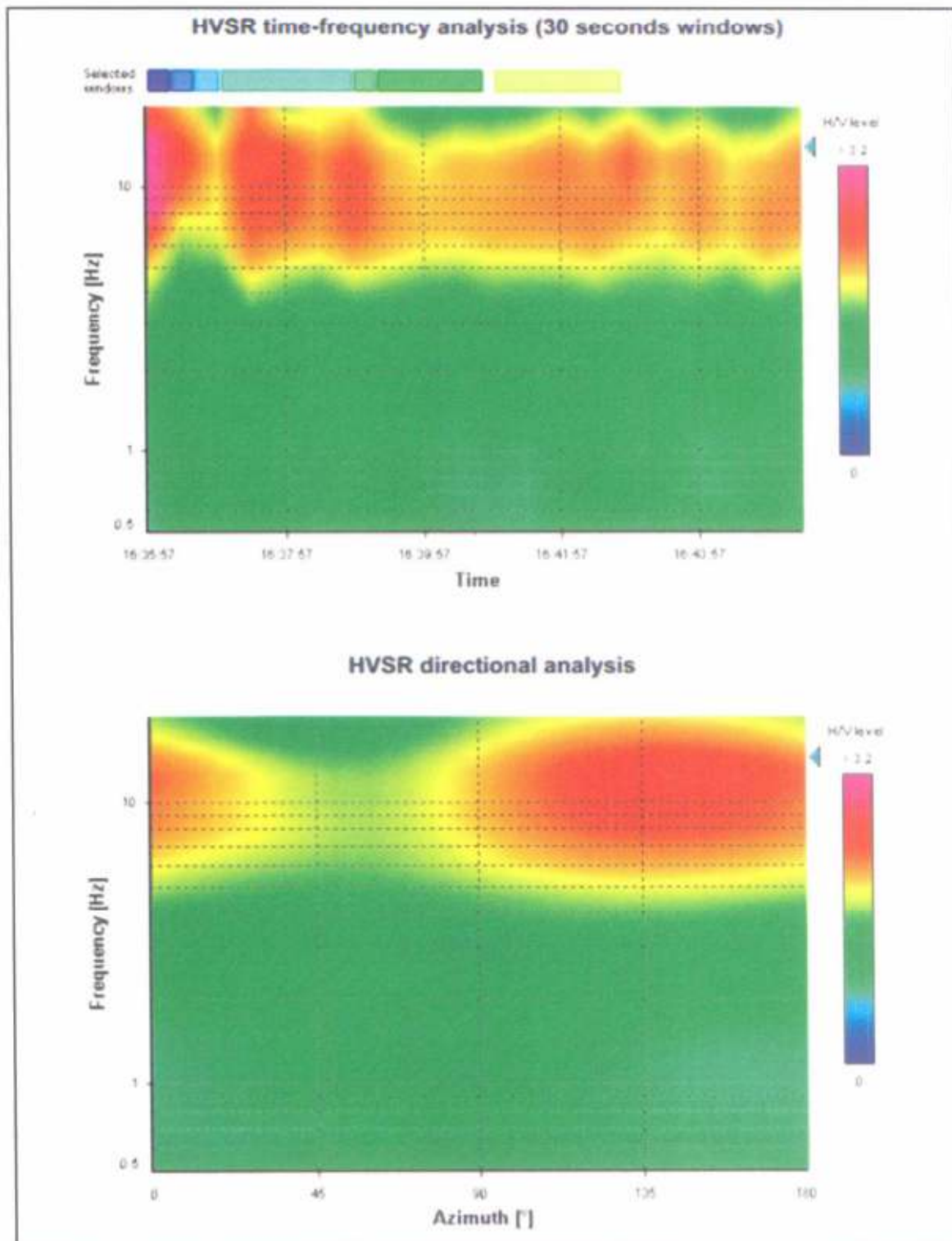
Mod.6/b-PQ.10

Il rapporto si compone di 5 fogli
Foglio 4 di 5

Rapporto n. 4412 del 29/02/2016

Data Inizio Prova 24/02/2016

Data Fine Prova 24/02/2016



E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento senza la preventiva autorizzazione scritta della RTA s.r.l.





Via Unità d'Italia 62/f - 92100 Agrigento
Tel./Fax 0922 605896 - www.laboratoriorta.it

RAPPORTO DI PROVA

Codice Commessa:

C0613

Codice Lavoro:

S01129

PQ.10

Rev_5.0

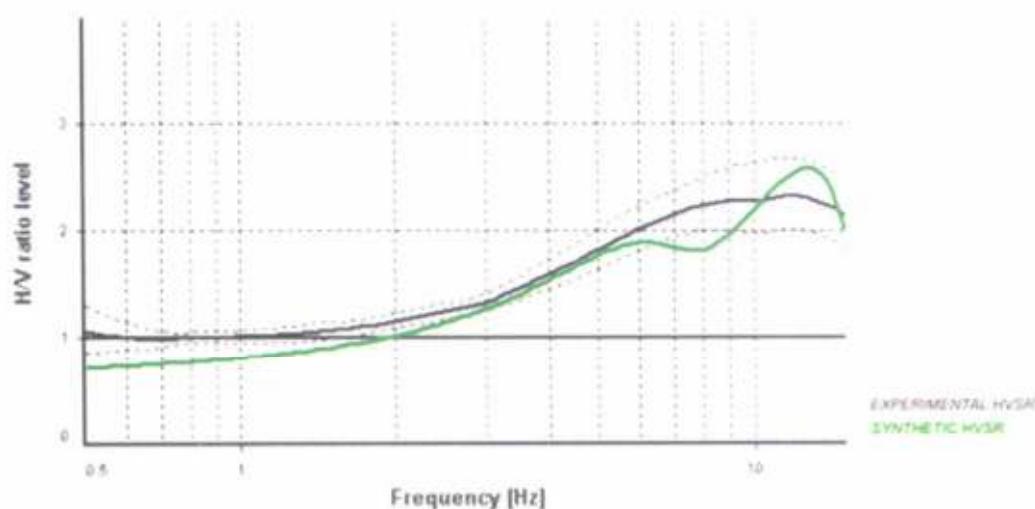
Mod.6/b-PQ.10

Il rapporto si compone di 5 fogli
Foglio 5 di 5

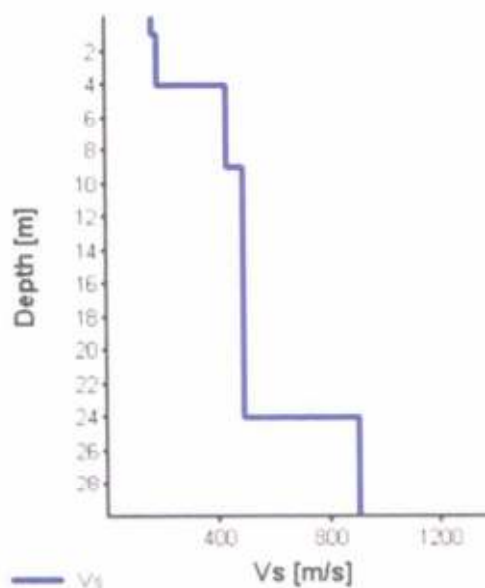
Rapporto n. 4412 del 29/02/2016

Data Inizio Prova **24/02/2016**

Data Fine Prova **24/02/2016**



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
1	1	340	160	1850
3	4	390	180	1900
5	9	850	430	2000
15	24	1000	485	2000
12	36	1800	900	2000
-	> 36	1850	860	2000



Vs 30 = 416 m/s (Offset = 0 m)

Il tecnico rilevatore

Dr. geol. Dario Miraglia



Il Direttore di Laboratorio

Dr. geol. Antonio Calamita