



REGIONE CALABRIA  
PROVINCIA DI COSENZA



COMUNE DI AMANTEA

MIGLIORAMENTO INFRASTRUTTURALE DEL PORTO  
TURISTICO DI AMANTEA

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

PROGETTISTI: RTP

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

MANDANTE:



Viale Lazio, n°13  
90144 Palermo (PA)



Corso Umberto I, n°154  
80138 Napoli (NA)

Progettista Responsabile integrabile prestazioni specialistiche  
Ing. *Guilermo Migliorino*



Elaborato:

RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE

CODIFICA

2019-03

CODICE DOCUMENTO ITC

1	0,1	WW	R,H	0,4
---	-----	----	-----	-----

REV.

0

SCALA

ELABORATO

R4

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	12/03/2020	1° EMISSIONE	P. IANNI	G. CANTISANI	A. BORSANI

Visto:

Il Responsabile Unico del Procedimento

**Ing. Francesco STELLATO**

## RAPPORTO SULLE INDAGINI

INTRODUZIONE .....	2
1. SONDAGGIO A ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO .....	3
1.1 PROVE SPT IN FORO .....	7
1.2 PROVE DI LABORATORIO .....	29
2. prospezioni GEOFISICHE .....	30
2.1 prospezione sismica di superficie con metodologia MASW .....	30
2.2 Prospezione geoelettrica in configurazione multielettrodica .....	37
2.3 Indagine geofisica con il metodo Georadar .....	42

## INTRODUZIONE

La campagna di indagini geognostiche realizzata a supporto del progetto per i lavori di “Miglioramento infrastrutturale del Porto Turistico di Amantea”, finalizzata alla ricostruzione del modello geologico e geologico – tecnico del sottosuolo della zona di interesse, è consistita nell’esecuzione di:

- N. 1 sondaggio con carotaggio continuo;
- N. 1 prospezione sismica di superficie con metodologia MASW ;
- N. 1 prospezione geoelettrica in configurazione multielettrodica;
- N. 1 indagine geofisica con il metodo elettromagnetico impulsivo noto come Ground Penetrating Radar (GPR) o Georadar.



**Figura 1** – Ortofoto del porto di Amantea con indicazione delle indagini eseguite.

## 1. SONDAGGIO A ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO

Il sondaggio a rotazione con carotaggio continuo, denominato S1, ubicato in corrispondenza della fine della “Banchina Amerigo Vespucci” è stato spinto fino la profondità di 30 metri dal p.c..



**Foto 1** – Esecuzione del sondaggio a rotazione con carotaggio continuo denominato S1.

Le coordinate del punto di perforazione sono le seguenti:

- Latitudine: 39° 3'16.56" N;
- Longitudine: 16° 5'32.51" E.

La perforazione è stata eseguita dal 27 al 28 Novembre 2019, mediante una sonda perforatrice “CMV 1400” a testa rotante alla quale è collegato un mandrino filettato solidale con le aste di perforazione. Queste presentano una lunghezza di 1,5 e/o 3,0 metri ciascuna ed un diametro  $d$  di 76 mm. Il prelievo dei campioni rimaneggiati (carote) è stato effettuato per mezzo di carotiere semplice il quale, mediante movimento di rotazione, esercita un'azione di taglio nel terreno.

Detto carotiere è costituito da un tubo metallico cilindrico, avente diametro esterno di 101 mm, munito all'estremità inferiore di una corona dentata al widia e provvisto, nella parte sommitale, di un dispositivo (valvola di ritenzione) che impedisce la perdita a dei campioni di terreno prelevati.

La campionatura continua dei terreni attraversati, che è stata catalogata in apposite cassette in PVC, conservate a fine lavori in cantiere, è stata realizzata utilizzando, tenendo conto della natura dei litotipi attraversati, carotiere semplici dotati di corone al Widia. Durante l'esecuzione della perforazione, è stato necessario rivestire la parete del foro stesso, con tubi di rivestimento (diametro pari a 127 mm), in modo da impedire eventuali fenomeni di franamento.

Di seguito è illustrato il risultato del lavoro d'indagine eseguito, nonché il profilo stratigrafico nel quale è riportato il diametro ed il sistema di perforazione, la percentuale di carotaggio, la profondità dal p.c., la descrizione litologica e la potenza degli strati attraversati, la profondità di esecuzione dalle n. 7 prove SPT ed il dettaglio dei dati ricavati, la profondità della falda acquifera e la profondità dei n. 4 campioni indisturbati e n. 2 campioni rimaneggiati prelevati, sui quali sono state effettuate le analisi di laboratorio.

REGIONE CALABRIA  
 COMUNE DI AMANTEA (CS)  
 “MIGLIORAMENTO INFRASTRUTTURALE DEL PORTO TURISTICO DI AMANTEA”

R04 – RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE

HISOMAR

MODELLO STRATIGRAFIA

Corso Umberto 1, n. 154  
 80138 Napoli (NA)

Committente Amministrazione comunale di Amantea (CS)		Profondità raggiunta 30 metri	Quota Ass. P.C.		Certificato n° 1	Pagina	
Operatore		Indagine	Note1		Inizio/Fine Esecuzione 27.11.2019/28.11.2019		
Responsabile Ing. Alberto Borsani		Sondaggio S1	Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda CMV 1400	Coordinate X Y	

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici		S.P.T.	Prodotto Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Fallida	Altre prove
				%C=40	%C=67									
1		Conglomerato cementizio	0.60		%C=67									1.00
2		Rilevato banchina costituito da sabbia e ghiaia				7-12-20								
3		Rilevato banchina costituito da sabbia e ghiaia		%C=40		3.00 PC								
4		sabbia debolmente limosa e ghiaiosa di colore grigio	4.00											
5		sabbia debolmente limosa e ghiaiosa di colore grigio		%C=40		16-23-32								
6		sabbia debolmente limosa e ghiaiosa di colore grigio				6.00 PC								
7		sabbia debolmente limosa e ghiaiosa di colore grigio		%C=40										
8		sabbia con limo di colore grigio	8.00											
9		sabbia con limo di colore grigio		%C=40		24-35-44								
10		sabbia con limo di colore grigio				10.00 PC								
11		sabbia di colore grigio	11.20											
12		sabbia di colore grigio		%C=40										
13		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola	12.80		%C=50	27-37-47								
14		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola				14.00 PC								
15		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola		%C=50										
16		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola				33-40-48								
17		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola		%C=50		18.00 PC								
18		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola												
19		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola		%C=50										
20		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola												
21		ghiaia limosa e sabbiosa di colore nocciola	21.50		%C=50	38-43-50								
22		limo sabbioso debolmente ghiaioso di colore grigio		%C=45		22.00 PC								
23		limo sabbioso debolmente ghiaioso di colore grigio												
24		limo sabbioso debolmente ghiaioso di colore grigio	25.00		%C=45									
25		ghiaia sabbiosa di colore grigio		%C=35		38-42-50								
26		ghiaia sabbiosa di colore grigio				26.00 PC								
27		ghiaia sabbiosa di colore grigio		%C=35										
28		ghiaia sabbiosa di colore grigio												
29		ghiaia sabbiosa di colore grigio		%C=35										
30		ghiaia sabbiosa di colore grigio	30.00		%C=35									

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonici Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio:continuo	Sonda:CMV 1400 Responsabile
---	--------------------------------

**RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI  
 DUOMI SRL (CAPOGRUPPO) – HYSOMAR SC.**

DUOMI S.r.l. Viale Lazio, 13 90144 Palermo, Tel: + 39 091 6251265  
 Fax: + 39 091 304663 segreteria@duomi.it

HYSOMAR società cooperativa - Società d'ingegneria - Corso Umberto I, 154 - 80138 NAPOLI - P.E.C. hysomarsocietacooperativa@pec.it



Cassetta n. 1: da -0.00 a -5.00 metri



Cassetta n. 2: da -6.00 a -10.00 metri



Cassetta n. 3: da -11.00 a -15.00 metri



Cassetta n. 4: da -16.00 a -20.00 metri



Cassetta n. 5: da -21.00 a -25.00 metri



Cassetta n. 6: da -26.00 a -30.00 metri

## 1.1 PROVE SPT IN FORO

Per definire le caratteristiche geomeccaniche del terreno, durante l'esecuzione del sondaggio a rotazione con carotaggio continuo denominato S1, sono state eseguite n. 7 prove SPT in foro.

Le caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda sono:

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4.2 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1.5 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1.061
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60°

Di seguito, sono riportate le elaborazioni di ciascuna prova:



**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 11/27/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
3.15	7
3.30	12
3.45	20

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	33.952	3.45	224.77	416.19	0.00	123.17	331.56	0.00	265.17	345.39	166.52	540.15	416.19

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	33.952	3.45	Robertson (1983)	6.66

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	33.952	3.45	15.28	--	34.14	33.30

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	33.952	3.45	36.29	33.30

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	33.952	3.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	33.952	3.45	Meyerhof	22.06

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	33.952	3.45	Meyerhof	24.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	33.952	3.45		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	33.952	3.45	55.76	100	100	57.31

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	33.952	3.45	24.476	33.99	26.99	34.85	32.84	38.33	42	30-32	34.16	34.34	45.8	37.13

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	33.952	3.45	24.476	34.63	19.20	28.39	35.65	19.36

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	33.952	3.45	24.476	14.40	7.62	17.04	14.43

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	33.952	3.45	24.476	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	33.952	3.45	24.476	Terzaghi-Peck 1948	16.12

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	33.952	3.45	24.476	Terzaghi-Peck 1948	19.83

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	33.952	3.45	24.476	(A.G.I.)	0.31

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	33.952	3.45	24.476	128.78	86.49

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	33.952	3.45	24.476	Ohta & Goto (1978) Limi	132.15

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	33.952	3.45	24.476	Seed e Idriss (1971)	>10

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	33.952	3.45	24.476		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	33.952	3.45	24.476		---

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO  
11/27/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
6.15	16
6.30	23
6.45	32

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	58.355	6.45	386.28	715.30	0.00	194.27	573.49	0.00	404.03	650.57	286.16	908.98	715.30

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	58.355	6.45	Robertson (1983)	11.45

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	58.355	6.45	26.26	--	58.54	57.23

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	58.355	6.45	63.81	57.23

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	58.355	6.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	58.355	6.45	Meyerhof	24.52

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	58.355	6.45	Meyerhof	24.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	58.355	6.45		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	58.355	6.45	59.02	100	100	69.64

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	58.355	6.45	36.6775	37.48	30.48	38.27	31.79	40.96	42	32-35	38.46	38	47.99	42.08

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	58.355	6.45	36.6775	42.39	28.77	42.51	44.63	25.34

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	58.355	6.45	36.6775	21.58	10.08	25.54	19.77

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	58.355	6.45	36.6775	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	58.355	6.45	36.6775	Terzaghi-Peck 1948	17.23

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	58.355	6.45	36.6775	Terzaghi-Peck 1948	20.52

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	58.355	6.45	36.6775	(A.G.I.)	0.28

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	58.355	6.45	36.6775	188.35	110.73

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	58.355	6.45	36.6775	Ohta & Goto (1978) Limi	159.92

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	58.355	6.45	36.6775	Seed e Idriss (1971)	>10

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	58.355	6.45	36.6775		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	58.355	6.45	36.6775		---

**PROVA ... Nr.3**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 11/27/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
10.15	24
10.30	35
10.45	44

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	83.819	10.45	554.86	1027.44	0.00	252.91	827.39	0.00	502.89	1047.74	411.00	1284.87	1027.44

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	83.819	10.45	Robertson (1983)	16.44

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	83.819	10.45	37.71	--	84.01	82.20

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	83.819	10.45	92.53	82.20

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	83.819	10.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	83.819	10.45	Meyerhof	24.52

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	83.819	10.45	Meyerhof	24.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	83.819	10.45		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	83.819	10.45	60.27	100	100	79.87

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	83.819	10.45	49.4095	41.12	34.12	41.83	31.22	42.43	42	35-38	42.22	41.82	49.08	46.44

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	83.819	10.45	49.4095	49.20	38.76	57.24	53.99	31.58

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	83.819	10.45	49.4095	29.07	12.65	34.40	25.34

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	83.819	10.45	49.4095	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	83.819	10.45	49.4095	Terzaghi-Peck 1948	18.13

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	83.819	10.45	49.4095	Terzaghi-Peck 1948	21.08

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	83.819	10.45	49.4095	(A.G.I.)	0.26

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	83.819	10.45	49.4095	249.24	132.85



**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	83.819	10.45	49.4095	Ohta & Goto (1978) Limi	184.82

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	83.819	10.45	49.4095	Seed e Idriss (1971)	>10

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	83.819	10.45	49.4095		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	83.819	10.45	49.4095		---

**PROVA ... Nr.4**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 11/27/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
14.15	27
14.30	37
14.45	47

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	89.124	14.45	589.97	1092.56	0.00	263.11	880.34	0.00	517.50	1140.61	436.98	1307.72	1092.56

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	89.124	14.45	Robertson (1983)	17.48

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	89.124	14.45	40.10	--	89.32	87.40

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	89.124	14.45	98.51	87.40

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	89.124	14.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	89.124	14.45	Meyerhof	24.52

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	89.124	14.45	Meyerhof	24.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	89.124	14.45		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	89.124	14.45	56.24	100	100	82.14

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	89.124	14.45	52.062	41.87	34.87	42.58	30.6	42.58	42	>38	42.95	42.62	48.01	47.27

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	89.124	14.45	52.062	50.51	40.84	60.31	55.94	32.88

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	89.124	14.45	52.062	30.63	13.18	36.25	26.50

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	89.124	14.45	52.062	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] -	89.124	14.45	52.062	Terzaghi-Peck 1948	18.29

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	89.124	14.45	52.062	Terzaghi-Peck 1948	21.17

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	89.124	14.45	52.062	(A.G.I.)	0.25

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	89.124	14.45	52.062	261.80	137.16

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	89.124	14.45	52.062	Ohta & Goto (1978) Limi	198.53

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	89.124	14.45	52.062	Seed e Idriss (1971)	>10

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_{H/P_0}$**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
[1] -	89.124	14.45	52.062		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	89.124	14.45	52.062		---

**PROVA ... Nr.5**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 11/28/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
18.15	33
18.30	40
18.45	48

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	93.368	18.45	618.02	1144.53	0.00	270.86	922.81	0.00	527.79	1217.40	457.77	1311.93	1144.53

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	93.368	18.45	Robertson (1983)	18.31

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	93.368	18.45	42.01	--	93.56	91.56

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	93.368	18.45	103.30	91.56

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	93.368	18.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	93.368	18.45	Meyerhof	24.52

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	93.368	18.45	Meyerhof	24.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	93.368	18.45		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	93.368	18.45	52.81	96.89	98.28	84.06

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	93.368	18.45	54.184	42.48	35.48	43.17	30.14	42.65	41.56	>38	43.51	43.26	46.84	47.92

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	93.368	18.45	54.184	51.53	42.51	62.77	57.50	33.92

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	93.368	18.45	54.184	31.88	13.61	37.73	27.43

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	93.368	18.45	54.184	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	93.368	18.45	54.184	Terzaghi-Peck 1948	18.41

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	93.368	18.45	54.184	Terzaghi-Peck 1948	21.24

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	93.368	18.45	54.184	(A.G.I.)	0.25

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	93.368	18.45	54.184	271.81	140.55

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	93.368	18.45	54.184	Ohta & Goto (1978) Limi	209.57

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	93.368	18.45	54.184	Seed e Idriss (1971)	>10

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	93.368	18.45	54.184		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	93.368	18.45	54.184		---

**PROVA ... Nr.6**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 11/28/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
22.15	38
22.30	43
22.45	50

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	98.673	22.45	653.12	1209.55	0.00	279.78	975.86	0.00	538.78	1316.54	483.86	1334.78	1209.55

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	98.673	22.45	Robertson (1983)	19.35

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	98.673	22.45	44.40	--	98.87	96.77

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	98.673	22.45	109.28	96.77

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	98.673	22.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	98.673	22.45	Meyerhof	24.52

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	98.673	22.45	Meyerhof	24.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	98.673	22.45		0



**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	98.673	22.45	50.22	92.25	95.51	86.65

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	98.673	22.45	56.8365	43.24	36.24	43.91	29.79	42.69	40.92	>38	44.2	44.05	45.74	48.72

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	98.673	22.45	56.8365	52.77	44.59	65.84	59.45	35.22

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	98.673	22.45	56.8365	33.44	14.14	39.57	28.59

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	98.673	22.45	56.8365	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	98.673	22.45	56.8365	Terzaghi-Peck 1948	18.54

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	98.673	22.45	56.8365	Terzaghi-Peck 1948	21.33

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	98.673	22.45	56.8365	(A.G.I.)	0.24

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	98.673	22.45	56.8365	284.30	144.71

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	98.673	22.45	56.8365	Ohta & Goto (1978) Limi	219.46

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	98.673	22.45	56.8365	Seed e Idriss (1971)	>10

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	98.673	22.45	56.8365		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	98.673	22.45	56.8365		---

**PROVA ... Nr.7**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 11/28/2019

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
26.15	38
26.30	42
26.45	50

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	97.612	26.45	646.16	1196.51	0.00	278.02	965.27	0.00	536.72	1296.44	478.66	1246.13	1196.51

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	97.612	26.45	Robertson (1983)	19.14

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	97.612	26.45	43.92	--	97.81	95.72

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	97.612	26.45	108.08	95.72

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	97.612	26.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] -	97.612	26.45	Meyerhof	24.52

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] -	97.612	26.45	Meyerhof	24.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	97.612	26.45		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	97.612	26.45	46.73	86.15	91.09	86.11

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	97.612	26.45	56.306	43.09	36.09	43.77	29.42	42.69	40.06	>38	44.06	43.89	44.14	48.56

**Modulo di Young (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	97.612	26.45	56.306	52.53	44.17	65.23	59.06	34.96

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	97.612	26.45	56.306	33.13	14.04	39.20	28.35

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	97.612	26.45	56.306	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] -	97.612	26.45	56.306	Terzaghi-Peck 1948	18.52

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	97.612	26.45	56.306	Terzaghi-Peck 1948	21.31

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	97.612	26.45	56.306	(A.G.I.)	0.24

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	97.612	26.45	56.306	281.81	143.89

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	97.612	26.45	56.306	Ohta & Goto (1978) Limi	226.15

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	97.612	26.45	56.306	Seed e Idriss (1971)	5.655

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	97.612	26.45	56.306		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	97.612	26.45	56.306		---

## 1.2 PROVE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione del sondaggio a rotazione con carotaggio continuo, sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati dalle cassette catalogatrici e n. 4 campioni a disturbo limitato in fustella.

I campioni, una volta sigillati, sono stati consegnati al laboratorio geotecnico GEO. CAL. S.r.l. di Rende (CS).

Nella tabella seguente è riportata, per ciascun campione, la profondità di prelievo e la descrizione:

Campione	Profondità	Descrizione
S1C1	6,00 – 6,20	Sabbia debolmente limosa e ghiaiosa
S1C2	10,80 – 11,00	Sabbia con limo
S1C3	12,00 – 12,50	Sabbia
S1C3	18,50 – 19,00	Ghiaia limosa e sabbiosa
S1C5	24,00 – 24,50	Limo sabbioso debolmente ghiaioso
S1C6	28,00 – 28,50	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa

Di seguito, invece, si riportano i certificati delle prove di laboratorio eseguite su ciascun campione.

## 2. PROSPEZIONI GEOFISICHE

Nell'ambito del progetto per i lavori di "Miglioramento infrastrutturale del porto turistico di Amantea", è stata eseguita una campagna d'indagini geofisiche di superficie, finalizzata alla definizione delle principali caratteristiche litostratigrafiche e sismostratigrafiche dei litotipi presenti nell'area in esame. Per tale scopo sono state realizzate:

- 1) N. 1 prospezione sismica di superficie con metodologia MASW (Multichannel Analysis Of Surface Waves);
- 2) N. 1 prospezione geoelettrica in configurazione multielettrodo.

Il contesto geolitologico del sito investigato vede la presenza di depositi di litorale e di pianura alluvionale, localmente associati a depositi di conoide alluvionale, poggianti sulle successioni sedimentari plioceniche e mioceniche, affioranti estesamente a Est dell'area in esame.

### 2.1 prospezione sismica di superficie con metodologia MASW

#### Caratteristiche delle apparecchiature

Sismografo modulare Geometrics Geode a 24 canali, con conversione analogico-digitale a 24 bit, ad elevata dinamica, avente le seguenti caratteristiche principali:

Range dinamico: 144 dB di sistema.

Distorsione: 0.0005 % @ 2.0 ms.

Banda di acquisizione: 1.75-20.000 Hz.

Accuratezza trigger: 1/32 del passo di campionamento.

Impedenza: 20 Kohm.

Filtri in acquisizione: LowCut: 10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz 24/48 dB/Octave, Butterworth. Notch: 50, 60, 180 Hz. HighCut: 32, 64, 125, 250, 500, 1000 Hz 24/48 dB/Octave.

Intervallo di campionamento: 0.02, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 msec.

Lunghezza di registrazione: 16.384 campioni.

Pre-trigger: fino a tutta la lunghezza di registrazione.

Delay: da 0 a 9999 ms in passi di una lunghezza di intervallo.

Per il rilievo della velocità del moto del suolo sono stati utilizzati geofoni Geospace, con frequenza di oscillazione di 4.5 Hz.



**Foto 2** – Esecuzione della prospezione sismica con metodologia MASW.

### **Interpretazione**

La prospezione sismica è stata realizzata a 20 canali d’acquisizione, adottando una distanza intergeofonica di 2 m. E’ stata eseguita un’elaborazione su un sismogramma ottenuto da un punto di energizzazione posto



a 4 m dal primo geofono. La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in letteratura come Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW). Il sismogramma è stato oggetto di filtraggio per l'eliminazione delle alte frequenze e "depurato" dalle onde di volume, al fine di ottenere dei picchi d'ampiezza nelle oscillazioni relative alle onde di superficie.

Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase. Su di esso s'individuano, come zone di massima ampiezza, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui si ottiene la variazione delle velocità di queste ultime con il variare della loro frequenza, o lunghezza d'onda.

Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze con le profondità. Quest'ultimo passo, successivo alla definizione della curva di dispersione, si ottiene mediante un processo d'inversione, che porta al risultato finale, costituito da un profilo verticale delle velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ), posto al centro della stesa di geofoni.

Le velocità di fase delle onde di Rayleigh ( $V_r$ ), in un mezzo omogeneo, sono legate a quelle di volume dalla seguente relazione:

$$V_r^6 - 8V_s^2 V_r^4 + (24 - 16 V_s^2 / V_p^2) V_s^4 V_r^2 + (16 V_s^6 / V_p^6 - 1) V_s^6 = 0$$

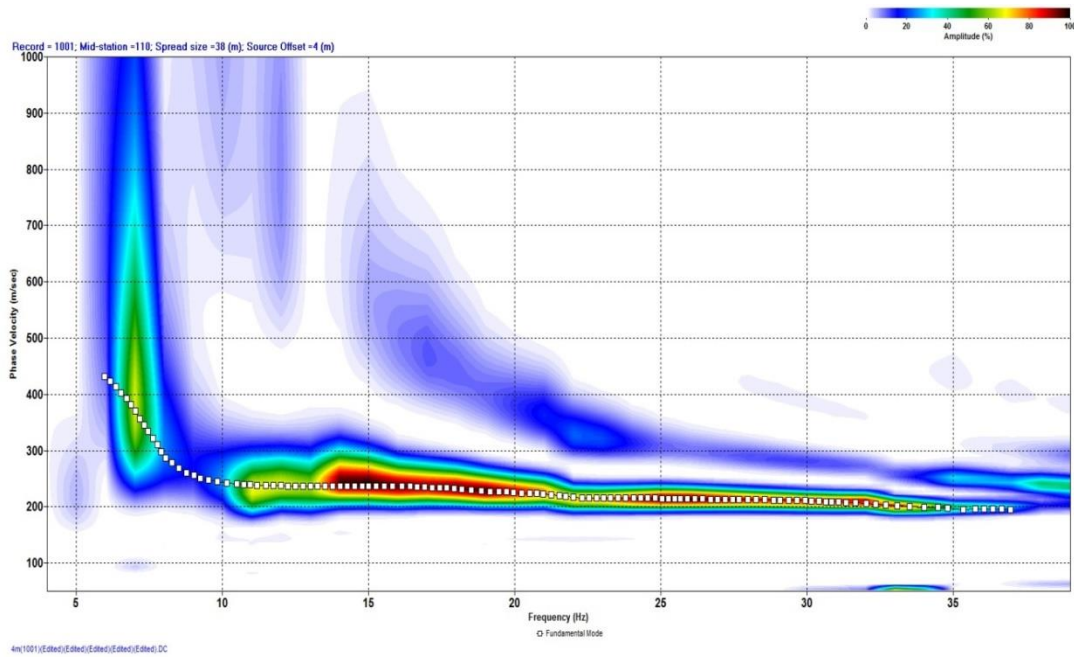
In un mezzo non omogeneo le velocità delle onde di volume ( $V_p$  e  $V_s$ ) variano con la profondità. Le velocità di fase delle onde di Rayleigh mostrano velocità differenti per differenti valori di frequenza e sono fortemente legate ai valori delle velocità delle onde trasversali. Ciò consente di passare da modelli frequenza/velocità di fase delle onde di Rayleigh a modelli monodimensionali  $V_s$ /profondità.

Gli elaborati forniti contengono:

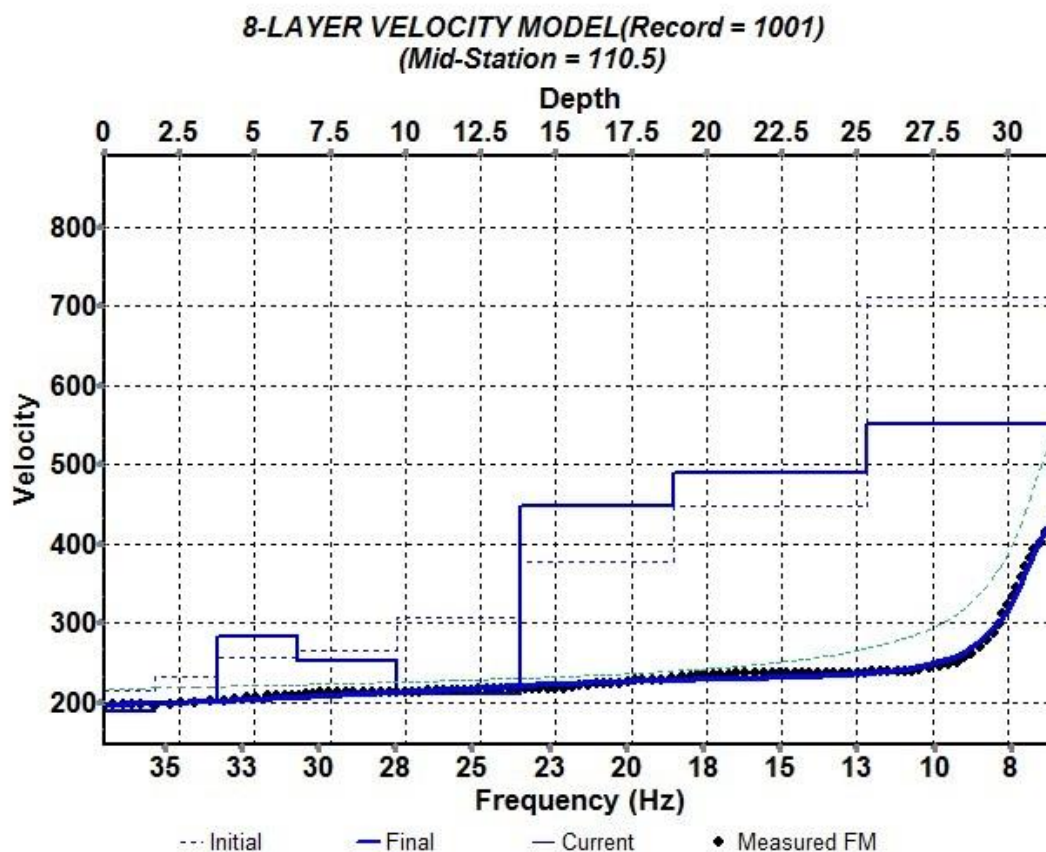
- la curva di dispersione della velocità di fase delle onde R in relazione alla frequenza;
- il profilo delle  $V_s$  al centro dello stendimento fino alla massima profondità di indagine;
- la tabella dei valori di  $V_s$  per orizzonti omogenei di velocità;
- la velocità equivalente delle onde di taglio ( $V_{seq}$ ).

Sotto i depositi della banchina e fino alla profondità di 13.8 m, si registrano velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) comprese tra 209 e 281 m/sec, riferibili a depositi granulari eterometrici, nell'insieme mediamente addensati. Da -13.8 m si registrano velocità delle onde S superiori ai 400 m/sec, che sembrano indicare la presenza di litotipi granulari eterometrici addensati.

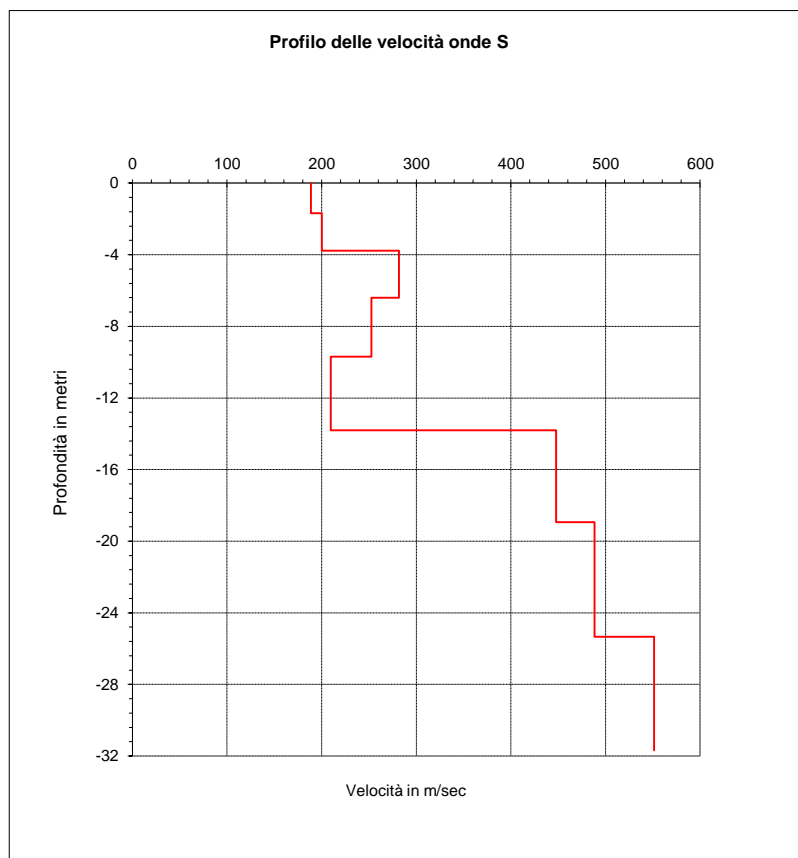
## MASW



## Curva di dispersione



Curve di inversione



<b>Colonna 1</b>	<b>Colonna 2</b>	<b>Colonna 3</b>	<b>Colonna 4*</b>	<b>Colonna 5*</b>
<i>Profondità dal p.c. al centro dello stendimento (metri)</i>	<i>Velocità delle onde S (m/sec)</i>	<i>Profondità della base dei sismostrati omogenei (metri)</i>	<i>Spessore dei sismostrati omogenei (metri)</i>	<i>Velocità delle onde S dei sismostrati omogenei definiti nella colonna 4 (m/sec)</i>
-1.681	188.792	3.783	<b>3.783</b>	<b>194</b>
-3.783	200.113			
-6.410	281.544			

-9.694	252.700			
-13.799	209.478	13.799	<b>10.016</b>	<b>248</b>
-18.931	447.901			
-25.345	488.569			
-31.681	551.223	31.681	<b>16.201 (-30.00 m)</b>	<b>496</b>

\* $V_{s,eq} = 324$  m/sec (velocità equivalente delle onde di taglio)

(Quota di riferimento p.c.)

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

## MODULI ELASTICI DINAMICI

I moduli elastici dinamici sono stati calcolati partendo dai valori medi delle velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ) definite nel profilo MASW. Per il calcolo delle velocità delle onde longitudinali ( $V_p$ ), sono stati adottati opportuni valori dei coefficienti di Poisson.

Tabella dei moduli elastici dinamici medi

	<i>Terreno di riporto (banchina)</i>	<i>Sabbie e limi con ghiaie, mediamente addensate</i>	<i>Depositi granulari eterometrici addensati</i>
Coefficiente di Poisson $\mu$	0.360	0.395	0.350
Velocità onde longitudinali $V_p$ (m/sec)	415	595	1033
Velocità onde trasversali $V_s$ (m/sec)	194	248	496

Peso di volume $\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.80	1.90	2.00
Modulo di Young Edin (Mpa)	187.8	332.3	1354.2
Modulo di Rigidità G (Mpa)	69.1	119.1	501.6

### *Risposta sismica*

Categoria di sottosuolo: **C**;

Categoria Topografica: **T<sub>1</sub>**;

Coordinate Geografiche (WGS84): **N 39,054573° - E O 16,092580°**.

## **2.2 Prospezione geoelettrica in configurazione multielettroica**

### **Caratteristiche delle attrezzature**

Le misure di resistività apparente in campagna (configurazione multielettroica) sono state eseguite, invece, tramite un sistema costituito da un georesistivimetro ABEM modello Terrameter LS 2 a 4 canali d'acquisizione simultanea con isolamento galvanico, per misure di resistività, polarizzazione indotta e potenziale spontaneo, avente le seguenti caratteristiche principali:

- Selezione automatica o manuale della corrente immessa: 0.20 fino a 2500 mA;
- Energizzazione con tensione max: 600 V (1200 V peak-peak);
- Potenza max: 250 W;
- Accuratezza della trasmissione di corrente: 0.4 %;
- Lunghezza dell'impulso di corrente: 0.1 sec;
- Impedenza: 30 M $\Omega$ , min;
- Risoluzione: 3 nV;
- Accuratezza dV/I: inferiore 0.2 %;
- Precisione dV/I: inferiore a 0.1 %.

Per eseguire misure in configurazione multielettrodica, il sistema è fornito di un selettore automatico interno, capace di gestire contemporaneamente 81 elettrodi. Gli elettrodi infissi nel terreno, in acciaio inox, sono stati connessi al selettore tramite cavi multicore. Per l'energizzazione, realizzata mediante un moltiplicatore di tensione fino a 600 V, è stata utilizzata una batteria al piombo da 12-14 V – 60 Ah.



**Foto 3** – Esecuzione della prospezione geoelettrica in configurazione multielettrodica.

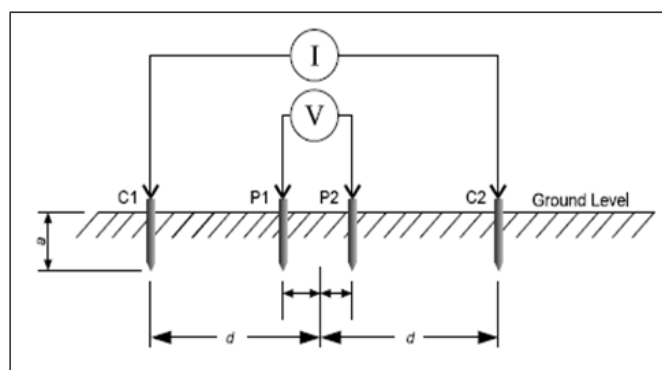
### **Descrizione del metodo di rilevamento**

Il metodo geoelettrico si basa sulla misura della resistenza elettrica opposta dal terreno al passaggio di una corrente elettrica, appositamente prodotta mediante l'ausilio di un apparato energizzante che invia corrente con una certa potenza da appositi elettrodi infissi nel terreno. Il potenziale elettrico generato dal campo, così prodotto, viene misurato utilizzando altre coppie di elettrodi mediante l'uso di un potenziometro di alta precisione. Conoscendo la posizione degli elettrodi di corrente rispetto a quelli in cui viene misurata la differenza di potenziale (elettrodi di potenziale), sarà possibile calcolare la resistività apparente del terreno. Nel metodo multielettrodico si dispone di un certo numero di elettrodi che vengono alternativamente utilizzati sia come elettrodi di corrente che come elettrodi di potenziale, in maniera tale

da ottenere un elevato numero di misure di resistività, disposte lungo un allineamento in varie posizioni e profondità. In tal modo si ottengono profili di resistività apparenti.

Nel caso in esame è stata realizzata una stesa geoelettrica di lunghezza pari a 135 m, costituita da 28 elettrodi intervallati a 5 m. Tale disposizione ha consentito, in fase di elaborazione, di operare a software ai fini del calcolo delle resistività reali, in maniera tale da ottenere un modello tomografico 2D delle resistività reali.

Com'è noto, la disposizione degli elettrodi di corrente rispetto a quelli di potenziale determina il tipo di configurazione delle misure, alla quale corrisponde una sensibilità alla definizione delle variazioni di resistività del terreno. Nelle misure sono stati utilizzati quattro canali d'acquisizione simultanea dei valori di potenziale, energizzando su due elettrodi di corrente, effettuando ogni lettura di potenziale generato su quattro coppie di elettrodi interni all'array elettrodico. Questo dispositivo (Wenner-Shlumberger) ha un buon compromesso di sensibilità alla rilevazione delle variazioni laterali e verticali di resistività. Le misure di campagna sono state eseguite in maniera automatica, ma con il costante controllo dei dati acquisiti. Il valore della corrente immessa è variato da 50 a 500 mA.



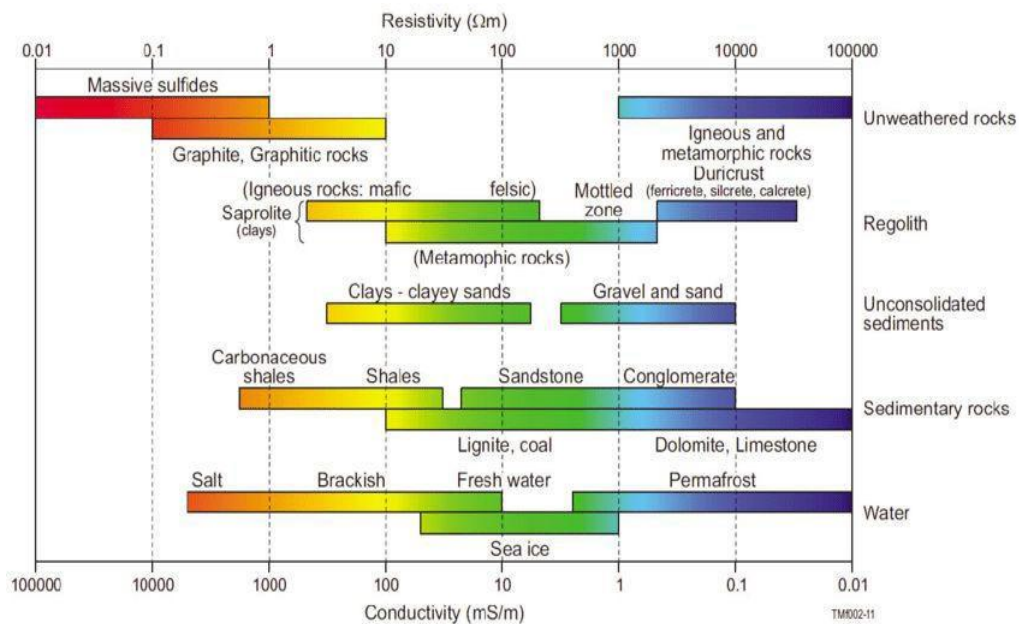
### Dispositivo di misura Wenner-Shlumberger

Il passaggio dai valori di resistività apparente, misurati in campagna, ad un modello bi-dimensionale di resistività reale dei terreni, è stato eseguito tramite l'inversione dei dati, utilizzando un apposito software.



L’inversione consiste nel generare dei modelli di resistività reale ipotetici su cui vengono calcolati dei valori sintetici di resistività apparenti, in relazione al tipo di array utilizzato.

I valori calcolati sono confrontati, in cicli iterativi, con quelli misurati, finché l’errore può essere considerato minimo. Il modello “finale” di resistività reale sarà quello che presenta resistività apparenti calcolate che più si avvicinano a quelle misurate. Il processo d’inversione non ha soluzioni univoche. Al fine di migliorarne il risultato, è opportuno tenere conto del contesto di indagine, adottando dei vincoli per ridurre l’incertezza del processo di elaborazione. Nel caso di studio sono stati adottati processi d’inversione che prevedono variazioni graduali di resistività, al fine di meglio evidenziare le variazioni litologiche presenti. Lo scarto quadratico medio tra i valori apparenti misurati e quelli sintetici calcolati è risultato inferiore al 5%. Pertanto i risultati ottenuti nell’inversione 2D sono di buon livello qualitativo.



Acque ed effetto del contenuto in sale	
Acqua pura	$10^6$
Acque naturali	$1 \div 10^3$
Acqua di mare	0,2
Sale 20%	$5 \cdot 10^{-2}$
Granito 0% di acqua	$10^{10}$
Granito 0,19% di acqua	$10^6$
Granito 0,31% di acqua	$4 \cdot 10^3$

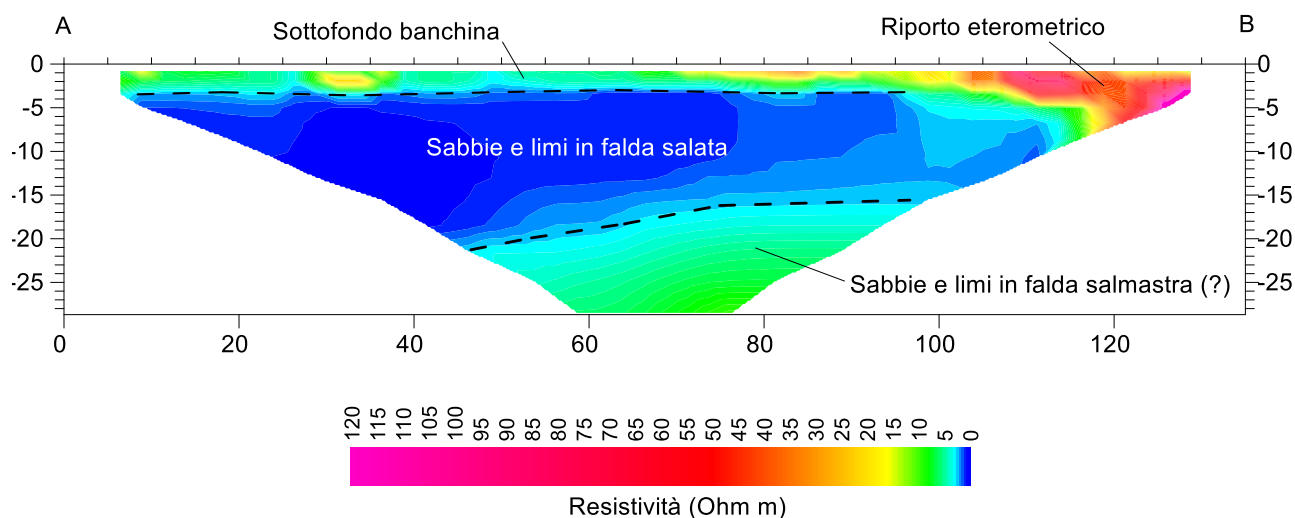
**Valori indicativi della resistività e conduttività elettrica dei vari tipi di terreno e acquiferi**

## Interpretazione

### Modello di resistività ERT 1

Il modello di resistività ottenuto ha consentito d'investigare una profondità massima di circa 28 m (parte centrale). S'individua un elettrostrato superficiale, dove si registrano valori di resistività ( $\rho$ ) riferibili al sottofondo della banchina e, laddove si riscontrano valori relativamente più elevati, al riporto eterometrico. Nell'elettrostrato sottostante, che si approfondisce nella parte iniziale del modello, si riscontrano valori di  $\rho$  inferiori ai 10  $\Omega$ m, che sembrano indicare la presenza di litotipi sabbiosi e limosi in falda salata. Sotto questo secondo orizzonte elettrostratigrafico si registra un aumento relativo dei valori di resistività ( $\rho$ ), che sembrerebbe indicare la presenza di litotipi sabbioso limosi in falda salmastra.

TOMOGRAFIA DI RESISTIVITA' -ERT 1-



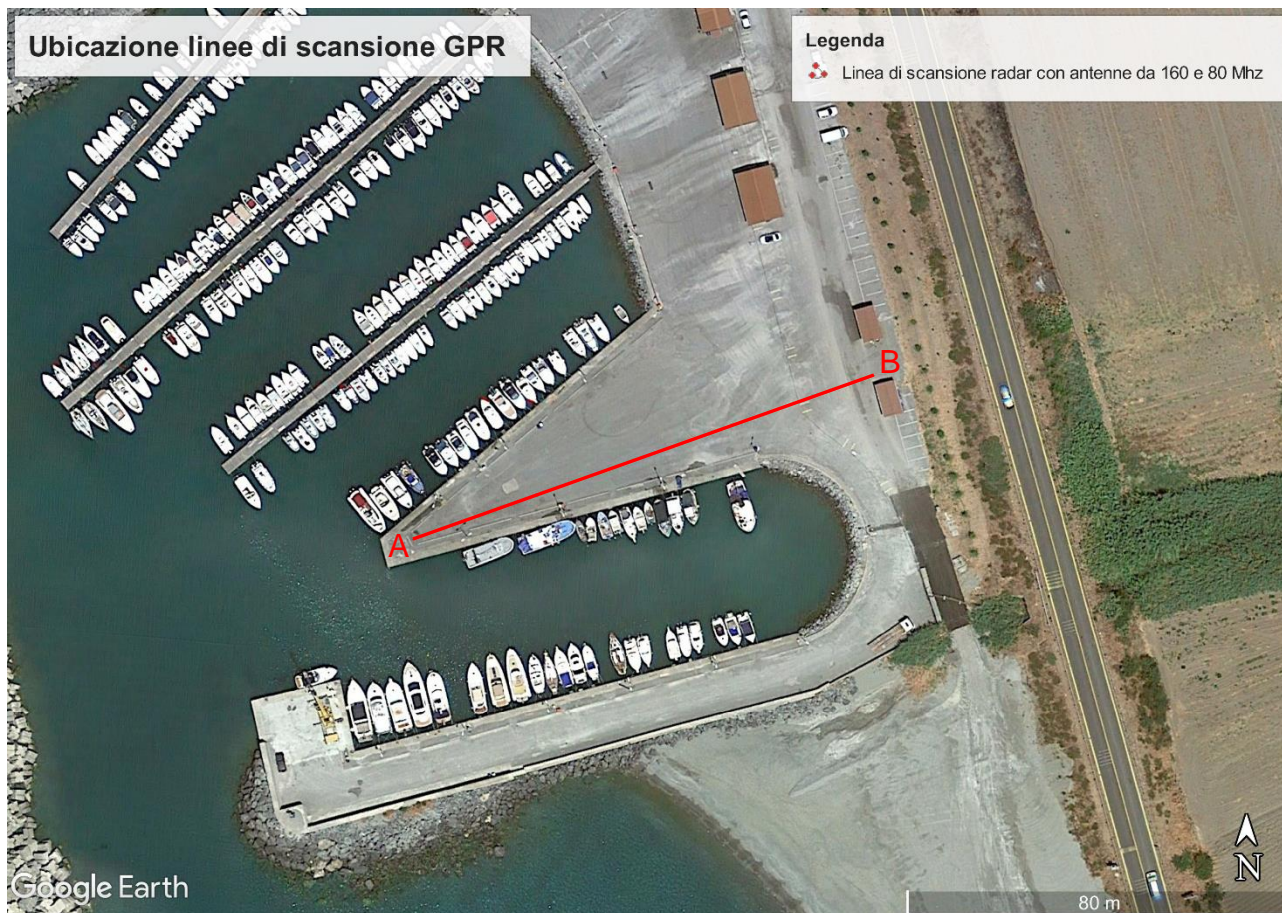
### 2.3 Indagine geofisica con il metodo Georadar

Il giorno 29 novembre 2019, sono state eseguite delle indagini geofisiche con metodo radar lungo la "Banchina Cristoforo Colombo" del Porto Turistico di Amantea (CS).

Lo scopo delle prospezioni è stato, oltre al tentativo di ricostruzione stratigrafica, la verifica degli spessori delle sovrastrutture, eventuali presenza di cavità creatisi per processi di erosione sotterranea (piping) e la natura dei riempimenti di riporto utilizzati per la costruzione della banchina stessa. La superficie di indagine si sviluppa lungo un lato della banchina centrale del bacino portuale. Le scansioni, effettuate con antenne a differenti frequenze, sono state eseguite lungo a iniziare dalla zona occidentale (mare) a procedere verso Est (terra), per una lunghezza di oltre 100 m.



Fase di scansione con antenna da 80 Mhz



### Ubicazione del sito di indagine

L'area di indagine è caratterizzata da un contesto antropizzato, costituito da una pavimentazione in calcestruzzo giacente su un rilevato artificiale, presumibilmente costituito da blocchi litoidi immersi in matrice eterometrica.

L'elevazione della banchina è di circa un metro rispetto al livello del mare, per cui è da prevedere la presenza di un livello di falda (salata) a tale profondità, evidentemente costituente una interfaccia di forte riflessione del segnale elettromagnetico utilizzato nelle scansioni; è inoltre da supporre un forte assorbimento del segnale nella zona sottostante, a causa della elevata conduttività dell'acqua salata.

## **METODO GEORADAR**

Come richiesto dalla committenza, per le indagini geofisiche è stato utilizzato il metodo elettromagnetico impulsivo noto come Ground Penetrating Radar (GPR) o Georadar. Le scansioni elettromagnetiche sono state eseguite mediante antenna georadar centrata sulla frequenza di 160 Mhz, (vedi Carta Ubicazione linee di scansione). Tale geometria ha consentito l'analisi bidimensionale del segnale elettromagnetico (B-Scan). Per quanto i dati dell'indagine abbiano avuto una discreta risposta, con una profondità di penetrazione del segnale di 3.0-4.0 m, è stata realizzata, sulla stessa direttrice, anche una scansione con antenna a più bassa frequenza (80 Mhz) che, anche se a scapito della risoluzione, ha consentito una maggiore profondità di investigazione (5-7 m).

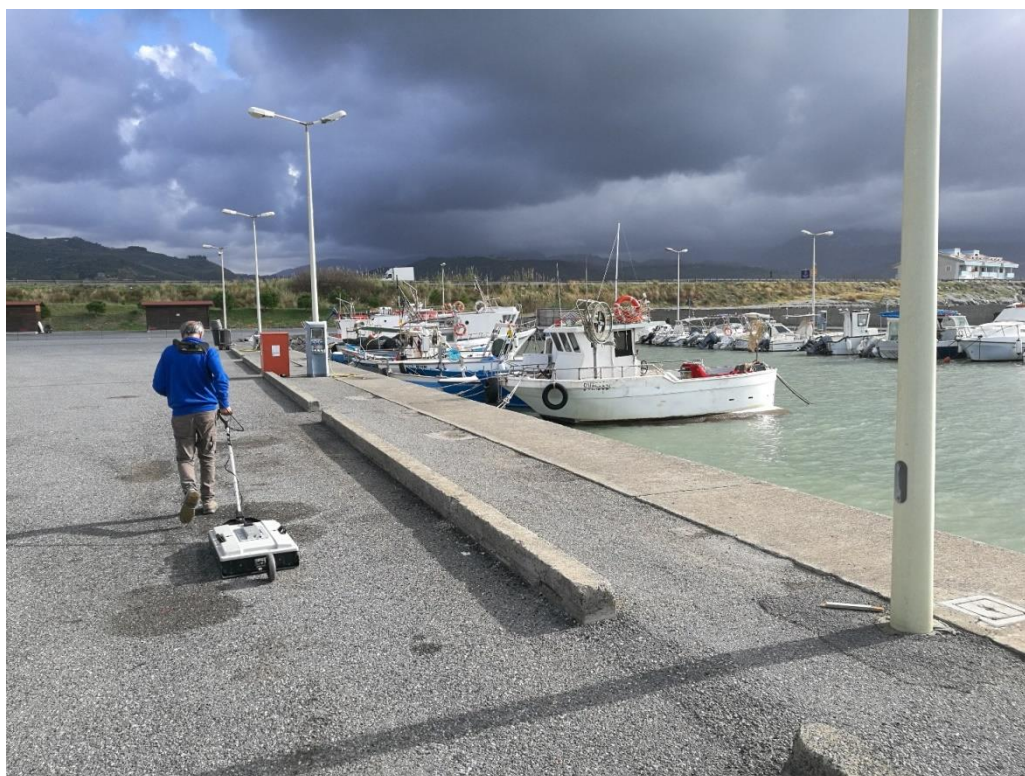
Il metodo georadar (GPR) si basa sulla proprietà dei terreni di trasmettere onde elettromagnetiche ad alta frequenza e misura il tempo di andata e ritorno di tali onde quando esse vengono riflesse da una superficie di discontinuità elettromagnetica. Lo strumento invia, mediante un'antenna, un impulso multifrequenza nel suolo da indagare. Quando le onde elettromagnetiche incontrano sul loro cammino una discontinuità fisica che comporti una diversa velocità di propagazione, parte dell'energia incidente viene riflessa, o diffratta se si tratta di un oggetto di piccole dimensioni, e ritorna all'antenna, generando un impulso di forma simile a quello trasmesso, anche se distorto in frequenza e fase. La banda di frequenze utilizzate può variare tra 50 e oltre 3000 Mhz; la scelta entro tale intervallo di possibilità dipende dal dettaglio che si vuole ottenere e dalla profondità da indagare, perché la frequenza è direttamente proporzionale al potere risolutivo ed inversamente proporzionale alla profondità di indagine. Il risultato finale di una scansione radar è costituito da una serie di segnali nel dominio del tempo, che definiscono la successione degli orizzonti attraversati e la loro posizione verticale, dipendente dalle velocità di propagazione delle onde nei materiali attraversati.

Considerate le finalità dell'indagine ed il contesto in cui si è operato, come già visto, antenna di 160 Mhz e 80 Mhz. Il segnale, per quanto interessato dal normale assorbimento dovuto alla presenza di una falda salata molto conduttiva, è risultato di discreta qualità.

Nelle acquisizioni è stato utilizzato un Georadar marca Mala Geoscience modello Ground Explorer (HDR), avente le seguenti caratteristiche:

- tecnologia: MALA Semi-real-time;
- velocità di scansione: fino a 160 MHz;

- SNR: >101 dB.
- Finestra di acquisizione: 300 nanosecondi.
- Output Data Format: >16-bit
- Numeri campioni per scan: > 770, time window 300 nsec.
- Larghezza di banda: >120%, frazionaria, -10dB;
- Posizionamento: mediante encoder e DGPS interno.



### **Fase di acquisizione delle indagini GPR con antenna da 160**

Il processo d'elaborazione ha avuto come risultato la ricostruzione di modelli bi-dimensionali (Radargrammi B-Scan), che hanno consentito d'individuare le anomalie associabili a corpi anomali, definendone la profondità. Al fine di poter migliorare il segnale acquisito, i radargrammi sono stati processati secondo la seguente sequenza:

Correzione T0

Background Removal e o sottrazione di una traccia media di un variabile n. di tracce;

Analisi di velocità;

Migrazione.

In particolare la correzione T0 ha permesso d'individuare con esattezza l'inizio della penetrazione nel terreno del segnale radar, l'analisi di velocità ha consentito di definire la velocità di propagazione delle onde radar nel terreno al fine di calcolare con esattezza la profondità delle riflessioni/diffrazioni, mentre con la migrazione si sono eliminate le iperboli di riflessione/diffrazione, riducendo le anomalie lineari trasversali alle direzioni di scansione, ad elementi puntuali e avvicinando le “forme” di riflessione alle geometrie reali degli elementi riflettenti.

## **INTERPRETAZIONE**

I radargrammi risultanti dalle scansioni realizzate con le due antenne sono tra loro ben coerenti e mostrano profondità di investigazione di 6-7 m con quella a più bassa frequenza (80 Mz) e di 3-4 m con l'antenna da 160 Mhz.

In entrambi i radargrammi, si osserva una riflessione sub-superficiale, riconducibile al contatto tra la pavimentazione in calcestruzzo e il sottostante terreno di riempimento. Quindi, una ulteriore superficie di riflessione, netta e continua, si osserva intorno ad un metro dalla superficie di scansione, che si sviluppa per tutta la lunghezza di entrambi i radargrammi, riconducibile alla superficie di falda, che determina una intensa riflessione del segnale elettromagnetico.

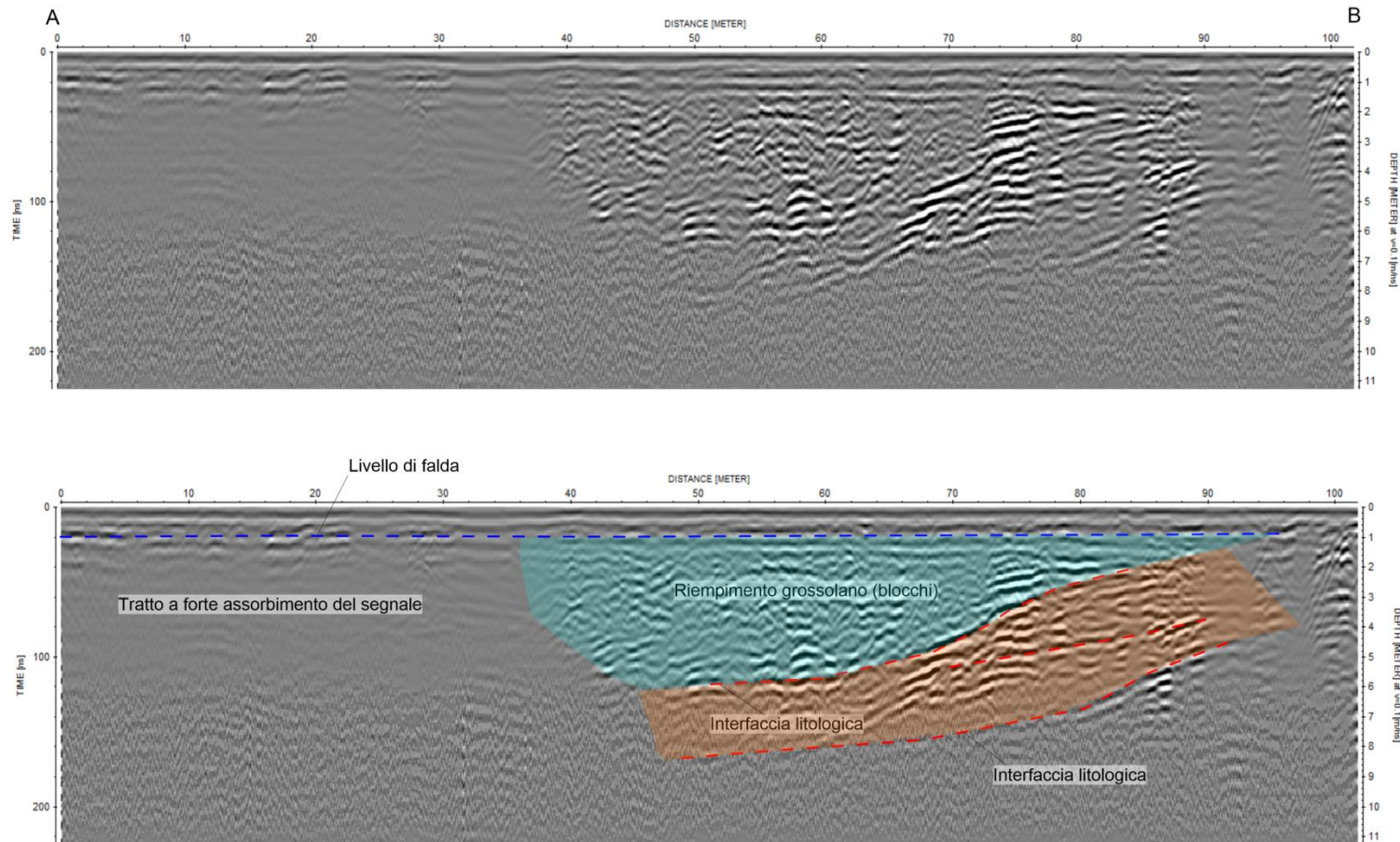
Al di sotto, si rivengono evidenti variazioni laterali e di continuità degli orizzonti elettromagnetici. Nei primi 40 m di scansione, il segnale è fortemente assorbito, non mostrando eventi di ritorno apprezzabili al di sotto dei due metri di profondità.

Tra le progressive 40 e 80 m circa, è evidente un pattern di risposta elettromagnetica caratterizzato da anomalie diffuse, presumibilmente dovute a terreno grossolano (forse blocchi) immersi in matrice sabbiosa, che sembrano “adagiati” verso Est (terra) su una superficie fortemente riflettente (probabilmente



uno stacco litologico) inclinata verso mare, che si sviluppa tra le progressive 65 e 90 m. Altre superfici di riflessione, con lo stesso andamento, si osservano più in profondità, riconducibili sempre ad interfacce litologiche naturali, o superfici derivanti da riempimenti di riporto adagiati a mo' di drappeggio. La superficie con tali caratteri geometrici più profonda, visibile solo nel radargramma relativo alla scansione a bassa frequenza, si sviluppa tra le profondità di 4 e 8 m dal piano di scansione, nel settore orientale del radagramma.

RADARGRAMMA DA SCANSIONE CON ANTENNA DA 80 Mhz



RADARGRAMMA DA SCANSIONE CON ANTENNA DA 160 Mhz

