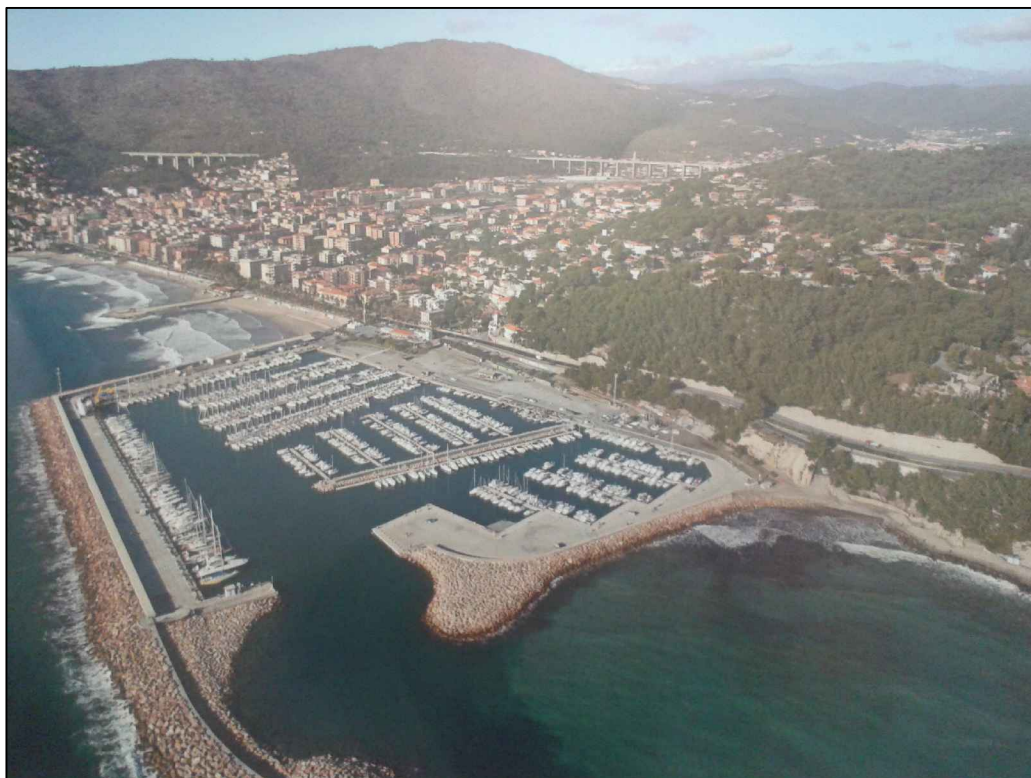


COMUNE DI ANDORA

PROVINCIA DI SAVONA



PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON
PROVVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 -
DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN
AGGIORNAMENTO AL PUC

oggetto Relazione Geologica Geotecnica e di sistemazione idraulica
del rio afferente ad impluvio soprastante il Porto di Andora

Scala

Data Marzo 2022

Progettisti Geologo Vittorio VEZZARO
Arch. Paolo Ghione Arch. Isabella Rabellino

revisioni

	data	note		
1	Marzo 2022			
2				
3				
4				
5				

Elaborato

4

PREMESSA.

La presente relazione, a corredo del PUO, è stata redatta per valutare la compatibilità delle opere a progetto con e la situazione geologica e geotecnica locale come previsto dalla vigente normativa nazionale e regionale.

In particolare è stata analizzata in dettaglio la verifica a liquefazione dei terreni sabbiosi ivi presenti potenzialmente liquefacibili secondo i criteri delle NTC 2018 paragrafo 7.11.3.4.2.

Al fine di eseguire la verifica a liquefazione si è proceduto all'esecuzione di un'apposita campagna geognostica il cui programma ed esito verrà dettagliato nel seguito.

In riferimento alla circolare regionale 77.341/8.706-2.034 del 30/07/1987 lo strumento urbanistico in questione viene classificato di tipo AP strumento urbanistico su terreni di pianura.

L'intervento in questione consiste in un PUO elaborato a modifica dello SUA approvato in data 16/03/2010 relativamente al porto di Andora distretto di trasformazione TR-CO2.

DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.

Il progetto comporterà una completa redistribuzione degli spazi e degli edifici dell'area portuale con demolizione di alcuni edifici esistenti, costruzione di un complesso di nuovi edifici a servizio del porto e nuova viabilità.

Gli interventi più rilevanti dal punto di vista geologico geotecnico sono:

- la realizzazione di un parcheggio per auto a cinque livelli di 30 metri di larghezza ed oltre 100 di lunghezza con un piano completamente interrato;
- la realizzazione di una nuova sede per la Capitaneria di Porto posizionata nell'angolo a nord ovest dell'area;
- la realizzazione di un nuovo capannone adibito a cantiere sul molo principale;
- vari nuovi edifici costituiti da solo piano terra destinati a scopi commerciali e/o tecnici;
- costruzione di apposti moli per travel-lift atto al sollevamento e messa a mare delle imbarcazioni;

Oltre alle opere sopra elencate ne sono previste altre di minima entità relative alla risistemazione della viabilità interna, di porzioni della scogliera e dei gavitelli.

Va inoltre menzionata la creazione di una pista ciclabile lunga circa 300 metri lungo il confine nord dell'area portuale, che consentirà ai pedoni di accedere direttamente alla spiaggia libera presente ad est senza entrare nel porto.

Per una descrizione più particolareggiata del PUO si rimanda agli elaborati tecnici.

INDAGINI GEOLOGICHE PREGRESSE.

1) Indagine geologica per il progetto preliminare di un nuovo depuratore a firma dello scrivente comprendente nell'ambito del presente PUO:

n° 2 sondaggi con prove SPT e prove di permeabilità Lefranc

2) Indagine geologica e geotecnica per il progetto definitivo del Piano Particolareggiato del Porto di Andora anno 2011 a firma geologi Santini e Canavero comprendente:

n° 5 sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT e prelievo di campioni con esecuzione di n° 5 curve granulometriche sui sedimenti

n° 2 prove geofisiche HVSR

n° 4 stese sismiche tomografiche onde P

n° 10 MASW per misurazione profili Vs

n° 4 stazioni di rilevamento geomeccanico classificazione di Bieniawski

Si evidenzia che l'indagine del 2011 è stata sviluppata per un progetto significativamente diverso dall'attuale e quindi in buona parte posizionate sulla zona al piede del pendio e sul pendio lato levante, zona che nel presente progetto non è interessata da interventi edificatori.

Si riporta di seguito dalla relazione del progetto 2011 l'individuazione delle indagini.

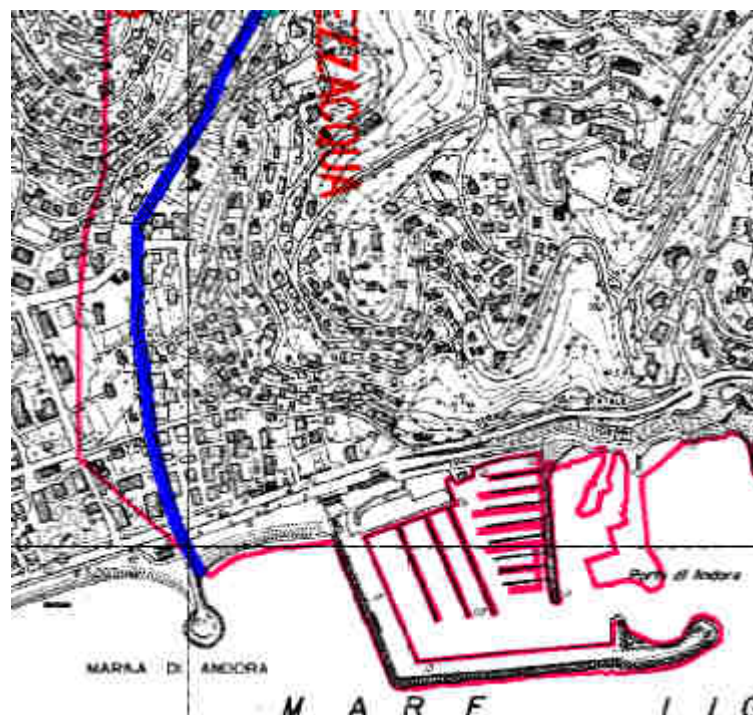
Nella carta di analisi è individuata la posizione di tutte le prospezioni eseguite ad oggi.

ANALISI DI COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON IL PIANO DI BACINO DELLA LIGIA.



stralcio carta suscettività al dissesto zona Pg0 + B2

Aree speciali di tipo B2 discariche dismesse e riporti antropici: normativa di piano art 16 bis (aree speciali) art. 5 e 6.

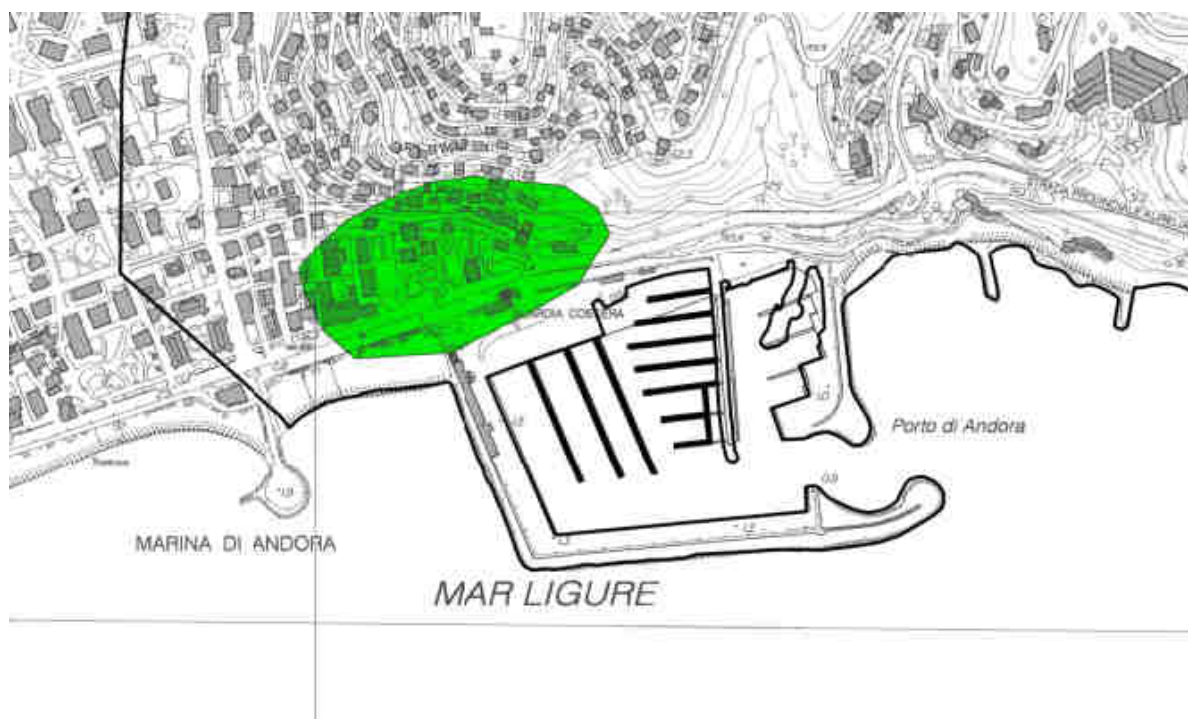


stralcio carta reticolo fluviale



 **Aree storicamente inondate (mappatura allegata alle DGR 2615/1998 e 594/2001)**

stralcio carta delle aree inondabili



carta fasce di inondabilità: in verde fascia C: art.15 comma 4

Si evidenzia che i fenomeni di allagamento dell'area hanno in generale interessato:

- la via Aurelia e la zona antistante il porto ma non la zona portuale oggetto dell'intervento e derivano dall'afflusso d'acqua proveniente dall'Aurelia stessa lungo Capo Mele dalla zona

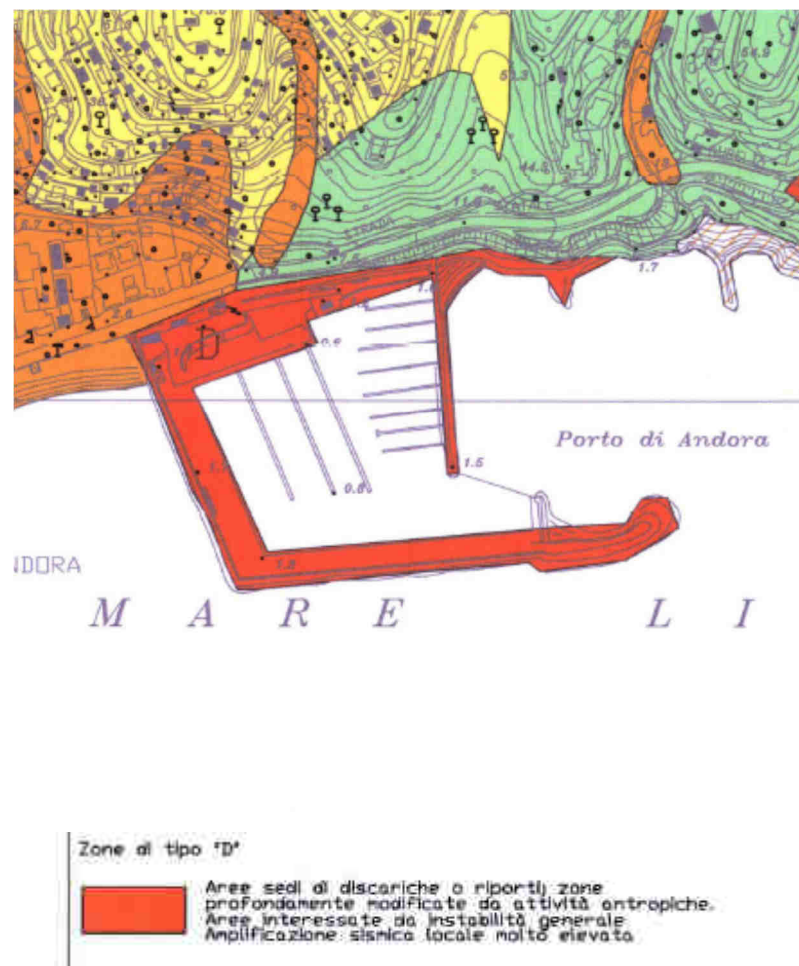
di strada delle Catene, tali afflussi sono stati molto ridotti da alcuni lavori di canalizzazione realizzati negli anni scorsi;

- la zona a monte dell'Aurelia ribassata rispetto alla strada statale è stata in passato interessata da ruscellamento proveniente dalla soprastante strada della Pineta, acque ora regimate mediante un cordolo che le porta verso tombinature esistenti del reticolo urbano.

A conferma di quanto indicato e dell'efficacia degli interventi attuati dall'Amministrazione comunale, si mette in evidenza che in concomitanza dell'evento alluvionale del novembre 2014 e successivi la zona del porto non è stata interessata da allagamenti degni di nota.

PUC VIGENTE COMUNE DI ANDORA

Nella carta G5a zonizzazione geologico-tecnica in prospettiva sismica del PUC del Comune di Andora la zona in esame è classificata in categoria D

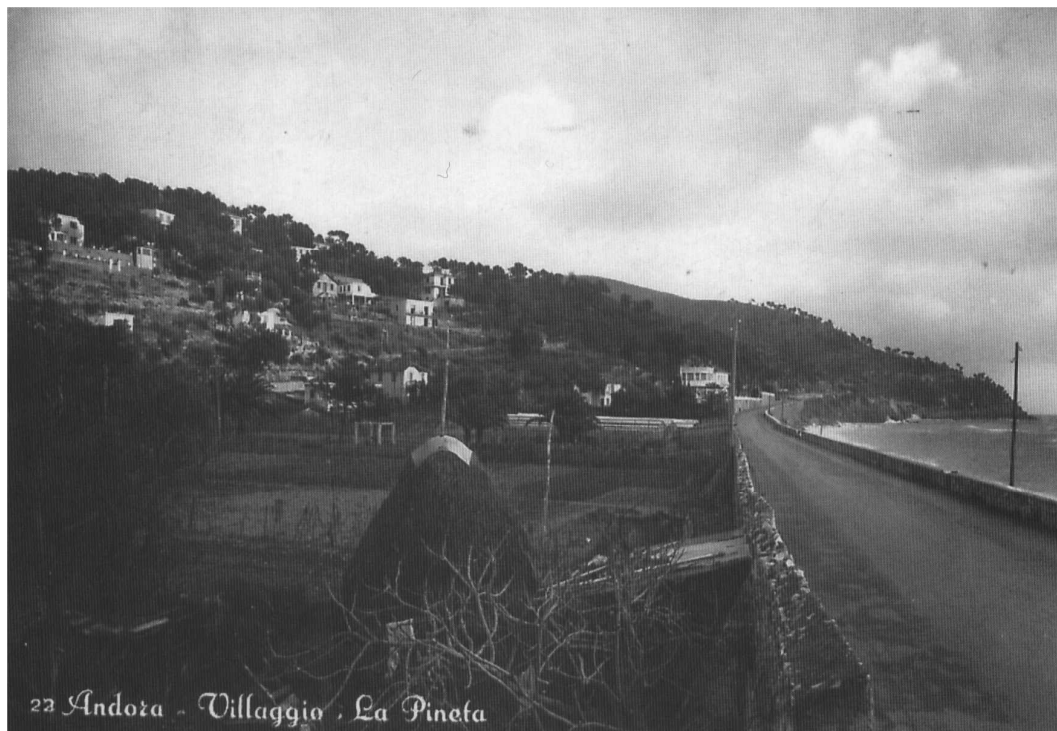


In relazione alla zonizzazione di PUC la specifica classificazione in area D risulta dalla presenza di estesi riporti e modificazioni antropiche.

Non risulta presenza di dissesti o instabilità nella zona di PUO

CONDIZIONI MORFOLOGICHE E GEOLOGICHE.

Il sito di interesse è ubicato alla base del promontorio di Capo Mele sul limite est della piana alluvionale costiera. In particolare si rileva che la zona a valle dell'Aurelia è costituita da terreni di riporto in quanto la linea costiera era situata in prossimità della base del muro della strada come risulta dalle foto di seguito riportate datate ai primi del 900”:



Vista dei terreni a monte dell'Aurelia

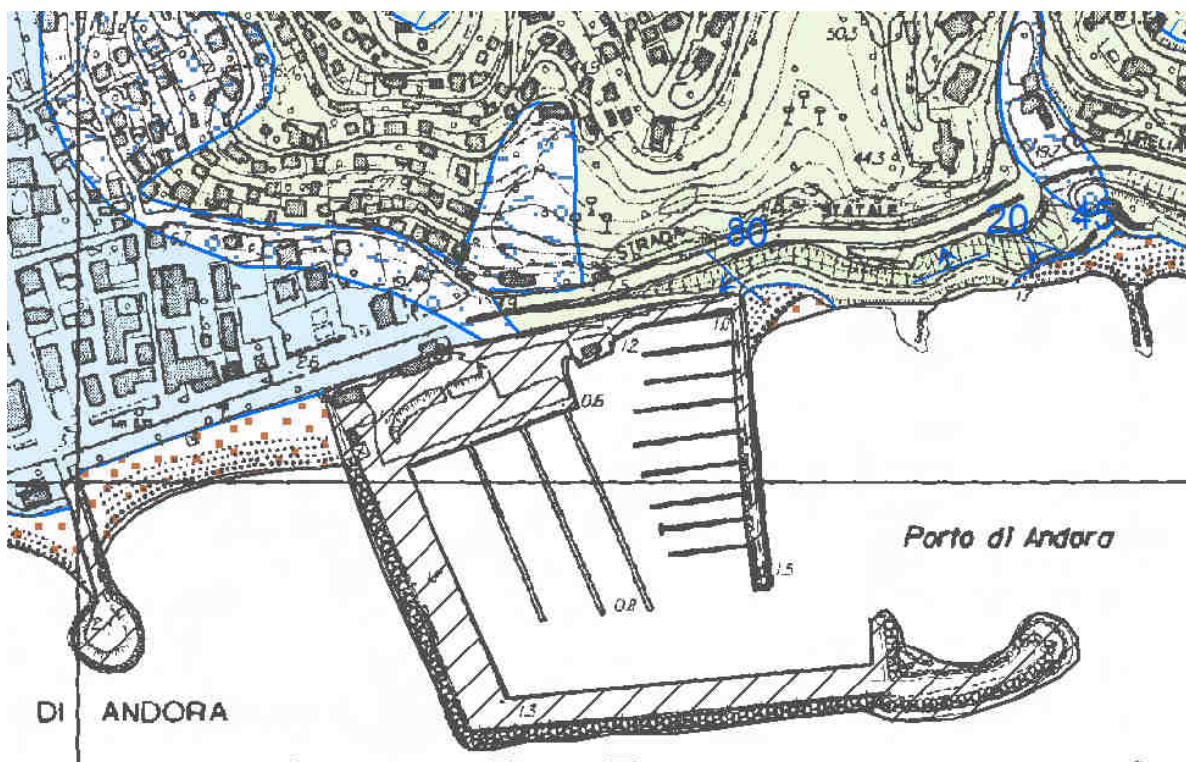


Lembo di spiaggia a valle dell'Aurelia



Terreni a valle dell'Aurelia visti da nord (anni 60")

La stessa zona fotografata nei primi anni '60 si nota l'esteso riempimento effettuato già prima della realizzazione del porto.



Stralcio Carta Geologica



b₂

Coltre eluvio colluviale

Coperture detritiche di spessore medio elevato dovute ad alterazione in situ e in seguito mobilizzate da processi di versante, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbioso-ghiaiosa con copertura pedogenetica, assai spesso rimaneggiata.

OLOCENE

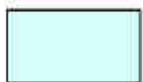


gn₁₋₂

Depositi marini terrazzati

Depositi sabbioso – ghiaiosi, talvolta ciottolosi di ambiente di transizione marino – continentale, sospesi rispetto alle piane attuali.

PLEISTOCENE?

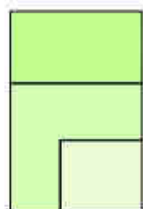


b

Depositi alluvionali

Depositi ciottolosi, ghiaiosi e/o sabbiosi, accumulati lungo le principali aste torrentizie, soggetti ad evoluzione per processi fluviali attuali.

OLOCENE



FSM₄

FSM₂

FSM₁

FLYSCH DI SAN REMO

Strati arenaceo-argillitico-marnosi, con rare intercalazioni di calcilutiti e rari strati marnoso-arenacei (FSM₄; Membro di “San Lorenzo” – Foglio 258-271 “San Remo”);

marne ed arenarie calcaree costituenti strati torbiditici, con spessori inferiori a quelli del membro basale sottostante (FSM₁); presenti inoltre livelli calcilutitici passanti a strati marnoso-arenacei e arenaceo-argillitici (FSM₂; Membro di “Villa Faraldi”);

marne e arenarie calcaree costituenti potenti strati torbiditici, organizzati in sequenze positive, con porzione sommitale calcilutitica; presenza di rari strati arenaceo-argillitici (FSM₁; Membro di “Capo Mele”).

FSM₄ è attribuito al **MAASTRICHTIANO SUP.** (Zona a *Micula murus*).

FSM₂ al **CAMPANIANO SUP.-MAASTRICHTIANO SUP.** (Zona a *Uniplanarius trifidus* – Zona a *Micula murus*)

FSM₁ al **CAMPANIANO SUP.-MAASTRICHTIANO INF.** (Zona a *Uniplanarius trifidus*)

Al di sotto dei depositi costieri sabbio-ghiaiosi il substrato dell'area è costituito dalla Formazione del Flysch di San Remo litofacies A (Capo Mele) caratterizzata da una netta prevalenza di marne ed arenarie calcaree intercalati strati calcilutitici e scarsi strati arenaceo-argillitici.

Relativamente all'ammasso roccioso, sulla base del rilevamento geologico del versante a monte si osserva la presenza di pieghe di dimensioni decametriche che interessano la stratificazione in corrispondenza della linea di costa.



foto 1



foto 2



foto 3



foto 4

IDROLOGIA.

I deflussi meteorici provenienti dal versante soprastante sono in gran parte intercettati dalla strada statale Aurelia.

All'interno dell'area confluisce, mediante tombinatura sottostante la SS1, un piccolo impluvio avente superficie sottesa di 0,09 kmq già nel SUA approvato veniva prevista la sistemazione mediante tombinatura di detto colatore.

E' inoltre presente uno scarico d'acqua dal parcheggio soprastante lato levante che verrà anch'esso sistemato mediante tombinatura (si rimanda ad apposita relazione idraulica).



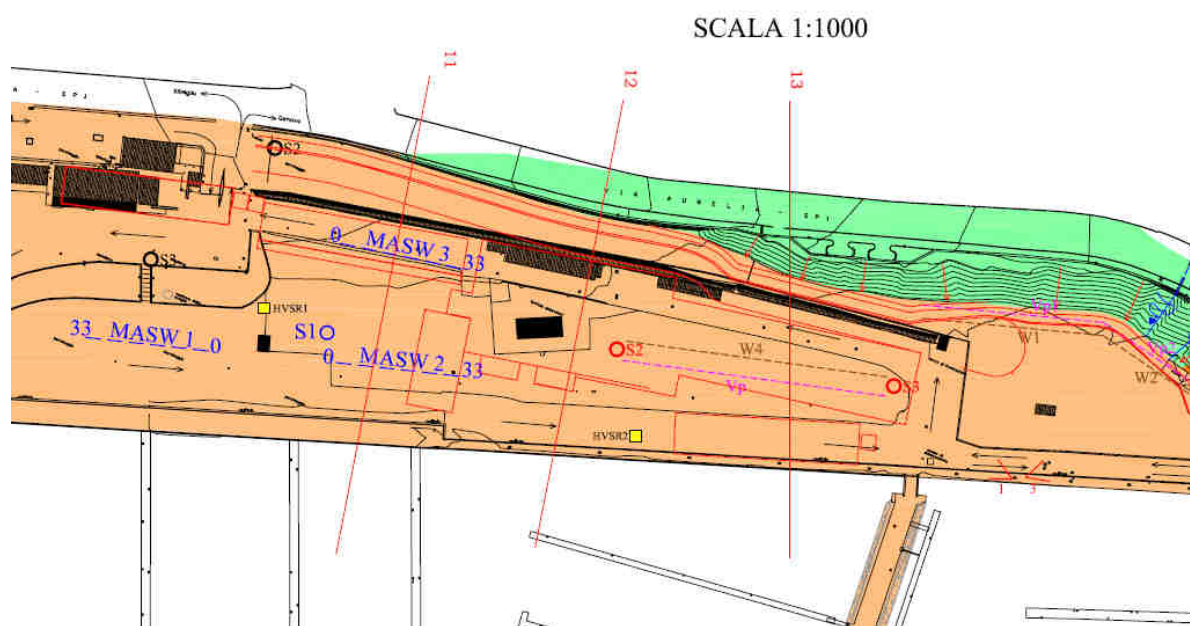
IDROGEOLOGIA E PROBLEMATICHE INERENTI AL PROGETTO

Di sicuro interesse è la realizzazione dell'autorimessa interrata, unica opera che prevede scavi di rilievo potenzialmente interferenti con la falda acquifera.

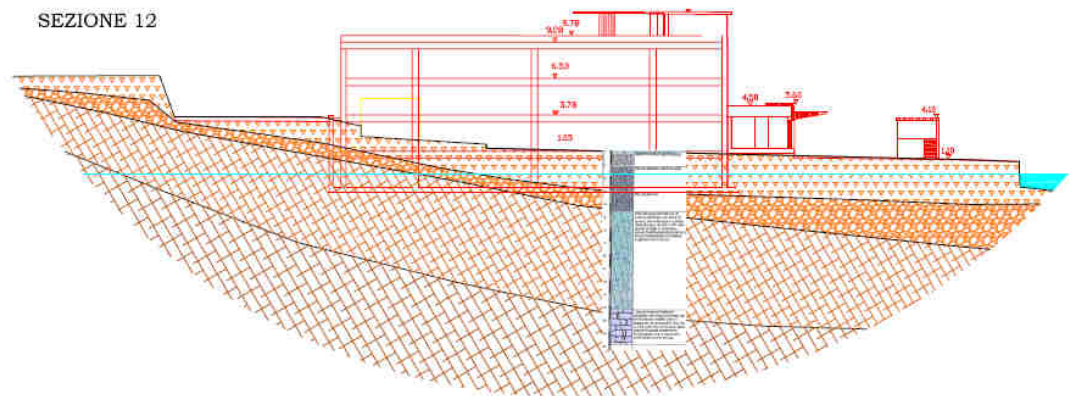
Va anzitutto ricordato che il sito di interesse è ubicato alla base del promontorio di Capo Mele sul limite est della piana alluvionale costiera e, come già accennato, tutta la zona a valle dell'Aurelia è costituita da terreni di riporto in quanto la linea costiera era in origine situata in prossimità della base del muro della strada (vedi foto sopra). Pertanto tutti gli orizzonti stratigrafici dell'area in oggetto sono sostanzialmente interessati da acqua marina e solo in minima parte da acque dolci provenienti da monte.

Pertanto, i sondaggi geognostici effettuati nell'area portuale ed in particolare nella zona dove sorgerà il parcheggio S2/2011 ed S3/2011 ed S1/2019, hanno confermato che nell'area specifica sono presenti in superficie riporti soprastanti alcuni metri di depositi sedimentari marini a loro volta soprastanti il substrato.

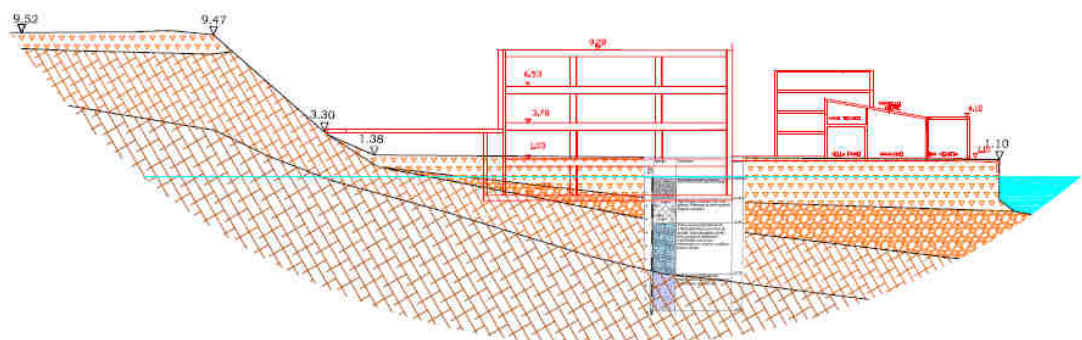
Le sezioni geologiche redatte sulla base dei sondaggi e delle altre indagini eseguite nell'area sono ben esplicative dei rapporti tra la stratigrafia e l'interferenza dell'opera interrata a progetto. Si riportano di seguito alcuni estratti della tavola 4.1 e tavola 4.2 allegata in calce alla relazione:



Stralcio tav. 4.1



SEZIONE 13



Le sezioni geologiche riportano il livello della falda acquifera coincidente con il livello medio marino poiché, trattandosi di un riempimento a mare, l'acquifero è rappresentato dalla saturazione dei riporti sotto il livello del mare mentre sono ininfluenti gli apporti da monte provenienti dal substrato.

Per tali ragioni, considerata la stratigrafia sopra, sono da escludere nella maniera più assoluta problematiche di effetto barriera su deflussi naturali sotterranei.

ANALISI DELLE RISULTANZE DEGLI ACCERTAMENTI GEOGNOSTICI ESEGUITI PER IL PROGETTO PRELIMINARE DEL DEPURATORE.

Sono stati eseguiti 3 sondaggi a carotaggio continuo di cui due S2 ed S3 nella zona del porto oggetto del presente PUO.

Il sondaggio S2 ha intercettato il substrato a 7 metri di profondità, terreno di riporto spessore 1,7 metri

Il sondaggio S3 ha intercettato il substrato a 10,80 m di profondità, terreno di riporto spessore 5 metri

Nel corso dei carotaggi sono state eseguite:

5 prove SPT nei terreni sedimentari e di riporto con i seguenti risultati

- S2 (sabbie e ghiaie con clasti grossolani) prof. 3 m N°colpi 37 -rif. (3 cm di avanzamento)
- S2 (sabbie e ghiaie con clasti grossolani) prof. 6 m N°colpi rif. (9 cm di avanzamento)
- S3 (riporti) prof. 3 m N°colpi 6-3-15 Nspt = 18
- S3 (sabbie fini) prof. 6 m N°colpi 4-3-2 Nspt = 5
- S3 (ghiaie sabbiose) prof. 9 m N°colpi 2-3-6 Nspt = 9

4 prove Lefranc di cui 3 a carico costante ed una a carico variabile per la determinazione della permeabilità dei terreni sedimentari attraversati con i seguenti risultati:

- S2 prof. da 4.50 a 5.5 m (sabbia e ghiaia limosa) $K = 8 \text{ E-}04 \text{ cm/s}$ (permeabilità scarsa)
- S2 prof. da 7.50 a 8.5 m (sabbia e ghiaia limosa) $K = 7 \text{ E-}04 \text{ cm/s}$ (permeabilità scarsa)
- S3 prof. da 3.00 a 4.0 m (materiale di riporto) $K = 1,7\text{E-}02 \text{ cm/s}$ (permeabilità buona)
- S3 prof. da 6.50 a 7.0 m (sabbia fine limosa) $K = 2 \text{ E-}04 \text{ cm/s}$ (permeabilità scarsa)

Dall'esame delle stratigrafie si evidenzia in particolare che lo spessore dei terreni di riporto a valle dell'Aurelia varia tra circa 2 e 4 m mentre i depositi marini costieri arrivano sino alla profondità di circa 11.

All'interno dei fori di sondaggio sono stati posti piezometri a tubo microfessurato che hanno consentito di accertare come il livello della falda acquifera si attesti alla quota del livello del mare.

ANALISI DELLE RISULTANZE DEGLI ACCERTAMENTI GEOGNOSTICI ESEGUITI PER IL PROGETTO DEFINITIVO 2011.

Analizzando le indagini eseguite nella zona della banchina lato di levante rileviamo spessori delle copertura tra 3,40 metri in S3 e 4,70 metri in S2 in tale settore pare pressochè indistinguibile il passaggio tra riporti e sedimenti autoctoni:

- S2 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -1.5 m N°colpi 8-9-11 Nspt = 20
- S2 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -3.0 m N°colpi 3-6-5 Nspt = 11
- S2 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -4.50 m N°colpi 3-1-4 Nspt = 5
- S3 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -1.5 m N°colpi 14-9-9 Nspt = 18
- S3 (riporti ghiaio sabbiosi) prof. -3.0 m N°colpi 4-3-5 Nspt = 8

I sondaggi S2, S1, S5 sono stati attrezzati con piezometro micro fessurato.

Le letture eseguite evidenziano che nel sondaggio S2 la quota della falda risulta posizionarsi al livello del mare ovvero a circa -1 m dal piano campagna.

Nei piezometri posti sul pendio a monte risulta presente un battente idrico che si attesta ad un livello compreso tra +3 e +4 metri rispetto al livello medio marino evidenziando quindi la presenza di una falda acquifera degradante verso il mare all'interno dell'ammasso roccioso sul versante soprastante il porto.

Le 5 analisi granulometriche eseguite sui sedimenti evidenziano una prevalenza di terreni con coefficiente di uniformità < 3.50 in presenza di un marcato contenuto in frazione sabbiosa.

La frazione limo-argillosa è compresa tra il 2,3% ed il 5,6%

La sovrapposizione delle curve granulometriche alle fasce critiche in relazione alla possibilità di liquefazione (curve NTC 14.01.2008 ora trasposte nelle NTC 2018) evidenzia che i fusi granulometrici ricadono tra il 65% ed il 100% all'interno della fascia critica.

Indagini geofisiche.

La prova HVSR1 evidenzia un chiaro picco alla frequenza di 8 Hz coerente con uno spessore della copertura attorno a 4-5 metri.

La prova HVSR 2 presenta una curva molto meno netta senza un preciso picco di amplificazione.

Le prove MASW 4A e 4B risultano a mio avviso avere curve di dispersione di dubbia interpretabilità.

Le velocità delle Vs dei sedimenti sono inferiori a 360 m/s con substrato situato a profondità inferiore a 30 m dal piano campagna nella zona della banchina portuale centro orientale lato monte parallela alla via Aurelia consentendo quindi di classificare in prima istanza tale area come sito in categoria stratigrafica E.

In allegato sono riportati i rapporti dei sondaggi e delle altre prove eseguite.

NUOVA CAMPAGNA GEOGNOSTICA.

La nuova campagna di indagini è nata dalla esigenza di verificare il coefficiente di sicurezza a liquefazione delle sabbie su cui insistono i riporti con cui è stato realizzato il porto in osservanza di quanto specificato dalle NTC:

7.11.3.4.3 Metodi di analisi

Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili. Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio.

La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.

Si è programmata una nuova campagna di indagini geognostiche mediante una serie di 4 sondaggi posizionati nella parte occidentale dell'area portuale, in punti ritenuti significativi rispetto alle previsioni delle opere a progetto. Il sondaggio S4 è stato eseguito a bordo banchina in corrispondenza di dove dovrebbe essere costruito uno dei moletti per il travel-lift, in ragione della particolare installazione della macchina di perforazione non è stato possibile eseguire prove SPT in tale foro.

Le profondità investigate hanno consentito di campionare integralmente i depositi sabbiosi sciolti arrivando al substrato roccioso o a depositi argillosi e/o ruditici pre olocenici.

Alle profondità di interesse (intervallo 0 – 15 metri) sono stati prelevati campioni idonei per la determinazione delle proprietà indice e delle granulometrie, programmando su un campione particolarmente rappresentativo l'esecuzione di un set di 4 prove triassiali cicliche (TXC) in controllo di carico secondo ASTM D 5311-11.

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti dalla ditta M3D di Genova

Le prove di laboratorio sono state eseguite da laboratorio geotecnico RINA di Genova.

Sono state poi eseguite a cura dello scrivente n° 4 stese MASW atte a determinare i profili di Vs nell'area investigata con i sondaggi.

La posizione delle nuove indagini è riportata nella carta di analisi

Il rapporto sui sondaggi e sulle prove di laboratorio è stato fornito dalla M3D ed è allegato alla presente relazione

Il rapporto con l'interpretazione delle stese MASW è riportato in allegato alla presente relazione

ANALISI DEI RISULTATI DEI SONDAGGI.

I 4 sondaggi hanno consentito di investigare integralmente i depositi sabbiosi sciolti sottostanti la colmata portuale arrivando al substrato roccioso o a depositi argillosi e/o ruditici pre-olocenici.

La potenza della colmata a mare è mediamente di 5 metri, al di sotto sono presenti sabbie limose (frazione limosa particolarmente evidente in S2) con passate ghiaiose il cui spessore varia dai 2,5 metri del sondaggio S1 a 10,4 m in S2, 10,70 m in S3, e 13.50 metri in S4.

In base ai valori di N_{spt} è possibile stimare una densità relativa delle sabbie compresa tra 40% e 70%



Committente: COMUNE DI ANDORA
Sondaggio: S3 - Cassetta: n°2
Prof. da 5.00 m. a 10.00 m. →

Sabbie sondaggio S2

Sotto le sabbie, sul lato verso il versante di Capo Mele, si rileva direttamente il substrato del Flysh mentre verso la piana in S2 si individuano depositi compatti limo-argillosi



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: S2 - Cassetta: n°4
 Prof. da 15.00 m. a 20.00 m. →

Nei sondaggi a mare, al di sotto delle sabbie, si individuano depositi compatti limo-argillosi passanti verso il basso a limi argillosi frammisti a materiale lapideo grossolano



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: S3 - Cassetta: n°4
 Prof. da 15.00 m. a 20.00 m. →

Nella tabella di seguito allegata è riportato per ogni sondaggio lo schema con le prove di laboratorio, gli esiti delle prove, proprietà indice, granulometrie, valori delle N_{spt} .

Dal valore di N_{spt} è stata effettuata un calcolo del valore densità relativa delle sabbie da che è risulta compresa tra un valore minimo di 40% e oltre 60%

L'analisi di forma e dimensioni delle ghiaie e sabbie dei campioni effettuate dal laboratorio ha evidenziato che i grani risultano di forma angolare, duri e resistenti.

ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE GEOFISICHE MASW E DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO.

Le stese masw 1 e masw 2 sono state correlate con il sondaggio S1 mentre la masw 4 è stata correlata con i sondaggi S3 ed S4. La posizione del substrato (orizzonte con $V_s > 800\text{m/s}$) risultata dalla diverse prove masw, considerati i limiti del metodo geofisico e la diversa posizione delle indagini, ben si relaziona con quanto evidenziato dalle stratigrafie:

1. S1 individua il substrato a poco più di 7 metri di profondità dal piano campagna e le masw posizionano un sismostrato con $V_s > 800\text{m/s}$ a poco meno di 7 metri nella 1° masw e poco meno di 6 metri nella 2° masw;
2. S3 ed S4 si approfondiscono rispettivamente di 22,4 metri e 29 metri dal piano di campagna (superficie del molo) senza individuare un orizzonte stratigrafico di roccia massiva ma solo un livello di transizione associabile eventualmente a cappellaccio di alterazione e/o depositi di pezzatura fortemente variabile in matrice sabbio-limoso;
3. la masw 3 individua un orizzonte con $V_s > 800\text{m/s}$ a poco più di 4 metri dal piano di campagna. Tale discontinuità è sempre correlabile ad S1 se si considerata che la posizione della stesa si trova a circa 20 metri più a monte del sondaggio stesso.

Dai modelli proposti si elaborano le seguenti $V_{\text{EQUIVALENTE}}$:

- 1° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}} = 282\text{m/s}$;
- 2° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}} = 211\text{m/s}$;
- 3° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}} = 289\text{m/s}$;
- 4° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}} = 327\text{m/s}$;

La velocità della V_s equivalente risulta sempre nell'intervallo compreso tra 180 e 360 m/s ascrivibile quindi alla categoria di sottosuolo C. L'individuazione, nella parte a terra, del

substrato con $V_s > 800 \text{ m/s}$ a profondità inferiore a 30 metri porta tale porzione d'area a ricadere in categoria di sottosuolo E.

E' possibile quindi suddividere l'area in due porzioni a cui associare diversa categoria di suolo. Per tutte le aree della banchina ad esclusione del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

Per le aree del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

1° Riporto

Questo livello è generalmente caratterizzato da ghiaia e sabbia eterometrica a matrice debolmente limosa. Lo spessore si aggira mediamente intorno a 5 metri.

Peso di volume naturale (1.80 ton/m^3)

In base al valore di V_s è possibile stimare il peso di volume saturo. Tra i vari autori si riporta di seguito la correlazione proposta da Keceli (2012):

$$\gamma = 4,3 \cdot V_s^{0,25}$$

Imponendo il valore mediano di 200m/s riscontrato dalle prove masw si ricava un $\gamma = 16,17 \text{ KN/m}^3$ ovvero circa 1650 kg/m^3 cautelativamente portati a 1800 Kg/m^3 .

Angolo di attrito interno (29°)

Per questo orizzonte stratigrafico si è fatto riferimento alle prove SPT dei sondaggi S1 ed S3 della nuova campagna di indagini e del sondaggio S3 della vecchia campagna di indagini, riferite a profondità comprese tra -1,5 metri e -6 metri dal piano campagna:

S1 (nuovo): -1,5m (1/2/5); -3m (1/4/7); -4,5m (3/4/9);

S3 (nuovo): -6m (3/4/8)

S3 (vecchio): -3m (6/3/15)

Dalla prova S.P.T. è possibile stimare il valore dell'angolo di attrito utilizzando diverse formulazioni empiriche. In allegato si riportano i valori desunti dalle formule più diffuse in ambito geotecnico. I valori calcolati empiricamente sono stati quindi utilizzati per calcolare il valore caratteristico mediante un semplice foglio di calcolo:

Valori caratteristici angolo di attrito interno drenato primo strato					
S1 Nuovo (-1,5m)	S1 Nuovo (-3m)	S1 Nuovo (-4,5m)	S3 Vecchio (-3m)	S3 Nuovo (-6m)	
24,59	27,52	28,74	30,3	28,3	
28,84	30,14	30,78	31,7	30,6	
25,77	27,73	28,39	29,3	28,1	
26,07	29,46	30,87	32,7	30,4	
29,72	30,93	31,53	32,4	31,3	
28,92	30,13	30,73	31,6	30,5	
26,97	29,00	29,93	31,2	29,6	
29,71	32,69	33,93	35,5	33,5	
28,92	30,18	30,79	31,7	30,6	
39,50	39,50	39,50	42	42	
media	31,09				
deviazione standard	3,77				
CV	0,1211				
Fi_k	29,2				

Coesione drenata (0,0Kg/cm²)

Cautelativamente la coesione drenata è stata considerata nulla.

1° Sabbie e ghiaie

Questo livello è caratterizzato da sedimenti marini di natura granulare eterometrica da sabbia grossolana a ghiaia sabbiosa . Lo spessore è molto variabile da soli 2,5 metri ad oltre 15 metri procedendo verso il mare aperto .

Peso di volume naturale (1.85 ton/m³)

Anche in questo caso si è fatto riferimento al valore di Vs ed alla correlazione proposta da Keceli (2012):

$$\gamma = 4,3 \cdot V_s^{0,25}$$

Imponendo il valore massimo riscontrato dalle prove masw pari a 230m/s si ricava un $\gamma = 16,75 \text{ KN/m}^3$ ovvero circa 1710 kg/m^3 cautelativamente portati a 1850 Kg/m^3 .

Angolo di attrito interno (29,5°)

Anche per questo orizzonte stratigrafico si è fatto riferimento alle prove SPT dei sondaggi a disposizione: S1, S2 ed S3 della nuova campagna di indagini e il sondaggio S3 della vecchia campagna di indagini. In questo caso si è fatto riferimento a profondità comprese tra -3 metri e -9 metri dal piano campagna:

S1 (nuovo): -6m (4/3/8);

S2 (nuovo): -6m(8/12/13); -8,5 (11/8/10);

S3 (nuovo): -9m (2/6/9);

S3 (vecchio): -6m (6/3/15); -9 (2/3/6);

Dopo avere estrapolato il valore dell'angolo di attrito utilizzando le sopracitate formulazioni empiriche, è stato calcolato il valore caratteristico mediante un semplice foglio di calcolo:

Valori caratteristici angolo di attrito interno drenato secondo strato						
S1 Nuovo (-6m)	S2 Nuovo (-6m)	S2 Nuovo (-8,5m)	S3 Vecchio (-6m)	S3 Vecchio (-9m)	S3 Nuovo (-9m)	
27,80	32,20	30,70	23,6	26,6	30	
30,30	32,90	32,00	28,5	29,7	31,5	
27,80	30,00	29,20	24,8	27	28,9	
29,70	34,90	33,20	24,9	28,4	32,3	
31,00	33,50	32,60	29,4	30,5	32,2	
30,20	32,70	31,80	28,6	29,7	31,4	
29,20	32,60	31,50	26,4	28,3	30,9	
32,90	37,40	35,90	28,7	31,8	35,2	
30,30	32,80	31,90	28,6	29,8	31,5	
37,30	39,50	39,50	39,5	39,5	39,5	
media	31,35					
deviazione standard	3,68					
CV	0,1173					
Fi_k	29,5					

Coesione drenata (0,0Kg/cm²)

Cautelativamente la coesione drenata è stata considerata nulla.

PARAMETRI SISMICI.

Sulla base della categoria di suolo e topografica si ricaveranno i parametri sismici secondo le NTC 2018.

Trattandosi di area pianeggiante la zona rientra nella categoria topografica T1 (aree con pendenza inferiore a 15°).

In allegato si riportano i parametri sismici calcolati mediante il foglio di calcolo ministeriale SPETTRI - NTC ver. 1.0.3:

- categoria di sottosuolo E, categoria topografica T1.
- categoria di sottosuolo C, categoria topografica T1.

SISMICITA' DELL'AREA.

Il Comune di Andora era classificato al 2016 in zona 3S secondo la D.G.R. N°1362 del 19/11/2010.

Successivamente con l'entrata in vigore della D.G.R. N° 216 del 17/03/2017 – “aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria”, l'intero territorio del comune di Andora è risultato ricadere nella **Zona 2** ricadendo quindi tra i Comuni soggetti ad autorizzazione sismica preventiva ai sensi dell'art. 94 D.P.R.380/2001 e s.m.i

RISULTANZE STORICHE SU PROCESSI DI LIQUEFAZIONE NELL'AREA.

Come noto l'evento sismico più rilevante che ha interessato l'area è il terremoto del 1897 cui è stata attribuita una magnitudo attorno a 6.3; per tale evento esistono importanti fonti bibliografiche.

I riscontri degli eventi di liquefazione sui terremoti storici sono stati catalogati da ISMES – Galli e Meloni “Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia”. In base alla consultazione del catalogo risultano riscontri di fenomeni di liquefazione per codesto evento sismico riferite ai comuni di Albenga, Ceriale, Vado Ligure. Nulla risulta riguardante il comune di Andora.

Rif	Parametri epicentrali degli eventi sismici						Parametri dei siti con segnalazioni di indizi di liquefazione							
	Data	Lat	Lon	Io	M	ZONA	SITO	Lat	Lon	d km	Is	Lito	F	Tipo
182	1887.02.23	43 52	08 07	9,0		Riviera di Ponente	Albenga	44 03	8 13	22	6,5			A4
183	1887.02.23	43 52	08 07	9,0		Riviera di Ponente	Ceriale	44 06	8 14	28	7,0	All Oloc	A1	A4-5
184	1887.02.23	43 52	08 07	9,0		Riviera di Ponente	Vado Ligure	44 16	8 27	52	6,0	All Oloc	A1	A4-5 B

Tipo, tipologia delle manifestazioni riportate:

A: aperture del terreno e fenomeni connessi;

A1 - formazioni di aperture nel terreno (fessure, fori, buche, ecc) in siti con caratteri particolarmente adatti alle liquefazioni (zone paludose, rive di laghi, spiagge, piane fluviali, delta, ecc);

A2 - fuoriuscita di acqua;

A3 - fuoriuscita di fango e/o sabbia e/o ghiaia;

A4 - fuoriuscita di acqua mista a fango e/o sabbia e/o ghiaia;

A5 - formazione di vulcanelli di sabbia (fontane di sabbia);

B: formazione di avvallamenti o sprofondamenti del terreno interessanti aree pianeggianti generalmente di limitate estensioni;

C: cedimenti, quasi sempre accompagnati da perdita di verticalità, di strutture edilizie fondate su depositi sabbiosi;

VERIFICA DI SUSCETTIVITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI SABBIOSI.

In letteratura esistono numerosi metodi per valutare la possibile liquefazione dei terreni; i metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione:

$$FI = CRR/CSR$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

Se il fattore è $FI > 1.25$ la liquefazione è da escludere; se è $FI < 1.25$ è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione. I metodi semplificati differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione; il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT oppure utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs.

SEMINARIO – "TERREMOTO: dalla conoscenza del fenomeno alla riduzione del rischio"
Stima del rischio di liquefazione – Johann Facciorusso
Bologna, 5 novembre 2018

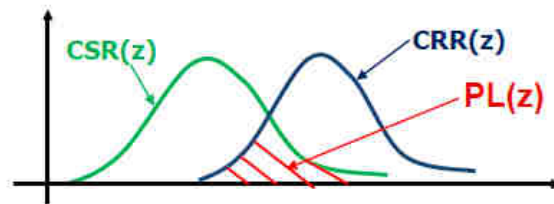
I metodi semplificati consistono in:

- ⇒ **fase 1:** valutazione dello sforzo indotto dall'azione sismica di riferimento tramite **correlazioni empiriche** o analisi della RSL (**rapporto di sforzo ciclico, CSR**)
- ⇒ **fase 2:** valutazione della resistenza alla liquefazione tramite **correlazioni (abachi o formule)** a partire da indici misurati in sito da cui dipende la resistenza (**resistenza, R**) oppure mediante **curve sperimentali ottenute da prove di laboratorio (rapporto di resistenza ciclica CRR)**
- ⇒ **fase 3:** calcolo di FSL o P_L alle profondità per cui risulta **FSL > 1 (CSR > CRR) o $P_L > 0$** il terreno è considerato **liquefacibile**
- ⇒ **fase 4:** calcolo degli indici di severità di liquefazione, LPI, LPbl, LSI, LSpl

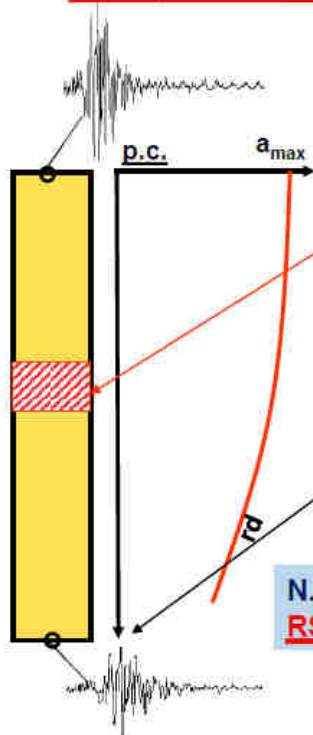
I metodi **deterministici** consentono di esprimere il rischio di liquefazione in termini di **fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione, FSL**:



I metodi **probabilistici** esprimono invece il rischio di liquefazione in termini di **probabilità di inizio liquefazione, P_L** :



Fase 1) Calcolo di CSR



L'espressione più diffusa per CSR è la seguente (Seed & Idriss, 1971):

$$CSR = \left(\frac{\tau_{eq}}{\sigma'_{v0}} \right) = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot \overbrace{r_d}^{f(z)}$$

a_{max} = accelerazione max in superficie

σ_{v0} = tensione litostatica verticale totale

σ'_{v0} = tensione litostatica verticale efficace

r_d = fattore di profondità

$0 < z < z_{cr} = 15 \div 20 \text{ m}$ = profondità critica entro cui gli effetti della liquefazione in superficie sono ritenuti significativi

N.B. Per determinare $\tau_{eq}(z)$ si può anche ricorrere all'analisi RSL condotta secondo l'approccio numerico

17

Le relazioni per la valutazione di CSR sono state dedotte su base empirica, dalle osservazioni del comportamento di depositi naturali durante eventi sismici con magnitudo di momento M pari a 7.5. Di conseguenza, laddove il terremoto atteso nell'area sia caratterizzato da una magnitudo diversa è necessario rivalutare la sollecitazione sismica introducendo il coeff. correttivo M_{sf} di cui sopra.

MAGNITUDO di riferimento per le verifiche a liquefazione.

Per le verifiche a liquefazione del sito è innanzitutto necessario definire la Magnitudo del momento sismico (M_w) di riferimento parametro che consente di determinare il coefficiente correttivo M_{sf} correttivo del valore del CSR (rapporto di tensione ciclica Cyclic Strass Ratio) riferito al terremoto di magnitudo 7.50.

Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)	Ambraseys N. N. (1988)	NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)
5.5	1.43	2.86	2.21
6.0	1.32	2.20	1.77
6.5	1.19	1.69	1.44
7.0	1.08	1.30	1.19
7.5	1.00	1.00	1.00
8.0	0.94	0.67	0.84
8.5	0.89	0.44	0.73

Un utile riferimento in materia sono le “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) anno 2017; Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)” appendice A – metodologie impiegate per il calcolo della M_w per la valutazione della suscettività a liquefazione.

In linea generale due metodi correnti sono:

1. tramite le zone sismogenetiche ZS9, che indicano una magnitudo massima per ogni zona;
2. tramite la mappa interattiva di pericolosità sismica dell'INGV (indirizzo esse1-gis.mi.ingv.it), in cui è possibile calcolare il terremoto di scenario basandosi sul concetto di disaggregazione della pericolosità sismica in cui si sommano i contributi dovuti alle singole coppie magnitudo-distanza degli epicentri ricadenti all'interno dell'area di riferimento (50 km).

Il primo metodo non considera il tempo di ritorno come da normativa pertanto risulta fortemente gravoso ed alcuni autori ritengono di doversi applicare detto metodo per le opere importanti.

Il secondo metodo è sicuramente meno oneroso e in linea generale può essere utilizzato per le opere di ordinaria importanza, alcuni autori indicano eventualmente di utilizzare cautelativamente invece che il valore medio della magnitudo il valore della magnitudo che comprende il 90% del contributo alla pericolosità.

Di seguito si riportano i valori di M_w ottenuti per ognuno dei metodi applicati:

1. $M_w = 6,37$ Zona sismogenetica 910
2. metodo della disaggregazione $M_{media} = 5,12$ - $M_{90\%} = 6.00$

con distanza epicentrale di 9.60 km per evento con probabilità di superamento del 10% (tempo di ritorno 475 anni corrispondente al SLV riferito ad un'opera di ordinaria importanza, vedi allegato).

Tutto ciò premesso si è ritenuto nello specifico carico di eseguire le verifiche utilizzando una magnitudo di riferimento $M_w = 6.0$

Stima di a_{max}

Il picco di accelerazione massima atteso in superficie per l'evento sismico atteso si ottiene dalla pericolosità sismica di base quantificando gli effetti amplificativi del deposito.

La pericolosità sismica di base fornisce il valore della accelerazione orizzontale massima a_g attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale.

Il valore di a_g è corretta mediante il valore della amplificazione stratigrafica S_s e per quanto riguarda la topografia mediante il valore della amplificazione topografica S_t .

L'evento sismico atteso di progetto è legato all'importanza ed alla classe d'uso della struttura, corrispondente nelle strutture ordinarie allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita "SLV" periodo di ritorno di 475 anni

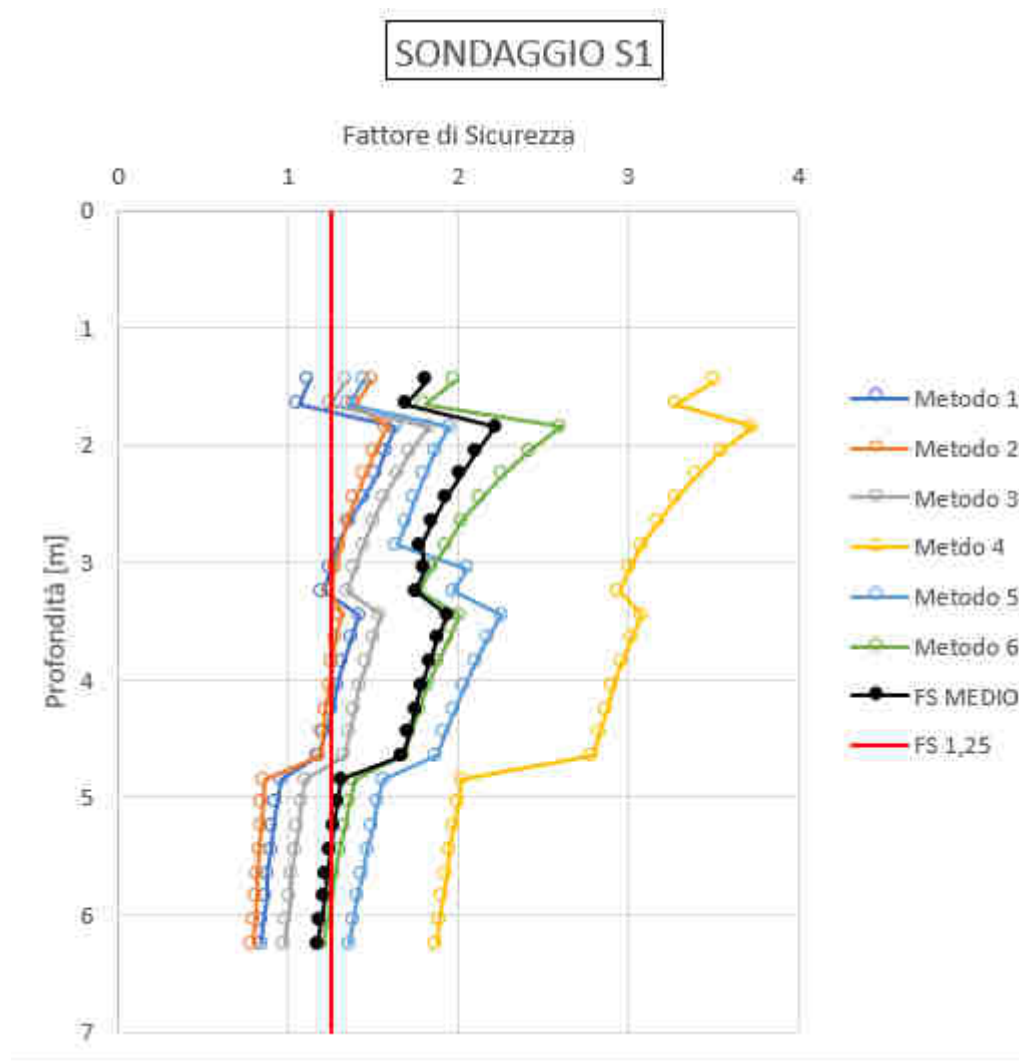
$$a_{max} = a_g * S_s * S_t$$

Il calcolo della accelerazione di riferimento è stato effettuato mediante il foglio di calcolo ministeriale SPETTRI - NTC ver. 1.0.3.

VERIFICHE A LIQUEFAZIONE CON METODI SEMPLIFICATI DA ESITO PROVE STP ESEGUITE NEI SONDAGGI S1 – S2 – S3.

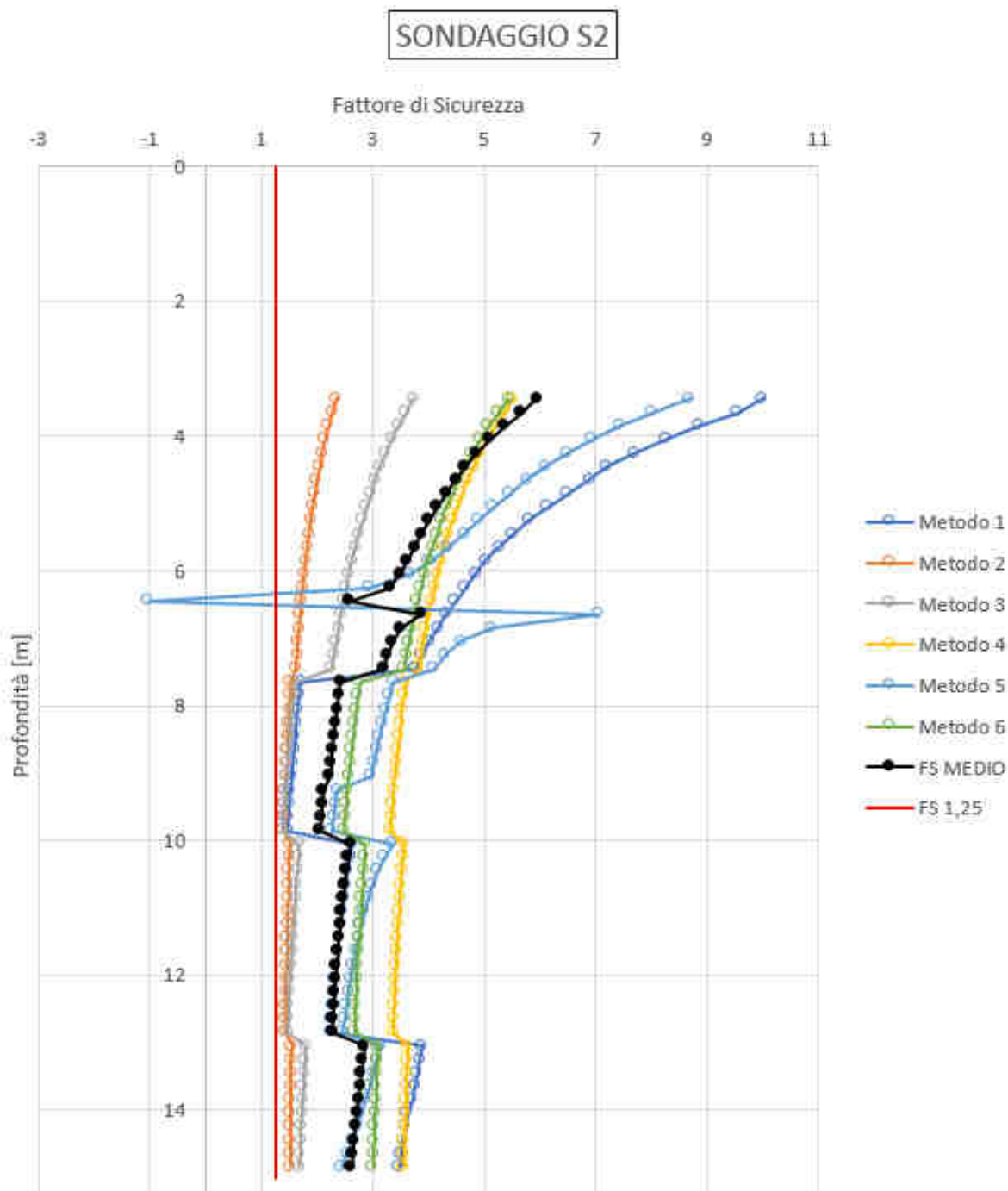
Le verifiche sono state eseguite con il programma di calcolo LIQUITER della Geostru utilizzando una serie di metodologie di calcolo di uso corrente, nell' allegato sono descritte le metodologie e riportati i dettagliati esiti delle verifiche.

Di seguito si riportano i grafici in termini di profondità - coefficiente di sicurezza per le tre verticali indagate ricavato secondo le varie metodologie ed espresso anche come valore medio degli Fs.



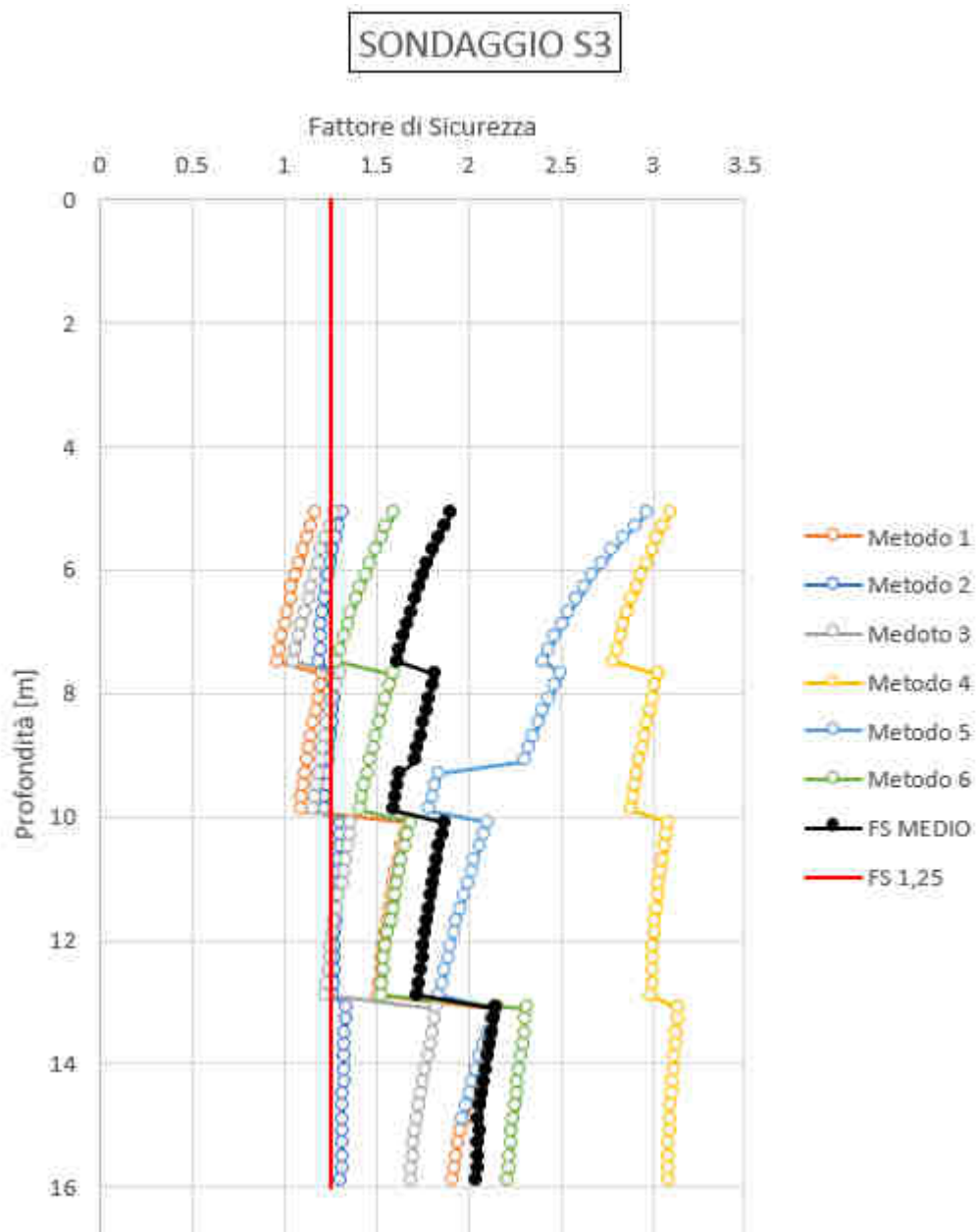
Indice potenziale liquefazione per i vari metodi:

1. IPL (Iwasaki)=1.23 Zcrit=20 m Rischio=Basso
2. IPL (Iwasaki)=2.01 Zcrit=20 m Rischio=Basso
3. IPL (Iwasaki)=29.38 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto
4. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
5. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
6. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso



Indice potenziale liquefazione per i vari metodi:

1. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
2. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
3. IPL (Iwasaki)=38.74 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto
4. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
5. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso
6. IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso



Indice potenziale liquefazione per i vari metodi:

1. IPL (Iwasaki)=0.08 Z_{crit} =20 m Rischio=Basso
2. IPL (Iwasaki)=0 Z_{crit} =20 m Rischio=Molto basso
3. IPL (Iwasaki)=57.9 Z_{crit} =20 m Rischio=Molto alto
4. IPL (Iwasaki)=0 Z_{crit} =20 m Rischio=Molto basso
5. IPL (Iwasaki)=0 Z_{crit} =20 m Rischio=Molto basso
6. IPL (Iwasaki)=0 Z_{crit} =20 m Rischio=Molto basso

VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA A LIQUEFAZIONE DA PROVE TRIASSIALI CICLICHE IN CONTROLLO DI CARICO SECONDO ASTM 5311-11.

Si tratta di una prova di laboratorio distruttiva da eseguire su almeno 3 provini sottoposti a diverso fattore di sforzo SR, applicato a frequenza costante compresa tra $0.10 < \text{Hz} < 2$ con forma d'onda del carico di tipo sinusoidale.

Il carico sismico è definito attraverso l'ampiezza dello sforzo τ_{cyc} , e il numero di cicli equivalenti N_{eq} .

La serie di cicli di sforzo di uguale ampiezza applicata al provino è assunta come equivalente alla storia temporale effettiva degli sforzi di taglio indotti dal sisma e riproduce l'incremento di pressione interstiziale che può causare la liquefazione del terreno.

Ad una data profondità la tensione di taglio massima generata dal moto sismico è data dall'espressione:

$$\tau_{\text{max}} = (a_{\text{max}} / g) * \delta_{\text{vo}} * r_d$$

r_d = fattore correttivo funzione della profondità

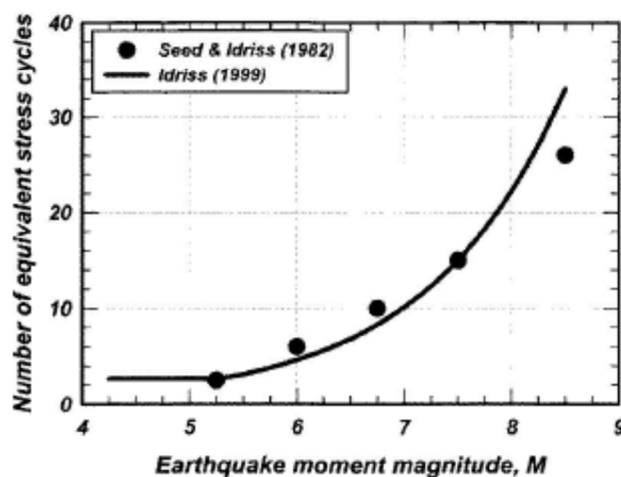
mentre τ_{cyc} viene generalmente assunto uguale al 65% del picco della storia temporale delle tensioni indotte τ_{max}

$$\tau_{\text{cicl}} = 0.65 * \tau_{\text{max}}$$

N_{eq} è legato alla durata dell'evento, quindi alla magnitudo, attraverso correlazioni empiriche (Seed & Idriss).

M	N_{eq}
8 1/2	26
7 1/2	15
6 3/4	10
6	5-6
5 1/4	2-3

Seed & Idriss, 1982



La τ_{cicl} normalizzata rispetto alla tensione efficace δ_{vo}^I è il rapporto di sforzo di taglio ciclico equivalente CSR

$$\text{CSR} = \tau_{\text{cicl}} / \delta_{\text{vo}}^I = 0.65 * (a_{\text{max}} / g) * (\delta_{\text{vo}} / \delta_{\text{vo}}^I) * r_d$$

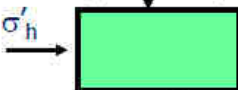
La prova viene eseguita a carico controllato con carico ciclico applicato longitudinalmente. Viene determinato per ogni provino il numero di cicli per cui lo stesso arriva a liquefazione in rapporto allo sforzo applicato che è rappresentato dalla tensione di taglio ciclica. Quindi la CSR corrisponde alla resistenza CRR in funzione del numero di cicli che portano il terreno a liquefazione

CRR da prove di laboratorio: curve di resistenza a liquefazione

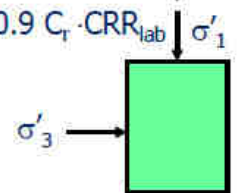
CRR può essere determinato con prove dinamiche e cicliche di laboratorio che portano il terreno a rottura. In tal caso viene espresso in funzione del numero di cicli di carico N che portano il terreno a liquefazione ($r_u = \Delta u / \sigma'_0 = 1$ oppure $\varepsilon = 5\%$, $\gamma = 7.5\%$), mediante relazioni del tipo:

$$\text{CRR} = \frac{\tau_d}{\sigma'_0} = a \cdot N^b \quad \text{essendo } a \text{ e } b (<0) \text{ costanti caratteristiche del materiale}$$

➤ da prove di taglio semplice ciclico

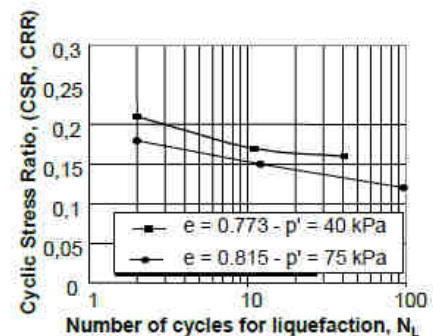
$$\text{CRR}_{\text{sito}} = 0.9 (\tau / \sigma'_v) = 0.9 \cdot \text{CRR}_{\text{lab}}$$


➤ CRR da prove triassiali cicliche

$$\text{CRR}_{\text{sito}} = 0.9 C_r (\sigma'_d / 2\sigma'_3) = 0.9 C_r \cdot \text{CRR}_{\text{lab}}$$


C_r = fattore di correzione

- per $K_0 = 0.4$ $C_r = 0.57$
- per $K_0 = 1$ $C_r = 1$



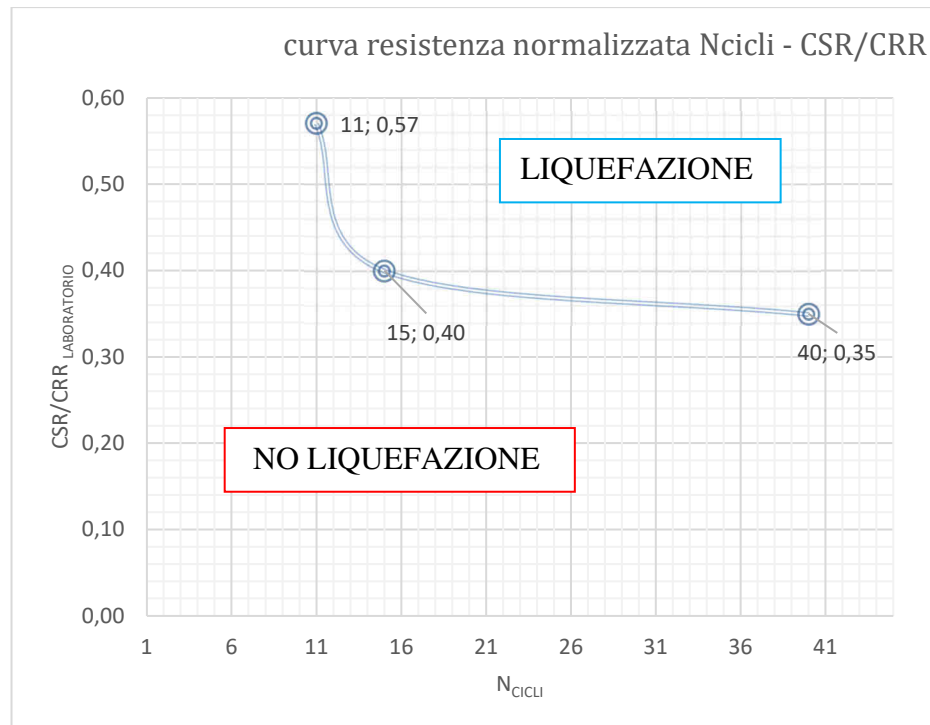
NOTA: il coefficiente **0.9** è introdotto per tener conto dell'effetto dovuto alla multidirezionalità dello scuotimento in sito

Di concerto con i tecnici del laboratorio geotecnico si è scelto per l'esecuzione delle prove il campione S3Ci2 (prof. 12,40 m) caratterizzato da una granulometria tipica di una sabbia poco gradata (vedi analisi granulometrica) con ridotto contenuto percentuale in fine (4%) ricadente in pieno nel fuso granulometrico a rischio liquefazione.

Sono state eseguite 4 prove a frequenza costante di 1 Hz ai seguenti valori e con i seguenti risultati:

Tau cicl (kpa)	CSR _{lab}	N _{cicli}
25	0.23	500
38	0.35	40
43	0.40	15
62	0.57	11

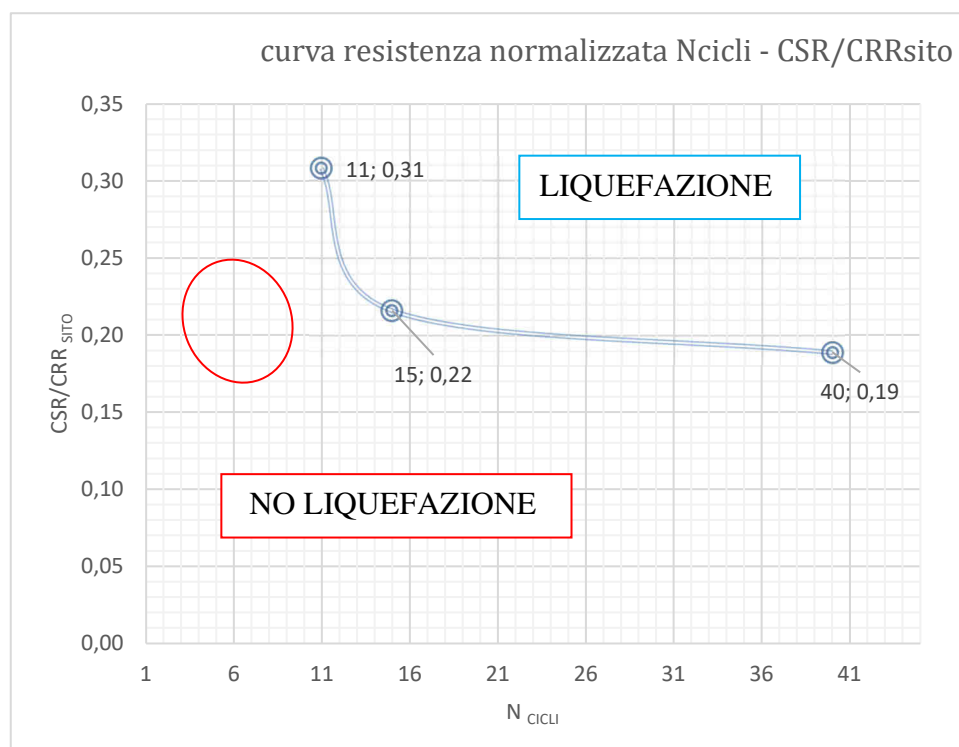
E' quindi possibile ricavare il grafico CSR/CRR_{lab} numero cicli equivalenti.



Applicando la relazione

$$CRR_{sito} = K_0 * C_r * CRR_{lab}$$

Con un K_0 relativo ad un terreno Normal Consolidato $K_0=0.50$ si ottiene il seguente grafico.



Considerato che per un terremoto di magnitudo 6 il numero di cicli equivalenti viene indicato in 5 - 6 (vedi pagina 29) si rileva che in base alla prova di laboratorio la sabbia in esame non risulta soggetta a rischio di liquefazione in relazione al prevedibile campo degli sforzi attesi evidenziato in rosso nel grafico.

ANALISI DEI RISULTATI.

L'analisi dei risultati derivanti dalle prove in sito e di laboratorio porta a valutare un rischio di liquefazione BASSO per le sabbie sottostanti la colmata portuale.

In fase di redazione del progetto definitivo ed esecutivo il progettista geotecnico sarà tenuto ad eseguire ulteriori specifiche valutazioni in relazione alla tipologia ed importanza delle opere da realizzare.

CONDIZIONI DELL'INTERVENTO PROPOSTO RISPETTO ALLA NATURA DEI TERRENI INTERESSATI.

Conformemente alla circolare regionale è stata redatta una **carta di analisi** che individua il complesso delle indagini geognostiche eseguite, i fattori geomorfologici individuati ed i rapporti tra il substrato ed i depositi costieri.

Conseguentemente è stata poi redatta una **carta di sintesi** che evidenzia aree con problematiche geologiche-geotecniche e sismiche omogenee.

Sulla base dei sondaggi e della sovrapposizione con le sezioni di progetto si evidenzia come l'intervento vada ad interessare sia i terreni sciolti che il substrato roccioso quest'ultimo specialmente nella porzione prossima al versante a monte dell'area con livello di fondo scavo per l'autorimessa ben al di sotto del livello di falda.

Per quanto riguarda la fondazione della struttura dell'autorimessa sarà di tipo a platea in grado di resistere alla spinta idrostatica sottofalda; si evidenzia che mentre la porzione di fabbricato a monte andrà ad insistere direttamente sul substrato roccioso la porzione di valle andrebbe ad insistere sui depositi alluvionali pertanto appare opportuno che la parte di valle venga fondata su pali immorsati nel sottostante substrato.

Per quanto riguarda tutte le altre strutture si tratta di edifici con ridotti carichi sul terreno che potranno essere risolte con platee poggianti sui riporti ormai ben consolidati

Per quanto riguarda la porzione di pendio al piede del versante compresa tra la costruenda ciclabile e la SS1 è prevista la sistemazione con rete armata tipo maccaferri con reticolo di funi e chiodatura con barre da 3 metri.

CONCLUSIONI.

Sulla base delle indagini eseguite si certifica che le opere previste nel presente PUO sono fattibili dal punto di vista geologico e geotecnico.

Andora marzo 2022

Geologo Vittorio Vezzaro

ELENCO ALLEGATI.

- risultanze indagini geognostiche e geofisiche pregresse
- rapporto indagini geognostiche e di laboratorio anno 2019
- rapporto indagini MASW
- S.P.T. – Angoli di attrito
- calcolo parametri sismici mediante il foglio di calcolo ministeriale SPETTRI - NTC ver. 1.0.3, categoria di sottosuolo E, categoria C, categoria topografica T1
- calcolo Magnitudo di riferimento tramite la mappa interattiva di pericolosità sismica dell'INGV (indirizzo esse1-gis.mi.ingv.it)
- rapporto verifiche a liquefazione con software LIQUITER
- carta di analisi elaborato 1, sezioni geologiche elaborato 2
- carta di sintesi elaborato 3

Risultato dei sondaggi										Idrogeologia		Geotecnica		Strumentazione		Perforazione		Annotazioni																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Quote		Stratigrafia		Campioni		Percentuale di carotaggio		Rock Quality Designation		Descrizione dei litotipi		Livello della falda		Prove di permeabilità		Standard Penetration Test		Inclinometro		Piezometro a tubo aperto		Piezometro Casagrande		Asseslometro		Estensimetro		Rivestimento		Metodo e diametro		Utensili		Computo metrico																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Profondità (m)	Potenza strato (m)			Tipi	Sda e profondità																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

[illegible]



PROVA LEFRANC **Carico costante**

Committente: **Comune di Andora**
 Località: **Andora - Porto**
 Sondaggio: **S2**
 N° prova: **1**
 Data: **13/06/03**

INFORMAZIONI GENERALI

Camera
 Base m: 5,50
 Tetto m: 4,50
 Diametro mm: 101

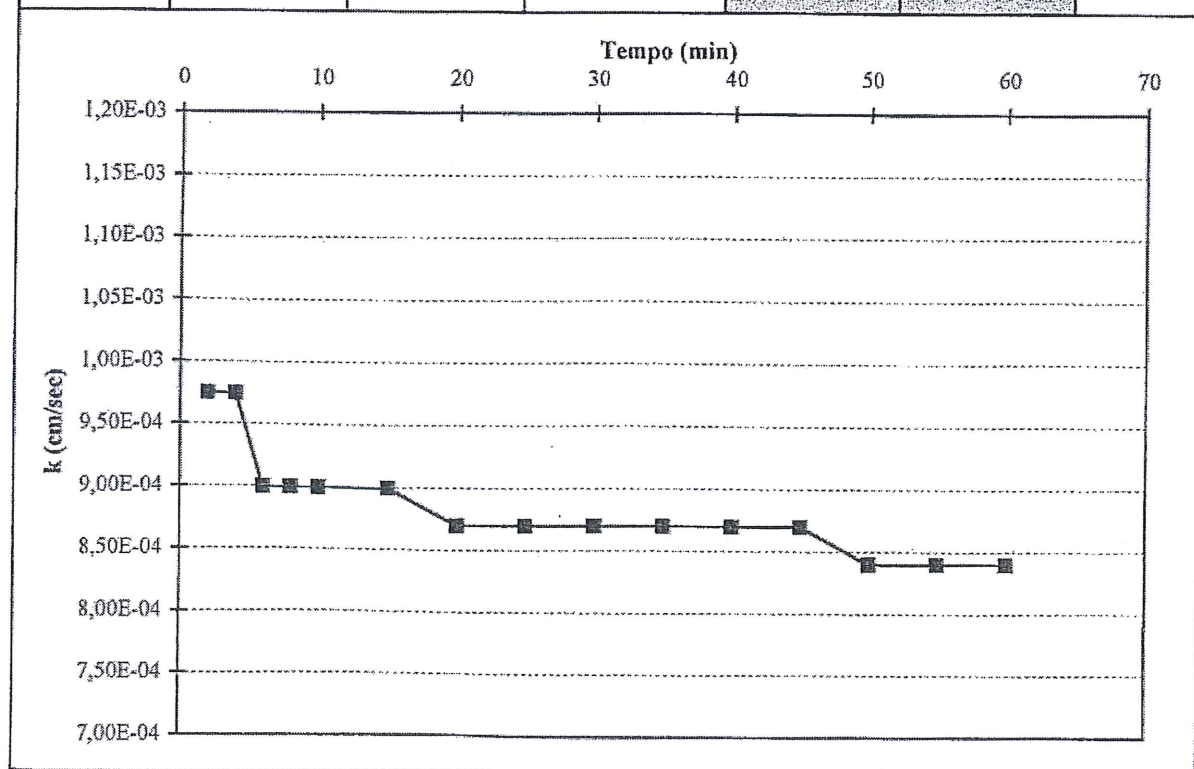
Falda
 Profondità m: 3,90
 Livello innalzato m: 4,00

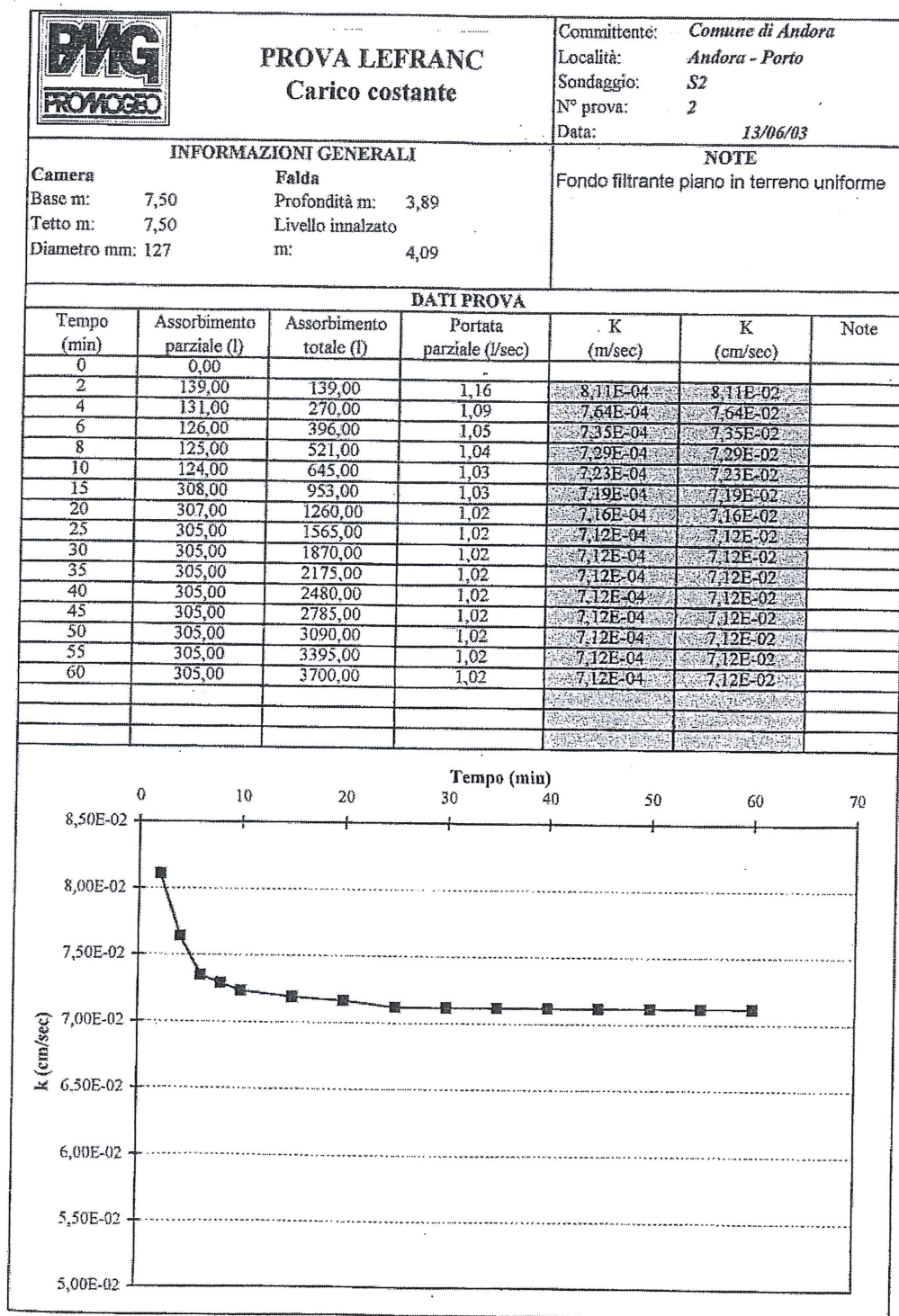
NOTE

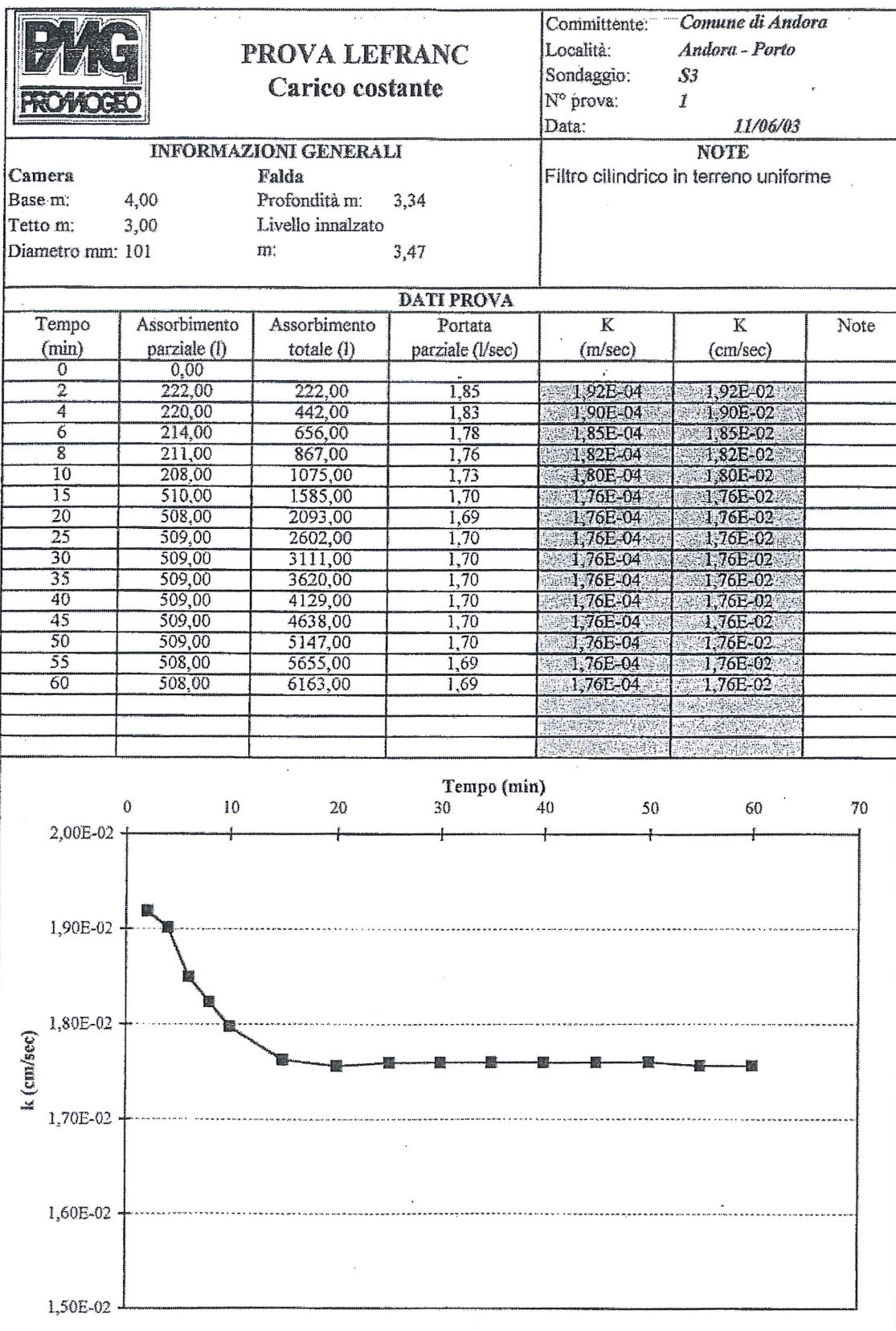
Filtro cilindrico in terreno uniforme

DATI PROVA


Tempo (min)	Assorbimento parziale (l)	Assorbimento totale (l)	Portata parziale (l/sec)	K (m/sec)	K (cm/sec)	Note
0	0,00					
2	13,00	13,00	0,11	9,75E-06	9,75E-04	
4	13,00	26,00	0,11	9,75E-06	9,75E-04	
6	12,00	38,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
8	12,00	50,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
10	12,00	62,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
15	30,00	92,00	0,10	9,00E-06	9,00E-04	
20	29,00	121,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
25	29,00	150,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
30	29,00	179,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
35	29,00	208,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
40	29,00	237,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
45	29,00	266,00	0,10	8,70E-06	8,70E-04	
50	28,00	294,00	0,09	8,40E-06	8,40E-04	
55	28,00	322,00	0,09	8,40E-06	8,40E-04	
60	28,00	350,00	0,09	8,40E-06	8,40E-04	

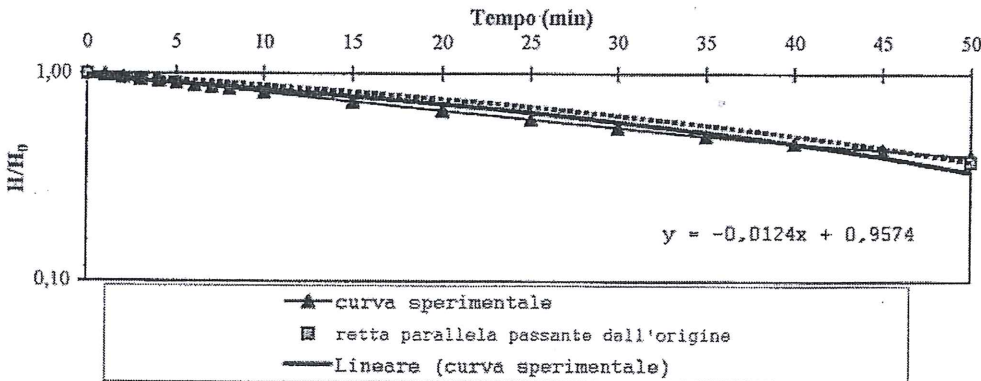






Modello E_lefranc10 versione 1.0 del 19/03/2002

		PROVA LEFRANC Carico variabile		Committente: <i>Comune di Andora</i> Località: <i>Andora - Porto</i> Sondaggio: <i>S3</i> N° prova: <i>2</i> Data: <i>11/06/03</i>	
INFORMAZIONI GENERALI				NOTE	
Camera Base m: 7,00 Tetto m: 6,50 Diametro m: 127		Falda Profondità m: 4,00 Livello innalzato m: 4,66		Filtro cilindrico in terreno uniforme	
DATI PROVA					
Tempo (min)	Abbassamento (m)	H ₀	H	H/H ₀	Note
0	0,00	4,66	4,66	1,00	H ₀ livello innalzato rispetto alla base della camera o alla superficie piezometrica H livello dinamico acqua nel foro
1	0,08	4,66	4,58	0,98	
2	0,19	4,66	4,47	0,96	
3	0,29	4,66	4,37	0,94	
4	0,38	4,66	4,28	0,92	
5	0,47	4,66	4,19	0,90	
6	0,56	4,66	4,10	0,88	
7	0,64	4,66	4,02	0,86	
8	0,72	4,66	3,94	0,85	
10	0,88	4,66	3,78	0,81	
15	1,25	4,66	3,41	0,73	
20	1,57	4,66	3,09	0,66	
25	1,85	4,66	2,81	0,60	
30	2,10	4,66	2,56	0,55	
35	2,32	4,66	2,34	0,50	
40	2,50	4,66	2,16	0,46	
45	2,65	4,66	2,01	0,43	
50	2,78	4,66	1,88	0,40	



$y = -0,0124x + 0,9574$






▲ curva sperimentale
 □ retta parallela passante dall'origine
 — Lineare (curva sperimentale)

CALCOLO PERMEABILITA'	
Retta parallela a curva sperimentale: $y = -0,0124x + 0,9574$	
Area sez. trasversale (A):	1,27E-02 m ²
Fattore di forma (F):	1,90E+00 m
Tempo di riequilibrio (T):	3,05E+03 sec
Coefficiente di permeabilità $K = A/F \cdot T$	2,18E-06 m/sec 2,18E-04 cm/sec

Via Selaschi 35/I - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Comittente Comune di Andora (SV)		Profondità raggiunta - 25.5 metri dal p.c.		Quota Ass. P.C. 14.50		Certificata n° 1		Pagina 1	
Operatore Borghi Dall'		Note1 Capitello carabile in ghisa/ tubo piezometro		Note2 CS/WØ140 PC- I.S; CS/WØ116 I.S.Ø T6/DØ116 3.6-25.5.		Inizio/Fine Escavazione 01/09/2011 - 08/09/2011			
Responsabile Borghi dall'		Sondaggio SI		Tipo Carataggio rotazione con estrazione campione		Tipo Sonda CMV MK600D		Coordinate X Y 1432493-4866983	

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota R.Q.D.	%Carataggio R.G.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Rocket Test Karlens	Vice Test log.ama	Campioni	Metrolo Pefiorante	Nelicio Stabilizzaz.	Cassetta catalogatie	Falda	Permeabilità Litorio	Permeabilità Epstein	Plasm (P) Risparm (O)		
-1		Regonizzazione/matrice sabbiosa grigia	-0.10	%C=100	9-21-37/ Camp --- -1.50 PC												
-2		Coltre delirica ghialoso sabbiosa di colore bruno chiaro: la frazione fine aumenta verso il basso.	-0.80	%C=100					(CS) -1.50								
-3		Calcarei marnosi grigi alterati e fratturati. Sono presenti diaframmi di materiale argilloso-limoso brun o chiaro contenente clasti lapidei	-3.00	%RD=45 %C=100					(CS) -3.00								
-4		Calcarei marnosi fratturati di colore grigio con passate quarzose e inclinazione variabile verso il basso da sub orizzontale a 45°. Sono presenti limitati punti di forte alterazione con spessori max di 20 cm. Dalla quota di -10.50 a -11.80 sono presenti diaframmi decimetrici con matrice argillosa limosa marrone chiara inglobante grossi clasti	-4.50	%RD=57 %C=100													
-5																	
-6																	
-7																	
-8																	
-9																	
-10																	
-11																	
-12		Calcarei marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti diaframmi pluridecimetrici di roccia milonizzata immersa in matrice argillosa limosa	-11.80	%RD=B %C=100								-8.60					
-13																	
-14																	
-15		Calcarei marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo	-15.00	%RD=D %C=100													
-16		Calcarei marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti diaframmi pluridecimetrici di roccia milonizzata immersa in matrice argillosa limosa	-16.00	%RD=E %C=100													
-17																	
-18		Campione distrutto in sede di perforazione	-18.20														
-19		Calcarei marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti diaframmi pluridecimetrici di	-19.00	%RD=F %C=100													
-20																	
-21		Calcarei marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo. Le vene di qvarzo sono inclinate di circa 45°. Tra -23.20 e -23.80 è presente una banda di roccia fortemente tettonizzata, ma che conserva retili della roccia madre.	-20.30	%RD=G %C=100													
-22																	
-23																	
-24																	
-25			-25.00														
-25									(CD) -25.50							A -25.30	

Redatto Verificato

BORGHI DRILL S.r.l.

Via Selaschi 35/1 - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente Comune di Andora (SV)	Profondità raggiunta -15.00 metri dal p.c.	Quota Ass. P.C. 1.30	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore Borgi Drill	Note1 Capitello carabile in ghisa/ tubo piezometro	Note2 CS/WØ140 PC-1.50; CS/WØ116 1.50-5.50; 16/DØ116 5.50-15.00.	Inizio/Fine Esecuzione 05/08/2011 - 08/08/2011	
Responsabile Borgi drill	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio rotazione con estrazione campione	Tipo Sonda CMV MK200D	Coordinate X Y 1432323-4866915

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test (N/30cm)	Verne Test (N/30cm)	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassetta catalogatrice	Falda	Permeabilità (litro)	Permeabilità (litro)	Reson (P) (litro)	Reson (U) (litro)
-0.10		Riperti sabbiosi ghiaiosi grigi	-0.10	%C=100												
-1.20		Riperti ghiaioso-sabbiosi grigi	-1.20	%C=100	8-9-11/Camp 41 cm -1.50 PA			-1.50 Rs	(CS)			-1.00				
-3.20		Riperti ghiaiosi	-3.20	%C=100	3-6-5/Camp 0 cm -3.00 PA			-2.50 Rs								
-4.70		Calcarei massosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo ad inclinazione variabile verso il basso da 45° a 70°. Alla quota di -8.50 e -9.20 sono presenti diaframmi decimetrici di roccia tettonizzata in matrice argillosa bruno chiara	-4.70	%C=100	3-1-4/Camp 25 cm -4.50 PA			-4.50 Rs								
-12.30		Calcarei massosi fratturati plumbei con vene di quarzo ad inclinazione variabile verso il basso da 70 a circa 90°. Tra 13.0 e 13.5 e da 14.6 m dal p.c. sono presenti bande fortemente tettonizzate che conservano relitti della roccia madre.	-12.30	%RQD=64 %C=100				-6.00 Rs	(CS)	(RM)						
-15.00			-15.00	%RQD=70 %C=100				-7.00 Rs								
-15.00			-15.00						(CD)							

Redatto



Verificato

BORGHI DRILL S.r.l.

Via Selaschi 35/1 - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente Comune di Andora (SV)	Profondità raggiunta - 10.00 metri dal p.c.	Quota Att. P.C. 1,30	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore Borghi Drill	Note1 Foro colmato	Note2 CS/W2140 PC-1.50; CS/W2116 1.50-3.50; 16/DØ116 3.50-10.00.	Inizio/fine Esecuzione 09/08/2011 - 10/08/2011	
Responsabile Borghi drill	Sondaggio S3	Tipo Carotaggio rotazione con estrazione campione	Tipo Sonda CMV MK600D	Coordinate X Y 1432397-4866933

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test S3/Cmta	Vibro Test S3/Cmta	Complet	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassetta catalogatrice	Falda	Permeabilità Esterna	Permeabilità Interna	Piezom (P)	Piezom (I)
-1		Ripristinazione ghiaiosa	-0.10	%C=100												
-2		Riposti grigi sabbiosi fini con ghiaia. Presenza di resti organici (alghe e piante)	-1.60	%C=100	14-9-9/Camp 43cm -1.50 PA				-1.50 (CS)			-1.00				
-3			-3.40	%C=100	4-3-5/Camp 0 cm -3.00 PA				-1.95 (CS)							
-4		Calcei mamosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo ad inclinazione di 45°. Sono presenti diaframmi centimetrici di roccia fessurizzata in matrice argillosa bruno chiara		%RQD=61 %C=100					-2.50 (CS)							
-5									-3.50 (RM)							
-6									-4.75 (CD)							
-7		Calcei mamosi fratturati plumbei con vene di quarzo ad inclinazione di circa 45°.	-7.23	%RQD=82												
-8																
-9																
-10			-10.00													
-11																
-12																
-13																
-14																
-15																
-16																
-17																
-18																
-19																
-20																
-21																
-22																
-23																
-24																
-25																

Redatto




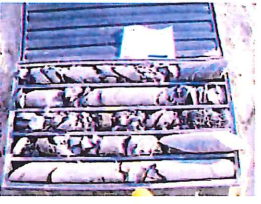

Verificato

BORGHI DRILL S.r.l.

Via Selaschi 35/I - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente Comune di Andora (SV)	Profondità raggiunta - 20,00 metri da piano di perforazione	Quota Ast. P.C. 4,00	Certificaton° 1	Pagina 1
Operatore Borghi Drill	Metodo Sondaggio suborizzontale	Nota2 16/D/2116 0,00-20,00.	Inizio/fine Esecuzione 28/08/2011 - 01/09/2011	
Responsabile Borghi drill	Sondaggio S4	Tipo Carotaggio rotazione con estrazione campione	Tipo Sonda CMV MK600D	Coordinate X Y 1432532-4866988

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test Espansivo	Vane Test Salinaria	Compiuti	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cassetta cataloghica	Falda	Permeabilità Salina	Permeabilità Lugliani	Pezom (P)	Inclinom (I)
-1		Calcari marnosi grigi fortemente fratturati.	-1.16	%RQD=20												
-2		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene quarzose														
-3																
-4																
-5			-5.30													
-6		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo. A -5,6 e -7,0 sono presenti diaframmi micelici con matrice argillosa limosa marrone	-7.05	%RQD=44												
-7		Calcari marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti bande di roccia fortemente tettonizzata, ma che conservano strutture relitte della roccia madre.	-9.70	%RQD=27												
-8																
-9																
-10		Calcari marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo. Le vene di quarzo sono inclinate di circa 45°.														
-11																
-12																
-13			-13.20													
-14		Calcari marnosi fortemente fratturati ed alterati di colore plumbeo. Sono presenti bande di roccia fortemente tettonizzata, ma che conservano strutture relitte della roccia madre e bande di quarzo a 45°.														
-15																
-16																
-17				%RQD=14												
-18																
-19																
-20		Calcari marnosi fratturati	-19.70 -20.00	%C=90												
-21																
-22																
-23																
-24																
-25																






Redatto

Verificato

Via Selaschi 35/I - 16040 Leivi (GE)
Tel.0185370875 Fax.0185371875

MODULO SONDAGGI A RECUPERO CAMPIONE

Committente Comune di Andora (SV)	Profondità raggiunta ~ 25.20 metri dal p.c.	Qualità Ass. P.C. 15.80	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore Borghesi Drill	Note Capifello carrabile in ghisa/ tubo piezometro	Note2 CS MW140 PC- 1.00;TD/Ø116 1.00-25.00.	Inizio/fine Esecuzione 07/09/2011 - 09/09/2011	
Responsabile Borghesi drill	Sondaggio S5	Tipo Carotaggio rotazione con estrazione campione	Tipo Sonda CMV MK600D	Coordinate X Y 1432523-486982

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test 50/100	Vane Test 50/100	Campani	Metodo Permeazione	Metodo Stabilità	Cassetta catalogica	Falda	Permeabilità Litica	Permeabilità Litica	Plasma (P)	Plasma (P)	Plasma (P)
-0.10		Ripartizione di matrice sabbiosa grigia	-0.10	%C=100													
-0.60		Calcarei marnosi grigi fortemente alterati e fratturati. Sono presenti diaframmi di materiale argilloso-limoso bruno chiaro contenente clasti lapidei e bande di roccia intensamente teflonizzata	-0.60	%RQD=25 %C=100					(CS)	-1.00							
-5.70		Calcarei marnosi fratturati di colore grigio con passate quarzose con inclinazione di 45°. Alla quota di -9.60 è presente un diaframma decimetrico con matrice argillosa limosa marrone chiara inglobante grossi clasti	-5.70	%RQD=55 %C=100					(RM)	-6.50							
-12.40		Calcarei marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo	-12.40	%RQD=75 %C=100								-12.45					
-15.00		Calcarei marnosi fortemente alterati di colore plumbeo	-15.00	%RQD=60 %C=100													
-16.30		Calcarei marnosi fratturati di colore plumbeo con vene di quarzo. Le vene di quarzo sono inclinate di circa 45°. Tra -24.40 e -24.80 è presente una banda di roccia fortemente teflonizzata, ma che conserva relitti della roccia madre.	-16.30	%RQD=80 %C=100													
-25.00			-25.00						(CD)	-25.20							

Redatto

Verificato

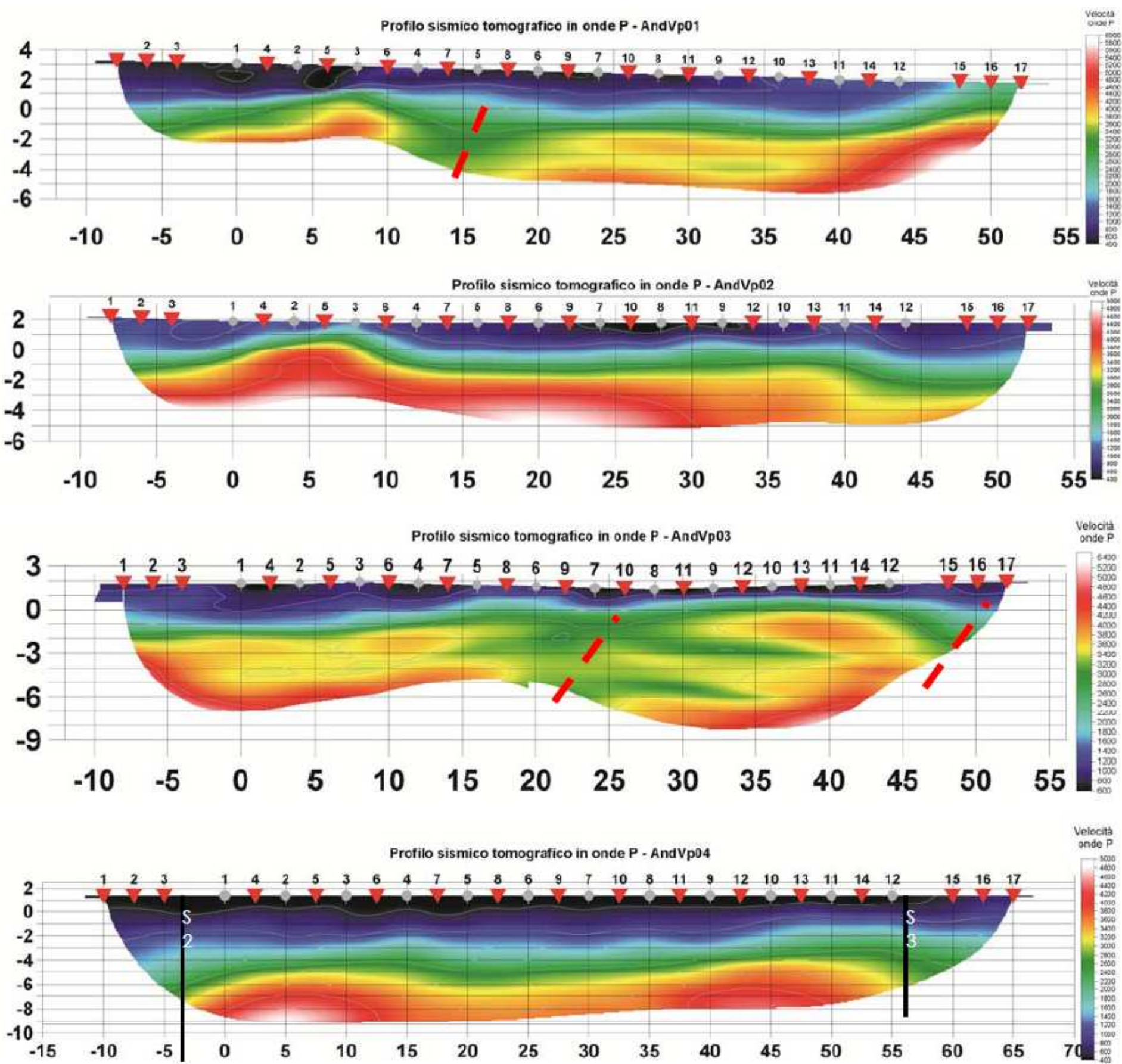
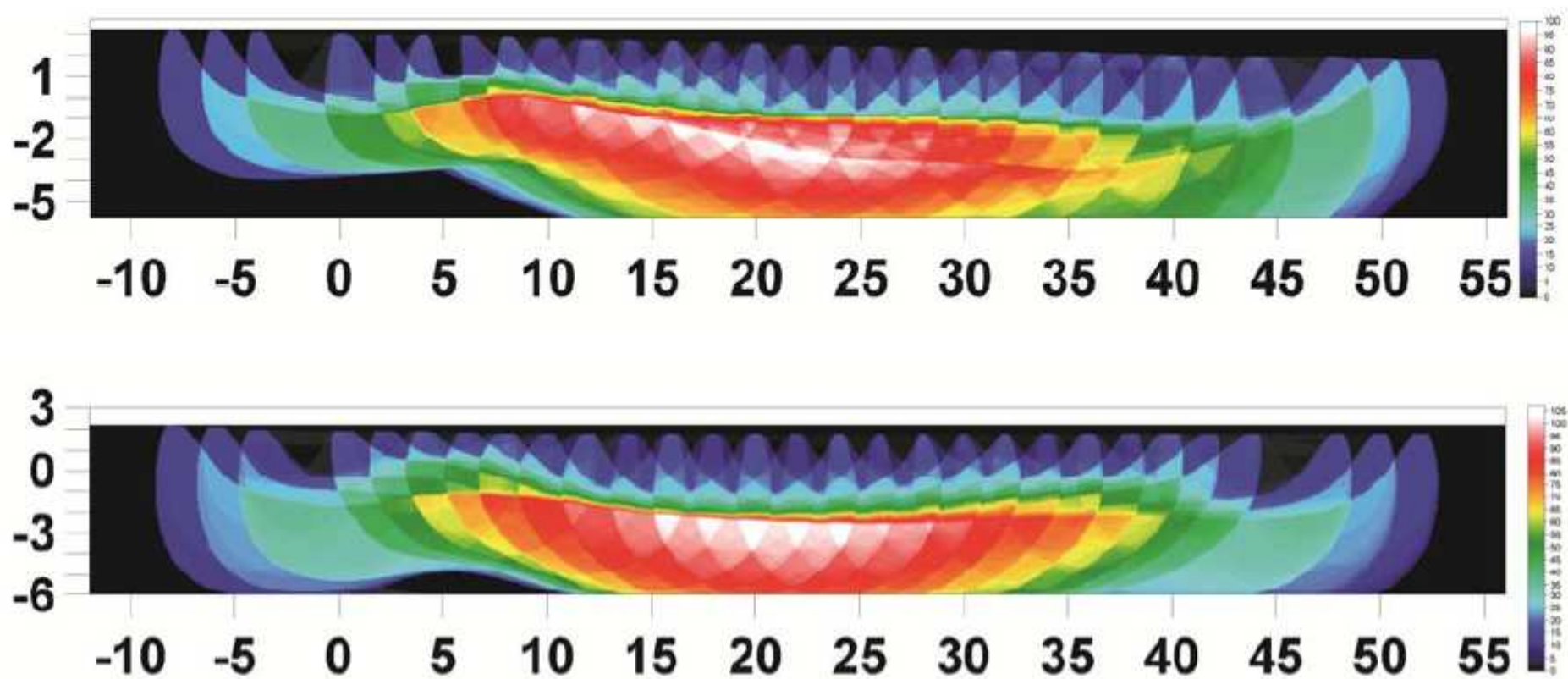


Figura 6.2.2.2: Sismosezioni interpretative: profili delle onde P.



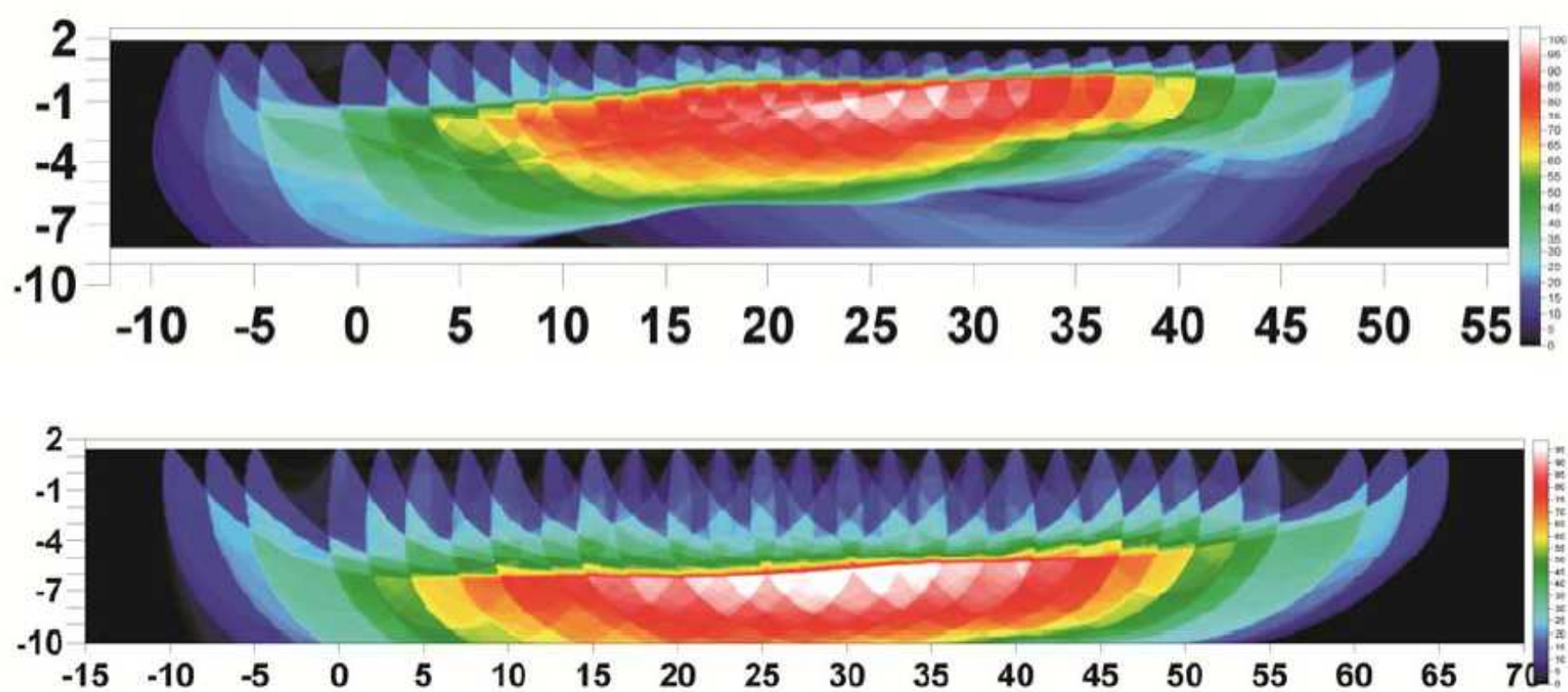


Figura 6.2.2.3: Copertura dei raggi sismici delle sezioni tomografiche.

HVSR1

Dataset: HVSR01.saf

Sampling frequency (Hz): 1000

Window length (sec): 40

Length of analysed temporal sequence (min): 30.0

Tapering (%): 10

=====

In the following the results considering the data in the 0.5-15.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 8.0 (± 0.4)

Peak HVSR value: 6.3 (± 0.5)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: 8.0 > 0.25 (OK)

#2. [$n_c > 200$]: 6088 > 200 (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.5Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 10.5Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: 6.3 > 2 (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon_{\text{psilon}}(f_0)$]: 0.435 > 0.401 (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta_A(f_0)$]: 0.467 < 1.58 (OK)

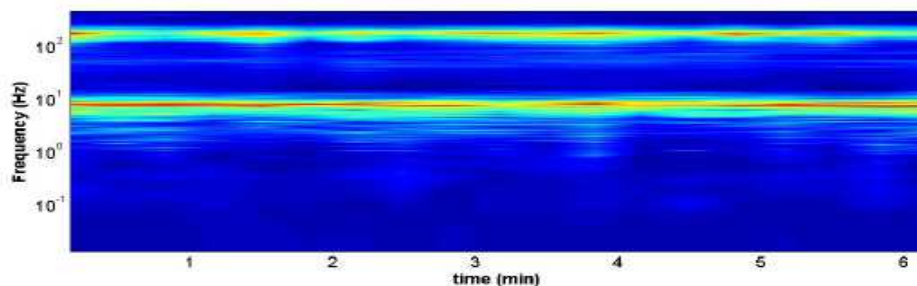
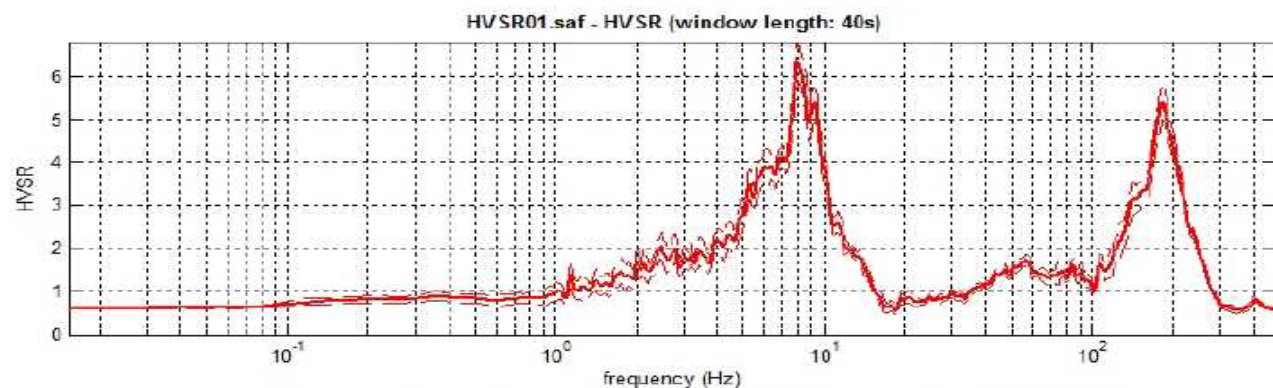
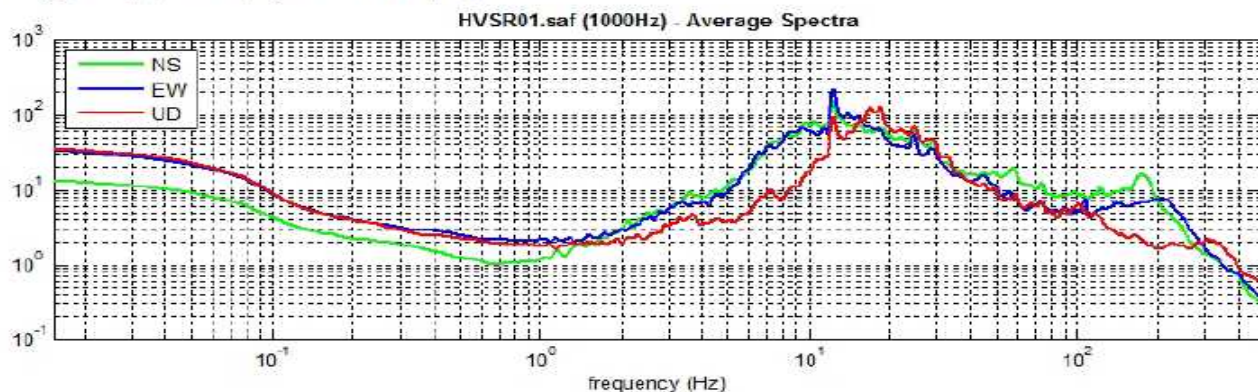


Figura 6.2.2.16: Risultati della modellazione HVSR per la stazione di misura 1: Frequenza 8,0 Hz.

HVSR2

Dataset: HVSR02.saf

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 40

Length of analysed temporal sequence (min): 27.8

Tapering (%): 10

=====

In the following the results considering the data in the 0.5-15.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.7 (± 1.4)

Peak HVSR value: 5.9 (± 0.9)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. $[f_0 > 10/Lw]$: $4.7 > 0.25$ (OK)

#2. $[nc > 200]$: $6774 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. $[\text{exists } f \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f) < A_0/2]$: yes, at frequency 1.5Hz (OK)

#2. $[\text{exists } f+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f+) < A_0/2]$: yes, at frequency 12.9Hz (OK)

#3. $[A_0 > 2]$: $5.9 > 2$ (OK)

#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)

#5. $[\sigma_{\text{maf}} < \epsilon_{\text{psilon}}(f_0)]$: $1.352 > 0.235$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $1.426 < 1.58$ (OK)

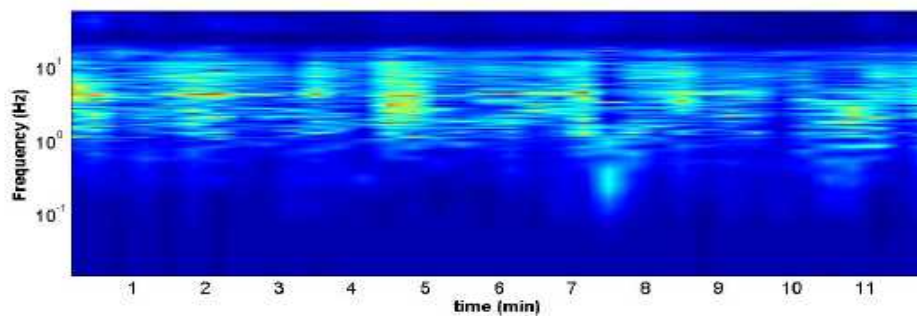
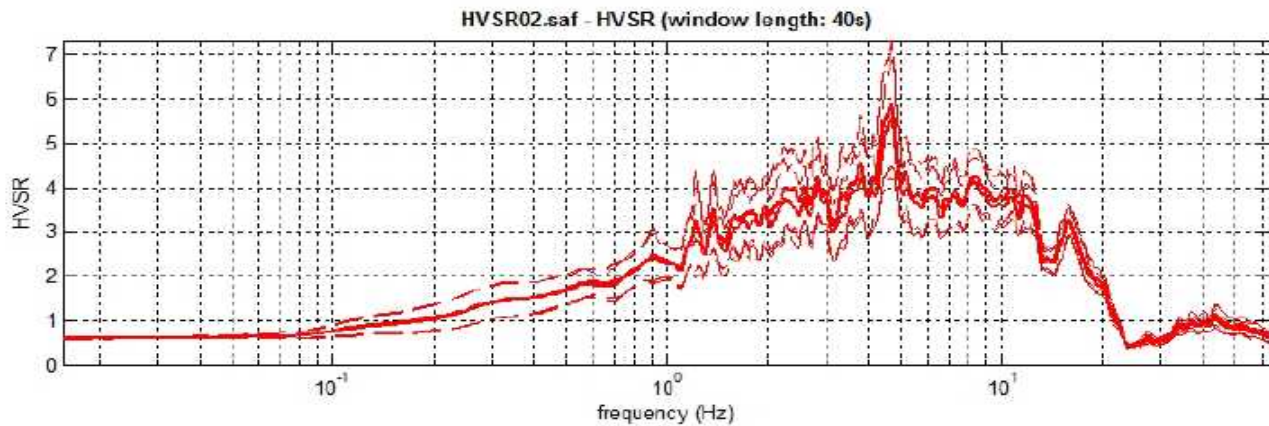
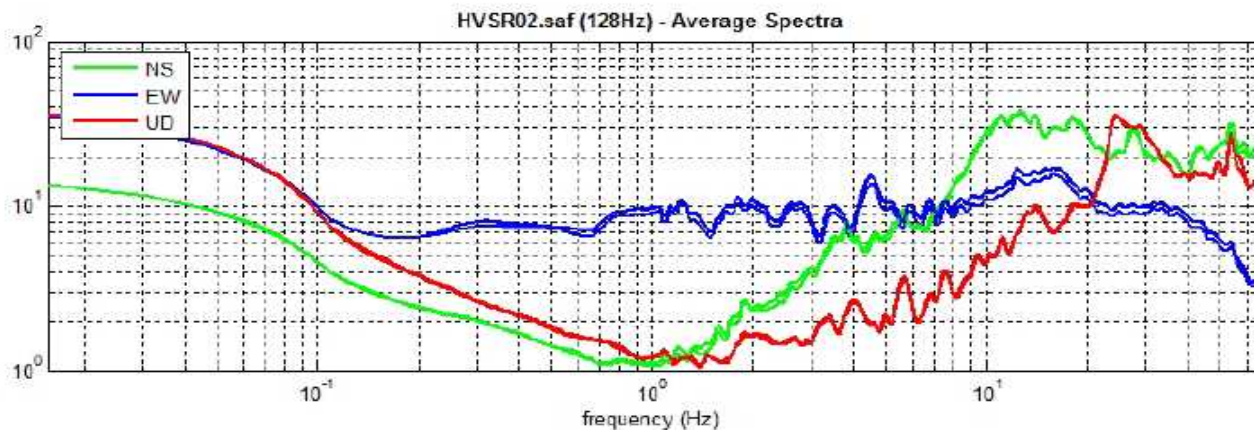
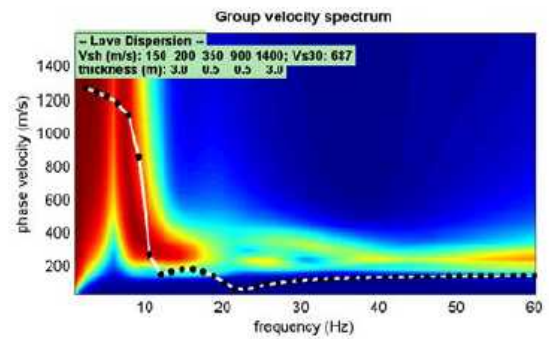
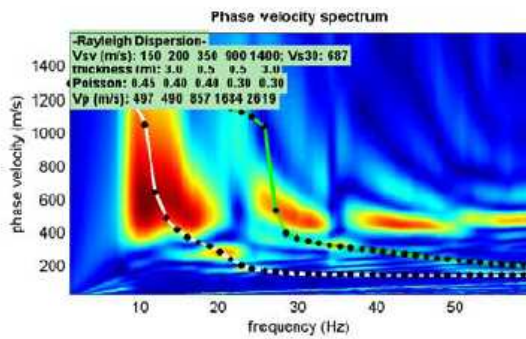
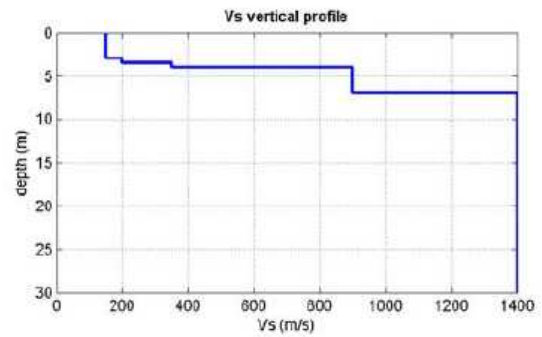


Figura 6.2.2.17: Risultati della modellazione HVSR per la stazione di misura 2: Frequenza 4,7 Hz.

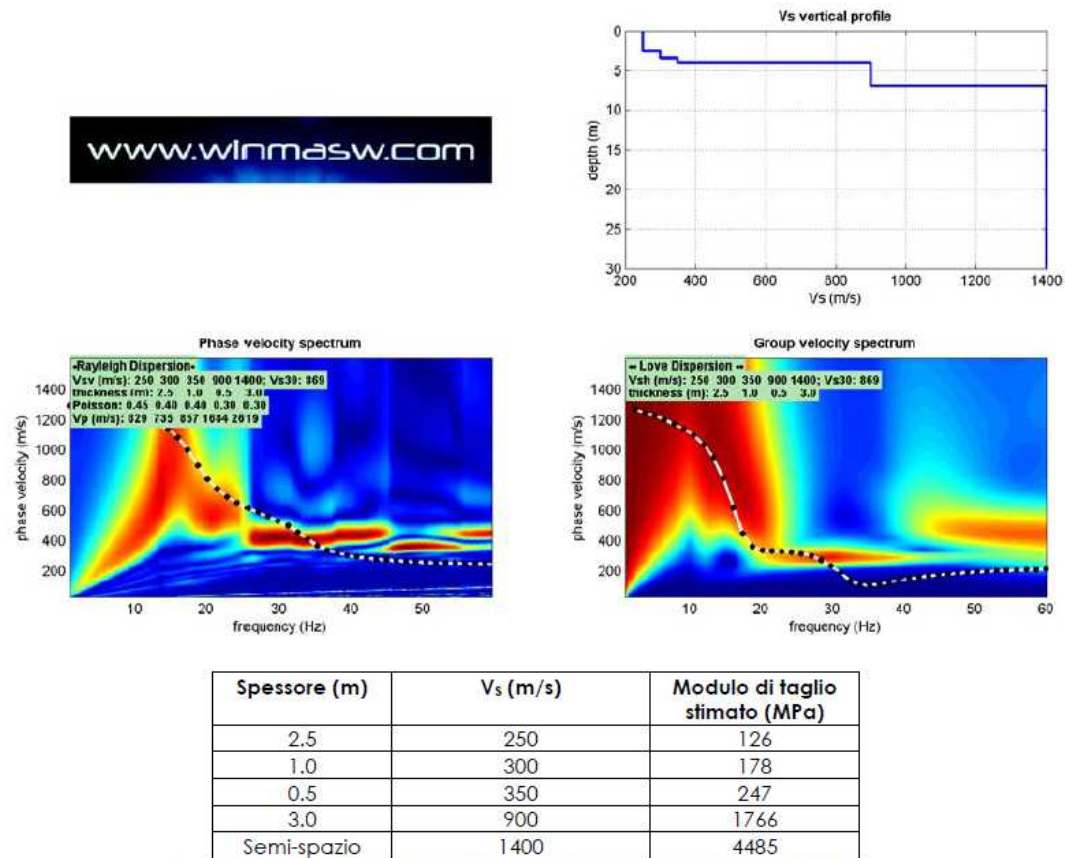
MASW1A



Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
3.0	150	45
0.5	200	75
0.5	350	247
3.0	900	1766
Semi-spazio	1400	4485

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 687 m/s).

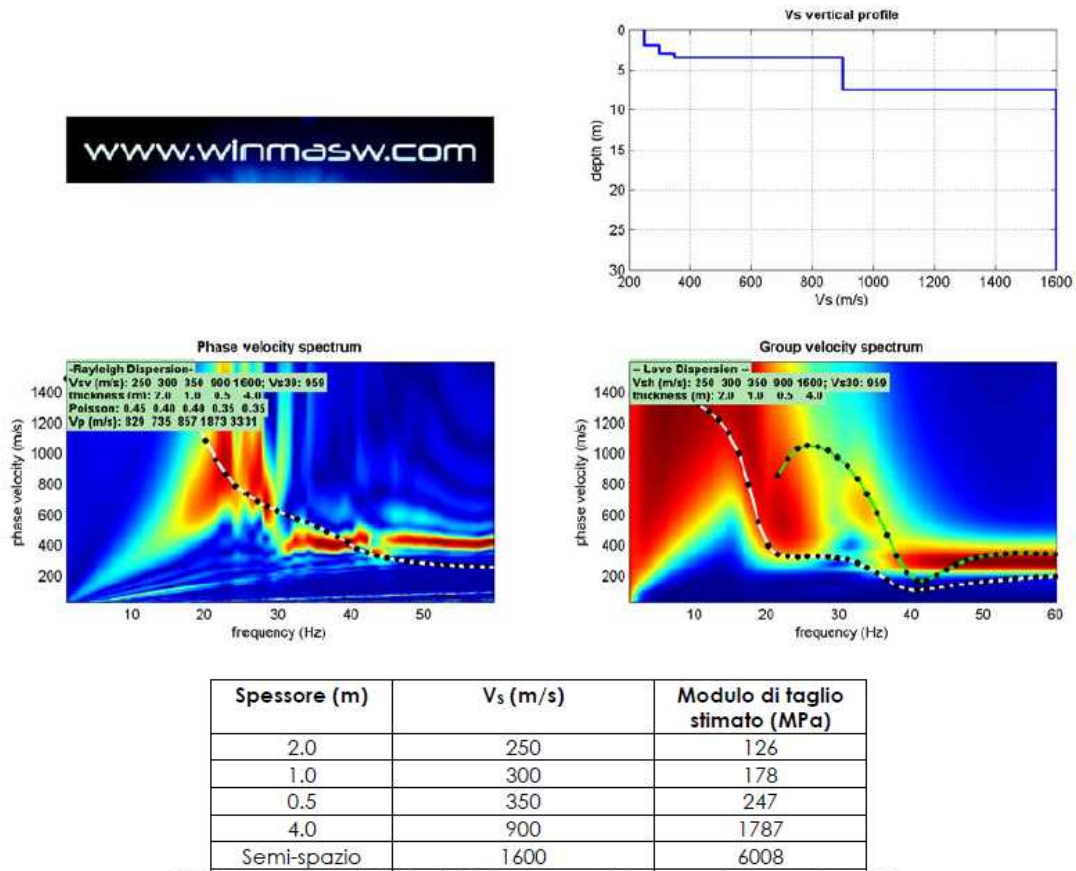
MASW1B



Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 869 m/s).

Figura 6.2.2.6: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW1B.

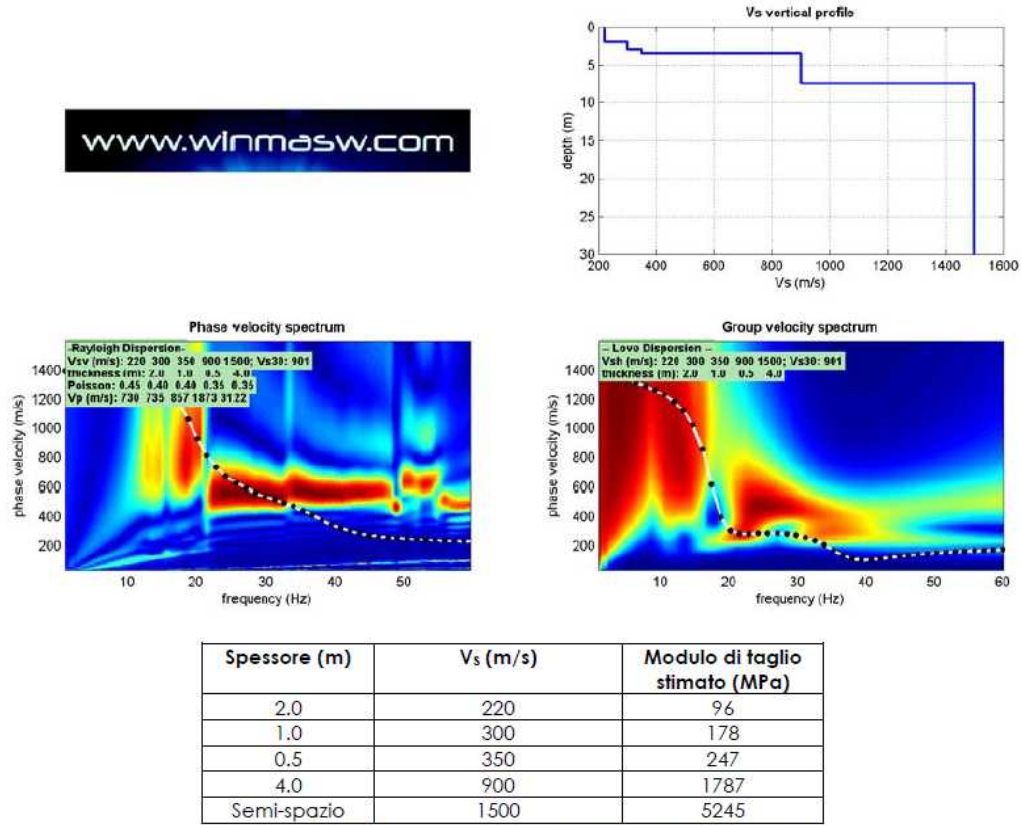
MASW 2A



Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 959 m/s).

Figura 6.2.2.7: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW2A.

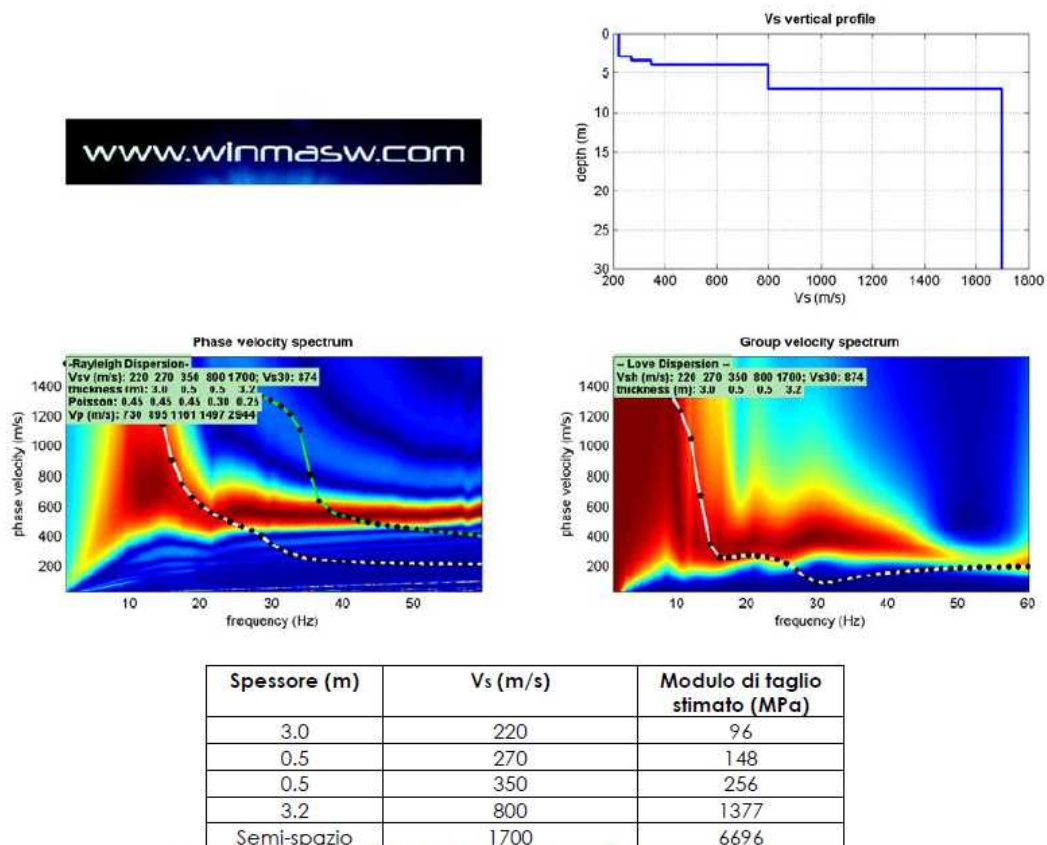
MASW2B



Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 901 m/s).

Figura 6.2.2.8: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW2B.

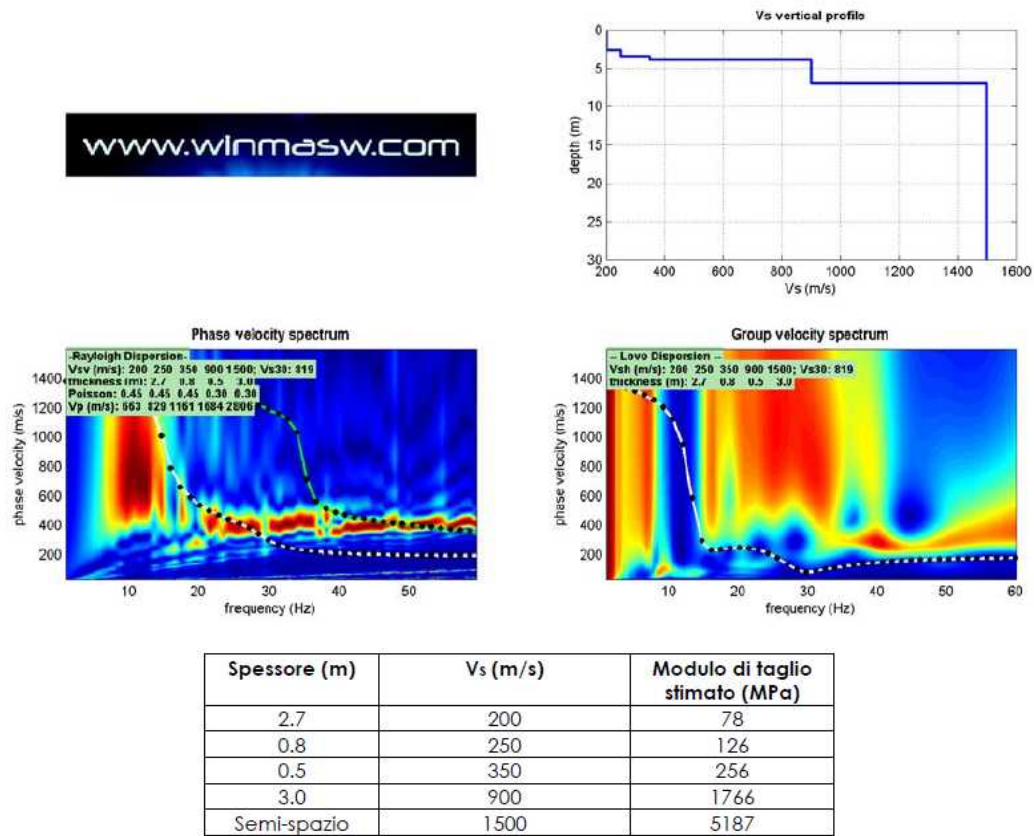
MASW3A



Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 874 m/s).

Figura 6.2.2.9: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW3A.

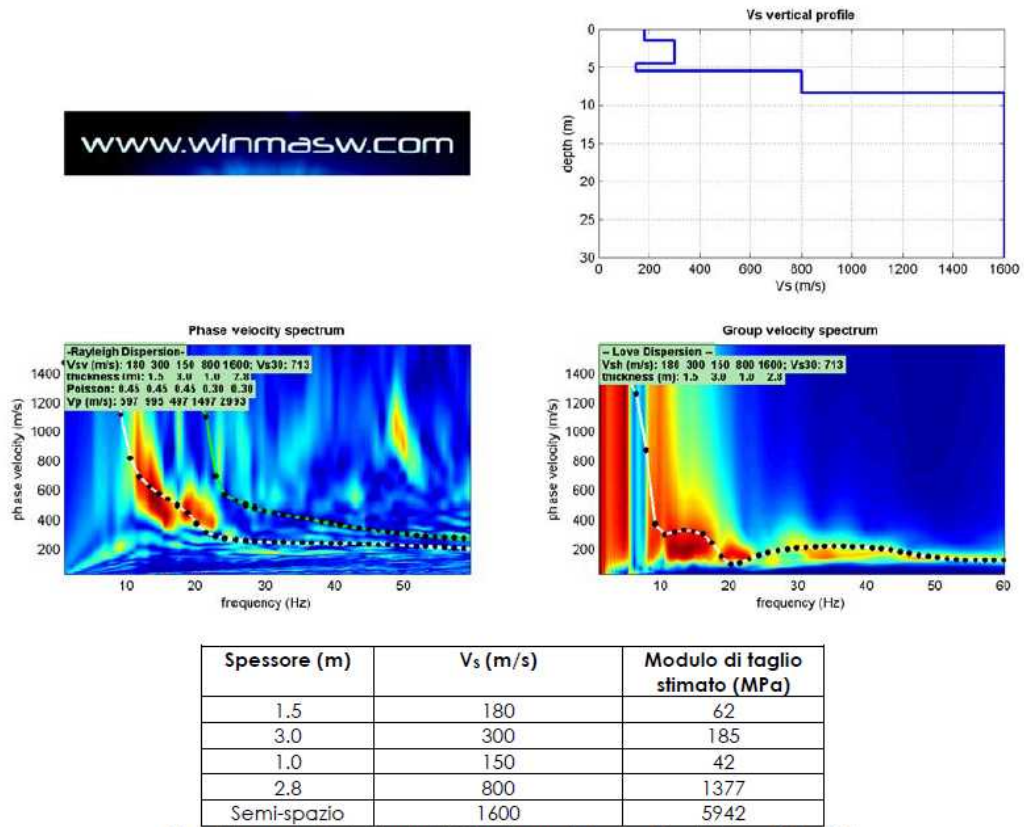
MASW3B



Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 819 m/s).

Figura 6.2.2.10: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW3B.

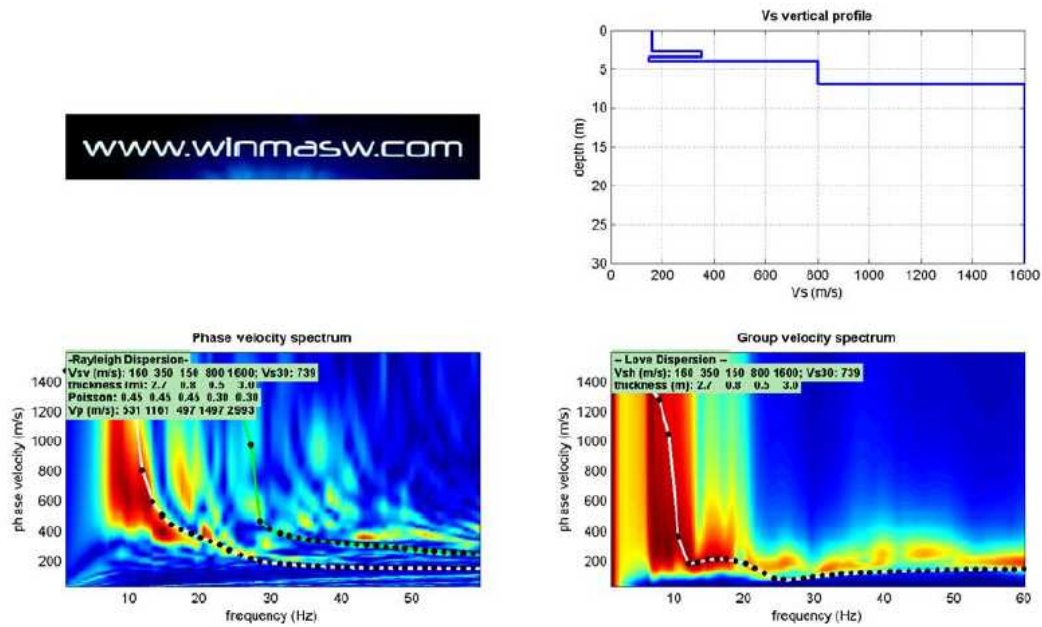
MASW4A



Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 713 m/s).

Figura 6.2.2.11: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW4A.

MASW4B

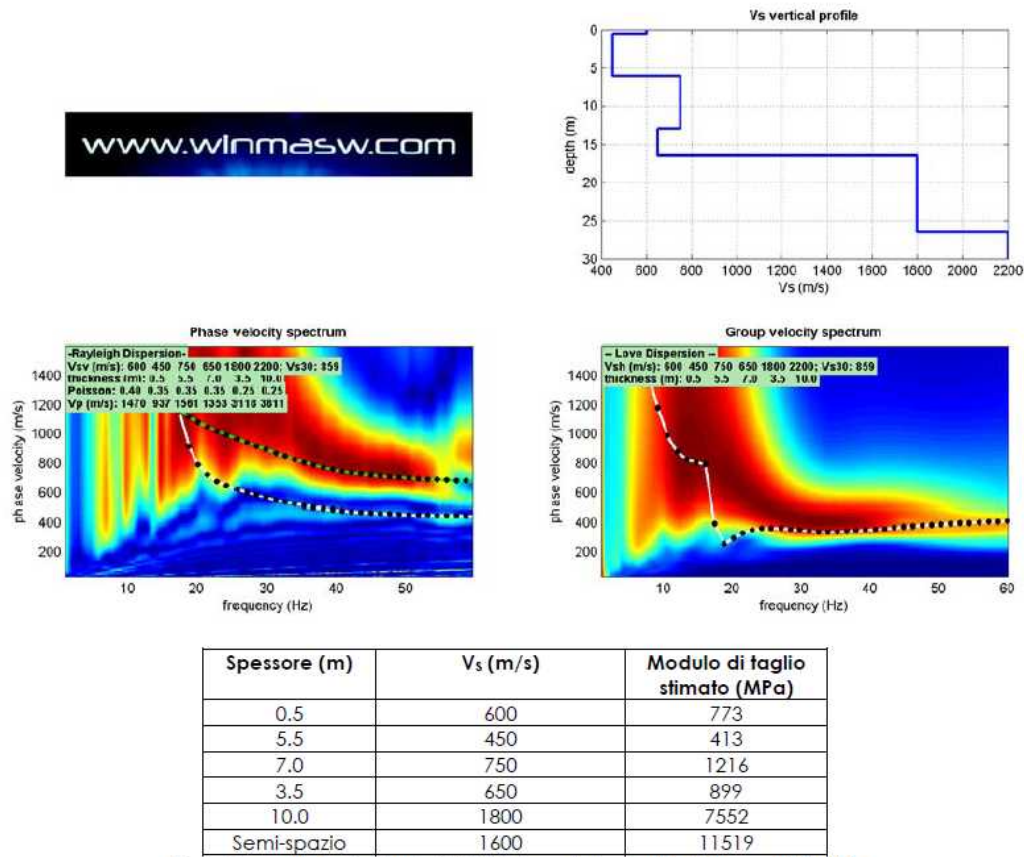


Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio stimato (MPa)
2.7	1600	49
0.8	350	256
0.5	150	42
3.0	800	1377
Semi-spazio	1600	5942

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 739 m/s).

Figura 6.2.2.12: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW4B.

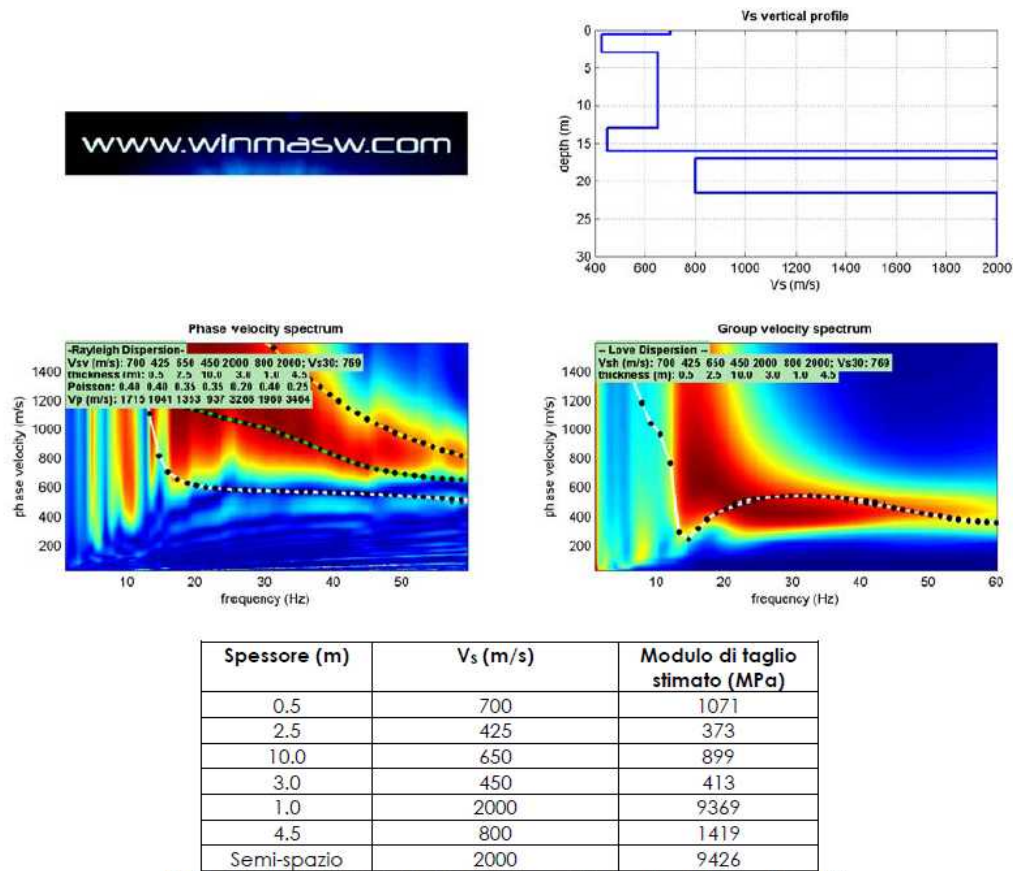
MASW5A



Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 859 m/s).

Figura 6.2.2.13: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW5A.

MASW5B

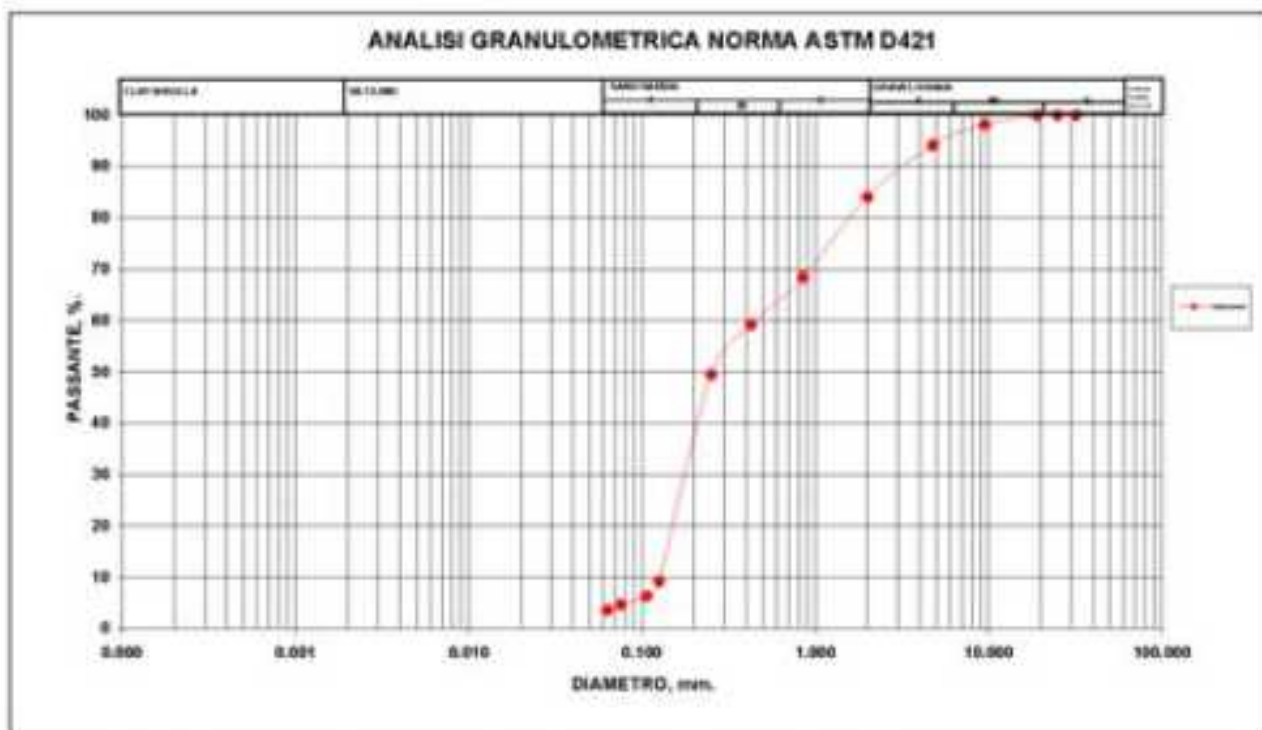


Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 769 m/s).

Figura 6.2.2.14: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW5B.

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: S2
 CAMPIONE: 1
 PROFONDITA': -2,25 m/-2,50 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11



ANALISI PER SETACCIAZIONE		ANALISI PER AEROMETRIA	
MACILE - mm	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	---
25.000	100.00	0.07500	---
19.000	100.00	0.05367	---
9.500	98.14	0.03799	---
4.750	94.12	0.02687	---
2.000	84.04	0.01904	---
0.850	68.43	0.01392	---
0.425	59.18	0.00984	---
0.250	49.48	0.00696	---
0.125	9.19	0.00492	---
0.106	6.29	0.00347	---
0.075	4.64	0.00245	---
0.063	3.60	0.00142	---
		0.00137	---

GHIAIA, % = 15.96
 SABBIA, % = 79.39
 LIMO+ARGILLA, % = 4.64

d_{40} mm = 0.43
 d_{30} mm = 0.26
 d_{20} mm = 0.17
 d_{10} mm = 0.14
 d_{15} mm = 0.14
 d_{50} mm = 0.13

Coefficiente di curvatura C_c = 0.52
 Coefficiente di uniformità U = 3.31

SPERIMENTATORE: Dott. S. Santini

VISTO: Geol. A. Candusso

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: S2
 CAMPIONE: 1
 PROFONDITA': -2,25 m/-2,50 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{40} mm = 0.43
 d_{30} mm = 0.26
 d_{20} mm = 0.17
 d_{10} mm = 0.14
 d_{15} mm = 0.14
 d_{50} mm = 0.13
 U = 3.31

POROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1982): 0.39

CONDUCEBILITA' IDRAULICA (K)

Hazen (Hazen, 1892):	20.85 m/day	ok se $U < 5$ e $0.1 \text{ mm} < d_{10} < 3 \text{ mm}$	Utilizzabile
Beyer (Beyer, 1906):	19.53 m/day	ok se $1 < U < 20$ e $0.06 \text{ mm} < d_{10} < 0.6 \text{ mm}$	SI
Sauerbrey (Vukovic and Soro, 1992):	9.02 m/day	ok se $d_{10} < 0.5 \text{ mm}$	SI
Kozeny (Kozeny, 1953):	14.98 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se $d_{10} > 3 \text{ mm}$	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	3.38 m/day	ok se $U < 5$	SI
Blücher (Blücher, 1898):	6.92 m/day	ok se $0.01 \text{ mm} < d_{10} < 5 \text{ mm}$	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Bakhmeteff (Schneebeck, 1966):	3.45 m/day		SI
Zammarin (Zammarin, 1952):	17.95 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	m/day	ok se sabbia media e medio-fine	NO
Krueger (Vukovich and Soro, 1992):	m/day	ok se $U < 5$	NO
Alyamani and Sen:	6.58 m/day		SI
Sperry & Pearce (Cronican & Gribb, 2004):	9.50 m/day		SI

Numero dati utilizzabili # 10
 Media μ 11.22
 Deviazione standard σ 6.59
 Valore minimo MIN 3.38
 Valore massimo MAX 20.85
 Coefficiente di variazione COV 59%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K 7.91 m/day = 9.2E-03 cm/sec

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: S2
 CAMPIONE: 2
 PROFONDITA': -3,75 m/-4,00 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: S2
 CAMPIONE: 2
 PROFONDITA': -3,75 m/-4,00 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{40} mm = 2.00
 d_{60} mm = 0.86
 d_{30} mm = 0.24
 d_{20} mm = 0.18
 d_{15} mm = 0.16
 d_{10} mm = 0.13
 U = 15.38

POROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992): 0.27

CONDUCEBILITA' IDRAULICA (K)

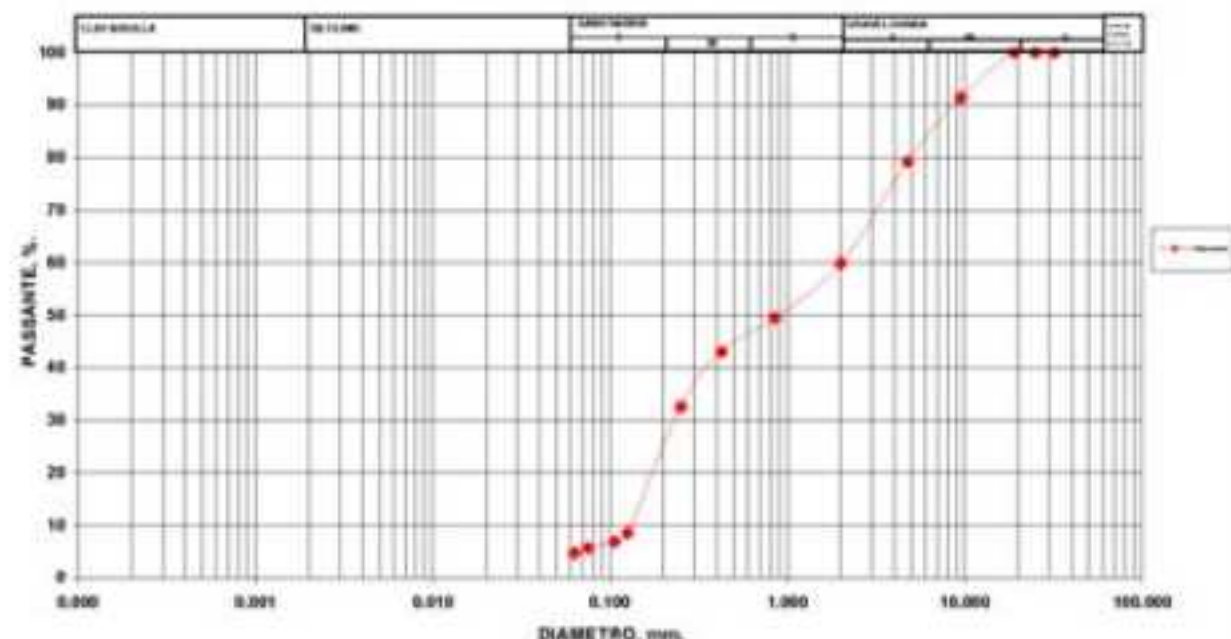
Metodo	Valore	Condizione	Utilizzabile
Hazen (Hazen, 1992)	m/day	ok se $U < 5$ e $0.1 \text{ mm} < d_{10} < 3 \text{ mm}$	NO
Beyer (Beyer, 1966)	13.55 m/day	ok se $t \leq U \leq 20$ e $0.06 \text{ mm} < d_{10} < 0.6 \text{ mm}$	SI
Sauerbrey (Vukovic and Soro, 1992)	2.83 m/day	ok se $d_{10} > 0.5 \text{ mm}$	SI
Kozeny (Kozeny, 1953)	3.35 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972)	m/day	ok se $d_{10} > 3 \text{ mm}$	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992)	m/day	ok se $U < 5$	NO
Slichter (Slichter, 1898)	2.01 m/day	ok se $0.01 \text{ mm} < d_{10} < 5 \text{ mm}$	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925)	3.45 m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925)	1.97 m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	SI
Bakhmeteff (Schneebeck, 1966)	2.09 m/day		SI
Zamarin (Zamarin, 1952)	4.80 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992)	m/day	ok se sabbia media e medio-fine	NO
Krueger (Vukovich and Soro, 1992)	4.25 m/day	ok se $U > 5$	SI
Alyamani and Sen	9.64 m/day		SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004)	9.50 m/day		SI

Numero dati utilizzabili # 11
 Media μ 5.22
 Deviazione standard σ 3.89
 Valore minimo MIN 1.97
 Valore massimo MAX 13.55
 Coefficiente di variazione COV 75%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K 3.61 m/day = 4.2E-03 cm/sec

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM D421



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MACIE, mm	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	—
25.000	100.00	0.07500	—
19.000	100.00	0.05367	—
9.500	91.43	0.03799	—
4.750	79.23	0.02687	—
2.000	59.88	0.01904	—
0.850	49.47	0.01392	—
0.425	43.08	0.00984	—
0.250	32.60	0.00694	—
0.125	8.53	0.00492	—
0.106	6.92	0.00347	—
0.075	5.63	0.00245	—
0.063	4.69	0.00142	—
		0.00137	—

GHIAIA, % = 40.12
 SABBIA, % = 54.25
 IMMO-ARGILLA, % = 5.63

d_{40} mm = 0.43
 d_{60} mm = 0.26
 d_{30} mm = 0.17
 d_{20} mm = 0.14
 d_{15} mm = 0.14
 d_{10} mm = 0.13

Coefficiente di curvatura C_c = 0.52
 Coefficiente di uniformità U = 3.31

SPERIMENTATORE: Dott. S. Santini

VISTO: Geol. A. Canavero

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: 53
 CAMPIONE: 1
 PROFONDITA': -2,50 m/-2,75 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MACIE, mm	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	---
25.000	100.00	0.07590	---
19.000	94.33	0.05367	---
9.500	91.59	0.03799	---
4.750	87.23	0.02687	---
3.000	83.51	0.01904	---
0.850	77.89	0.01392	---
0.425	69.54	0.00984	---
0.250	53.07	0.00696	---
0.125	7.13	0.00492	---
0.106	4.13	0.00347	---
0.075	3.00	0.00245	---
0.063	2.31	0.00142	---
		0.00137	---

GHIAIA, % =	16.49
SABBIA, % =	80.51
IMO+ARGILLA, % =	3.00

d ₁₀ , mm =	0.30
d ₃₀ , mm =	0.24
d ₅₀ , mm =	0.18
d ₆₀ , mm =	0.17
d ₇₅ , mm =	0.16
d ₉₀ , mm =	0.13

Coefficiente di curvatura C _c =	0.83
Coefficiente di uniformità U =	2.31

SPERIMENTATORE: Dott. S. Santini

VISTO: GeoE. A. Condorelli

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d ₁₀ , mm =	0.30
d ₃₀ , mm =	0.24
d ₅₀ , mm =	0.18
d ₆₀ , mm =	0.17
d ₇₅ , mm =	0.16
d ₉₀ , mm =	0.13
U =	2.31

FOROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992):	0.42
-----------------------------------	------

CONDUCEBILITA' IDRAULICA (K)

Hazen (Hazen, 1992):	23.38 m/day	ok se U<5 e 0.1mm<d ₁₀ <3mm	Utilizzabile	SI
Beyer (Beyer, 1966):	20.93 m/day	ok se 1<U<20 e 0.06mm<d ₁₀ <0.6mm		SI
Sauerbrey (Vukovic and Soro, 1992):	17.16 m/day	ok se d ₁₀ <0.5 mm		SI
Kozery (Kozery, 1953):	20.29 m/day			SI
Kozery-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se d ₁₀ >3 mm		NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	5.28 m/day	ok se U<5		SI
Slichter (Slichter, 1898):	8.69 m/day	ok se 0.01mm<d ₁₀ <5mm		SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie		NO
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie		NO
Bakhmeteff (Schneebeck, 1966):	3.78 m/day			SI
Zamarin (Zamarin, 1952):	22.96 m/day			SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	13.03 m/day	ok se sabbia media e medio-fine		SI
Krueger (Vukovic and Soro, 1992):	m/day	ok se U>5		NO
Alyamani and Sen:	6.51 m/day			SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gibb, 2004):	9.50 m/day			SI

Numero dati utilizzabili #	11
Media μ	13.77
Deviazione standard σ	7.42
Valore minimo MIN	3.78
Valore massimo MAX	23.38
Coefficiente di variazione COV	54%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K	10.08 m/day =	1.2E-02 cm/sec
---------------------------	---------------	----------------

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: 53
 CAMPIONE: 2
 PROFONDITA': -3,00 m/-3,25 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %	DIAMETRO, mm.	PASSANTE, %
32.000	100.00	0.075	---
25.000	100.00	0.07590	---
19.000	93.99	0.05367	---
9.500	87.38	0.03799	---
4.750	84.12	0.02687	---
2.000	80.52	0.01904	---
0.850	76.73	0.01392	---
0.425	69.68	0.00984	---
0.250	56.53	0.00696	---
0.125	3.63	0.00492	---
0.106	3.17	0.00347	---
0.075	2.31	0.00245	---
0.063	1.77	0.00142	---
		0.00137	---

GHIAIA, % = 19.48
 SABBIA, % = 76.20
 LIMO + ARGILLA, % = 2.31

d_{40} mm = 0.28
 d_{60} mm = 0.24
 d_{80} mm = 0.18
 d_{90} mm = 0.17
 d_{15} mm = 0.16
 d_{10} mm = 0.13

Coefficiente di curvatura C_c = 0.89

 Coefficiente di uniformità U = 2.15

SPERIMENTATORE: Dott. S. Sanfrè

VISTO: Geol. A. Candivero

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: 53
 CAMPIONE: 2
 PROFONDITA': -3,00 m/-3,25 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{40} mm = 0.28
 d_{60} mm = 0.24
 d_{80} mm = 0.18
 d_{90} mm = 0.17
 d_{15} mm = 0.16
 d_{10} mm = 0.13
 U = 2.15

POROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992): 0.43

CONDUCEBILITA' IDRAULICA (K)

Hazen (Hazen, 1992):	23.81 m/day	ok se $U < 5$ e $0.1 \text{ mm} < d_{10} < 3 \text{ mm}$	Utilizzabile
Beyer (Beyer, 1966):	21.20 m/day	ok se $1 < U < 20$ e $0.06 \text{ mm} < d_{10} < 0.6 \text{ mm}$	SI
Sauerbrey (Vukovic and Soro, 1992):	18.06 m/day	ok se $d_{10} < 0.5 \text{ mm}$	SI
Kozeny (Kozeny, 1953):	21.35 m/day		SI
Kozeny-Carman (Bear, 1972):	m/day	ok se $d_{10} < 3 \text{ mm}$	NO
USBR (Vukovic and Soro, 1992):	5.28 m/day	ok se $U < 5$	SI
Glickler (Glickler, 1998):	9.02 m/day	ok se $0.01 \text{ mm} < d_{10} < 5 \text{ mm}$	SI
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Terzaghi (Terzaghi, 1925):	m/day	ok se sabbie grossolane e ghiaie	NO
Bakhmeteff (Schneebeil, 1966):	3.84 m/day		SI
Zamarin (Zamarin, 1952):	23.90 m/day		SI
Zunker (Vukovic and Soro, 1992):	13.29 m/day	ok se sabbia media e medio-fine	SI
Krueger (Vukovich and Soro, 1992):	m/day	ok se $U > 5$	NO
Alyamani and Sen:	6.51 m/day		SI
Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004):	9.50 m/day		SI

Numero dati utilizzabili # 11
 Media μ 14.16
 Deviazione standard σ 7.73
 Valore minimo MIN 3.84
 Valore massimo MAX 23.90
 Coefficiente di variazione COV 55%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K 10.31 m/day = 1.2E-02 cm/sec

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: S3
 CAMPIONE: 3 (SPT)
 PROFONDITA': -1,50 m/-1,95 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11



ANALISI PER SETACCIATURA		ANALISI PER AEROMETRIA	
MACIE mm	PASSANTE %	DIAMETRO mm	PASSANTE %
2.000	100.00	0.075	—
2.500	100.00	0.07590	—
3.000	100.00	0.05367	—
4.750	94.38	0.03799	—
6.000	81.78	0.02687	—
7.500	70.70	0.01904	—
9.000	58.04	0.01392	—
10.60	52.09	0.00984	—
12.50	46.51	0.00696	—
15.00	40.13	0.00492	—
18.00	34.43	0.00347	—
21.00	28.43	0.00245	—
25.00	23.09	0.00142	—
		0.00137	—

GHIAIA, % = 29.30
 SABBIA, % = 66.27
 LIMO-ARGILLA, % = 4.43

d_{10} mm = 1.00
 d_{30} mm = 0.31
 d_{50} mm = 0.18
 d_{60} mm = 0.16
 d_{10} mm = 0.13
 d_{30} mm = 0.13

Coefficiente di curvatura C_c = 0.28
 Coefficiente di uniformità U = 8.00

SPERIMENTATORE: Dott. S. Sanfili

VISTO: Geol. A. Candavero

COMMESSA: 015/2011
 COMMITTENTE: Comune di Andora
 LOCALITA': Andora
 CANTIERE: Porto di Andora
 DATA PREL CAMPIONE: ago-11
 N° ELABORATO: AG018_LAB_015/2011

MATERIALE: Sabbie
 SONDAGGIO: S3
 CAMPIONE: 3 (SPT)
 PROFONDITA': -1,50 m/-1,95 m
 DATA ESEC PROVE: ott-11

PARAMETRI FUSO GRANULOMETRICO

d_{10} mm = 1.00
 d_{30} mm = 0.31
 d_{50} mm = 0.18
 d_{60} mm = 0.16
 d_{10} mm = 0.13
 d_{30} mm = 0.13
 U = 8.00

FOROSITA' (n)

Vukovic (Vukovic and Soro, 1992): 0.31

CONDUCEBILITA' IDRAULICA (K)

Hazen (Hazen, 1892):
 Beyer (Beyer, 1966):
 Sauertbrei (Vukovic and Soro, 1992):
 Kozeny (Kozeny, 1953):
 Kozeny-Carman (Bear, 1972):
 USBR (Vukovic and Soro, 1992):
 Slichter (Slichter, 1898):
 Terzaghi (Terzaghi, 1925):
 Terzaghi (Terzaghi, 1925):
 Bakhmeteff (Schneebeli, 1966):
 Zamarn (Zamarn, 1952):
 Zunker (Vukovic and Soro, 1992):
 Krueger (Vukovich and Soro, 1992):
 Alyamani and Sen:
 Sperry & Peirce (Cronican & Gribb, 2004):

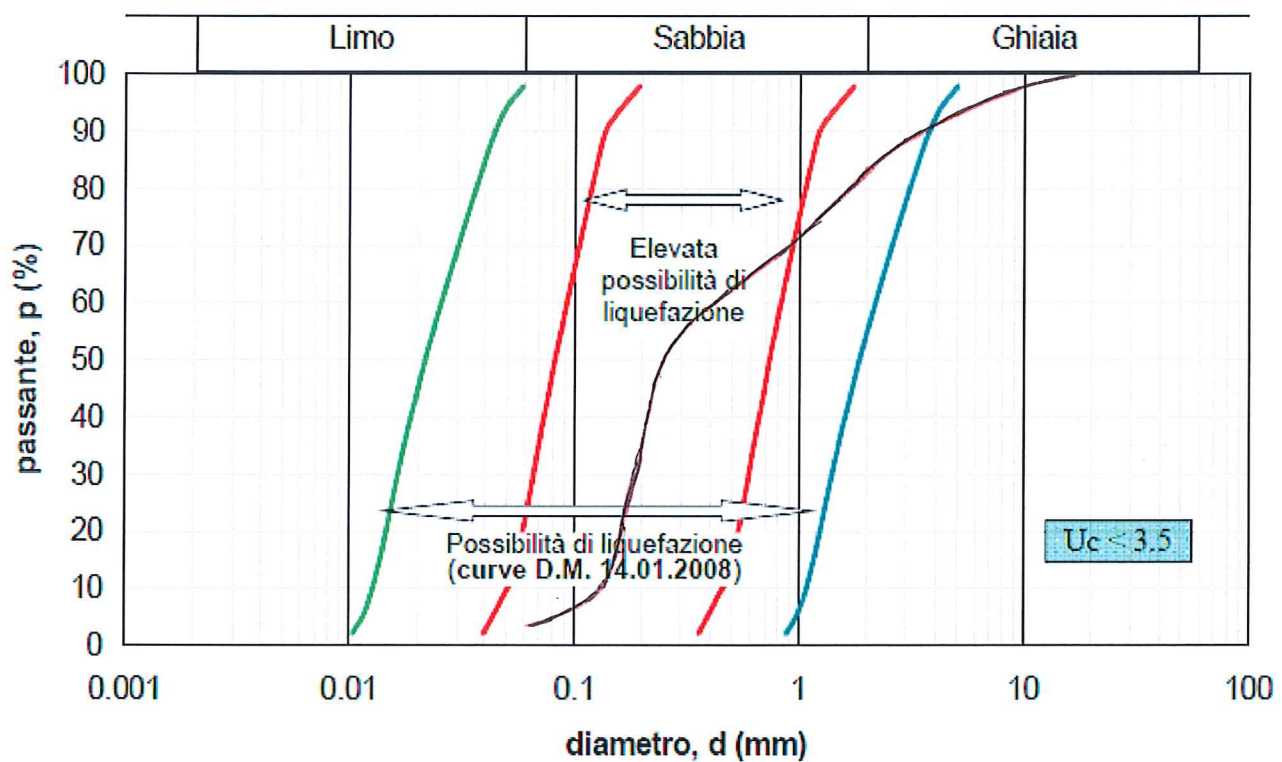
miday	ok se $U < 5$ e $0.1 \text{ mm} < d_{10} < 3 \text{ mm}$	Utilizzabile	NO
14.88 miday	ok se $1 < U < 20$ e $0.06 \text{ mm} < d_{10} < 0.6 \text{ mm}$		SI
3.19 miday	ok se $d_{10} < 0.5 \text{ mm}$		SI
5.44 miday			SI
miday	ok se $d_{10} > 3 \text{ mm}$		NO
miday	ok se $U < 5$		NO
3.02 miday	ok se $0.01 \text{ mm} < d_{10} < 5 \text{ mm}$		SI
5.57 miday	ok se sabbie grossolane e ghiaie		SI
3.18 miday	ok se sabbie grossolane e ghiaie		SI
2.35 miday			SI
7.42 miday			SI
miday	ok se sabbia media e medio-fine		NO
6.19 miday	ok se $U < 5$		SI
6.86 miday			SI
9.50 miday			SI

Numero dati utilizzabili # 11
 Media μ 6.15
 Deviazione standard σ 3.64
 Valore minimo MIN 2.35
 Valore massimo MAX 14.88
 Coefficiente di variazione COV 59%

CALCOLO DEL 5° PERCENTILE MEDIA (COX)

Conducibilità idraulica K 4.81 miday = 5.3E-03 cm/sec

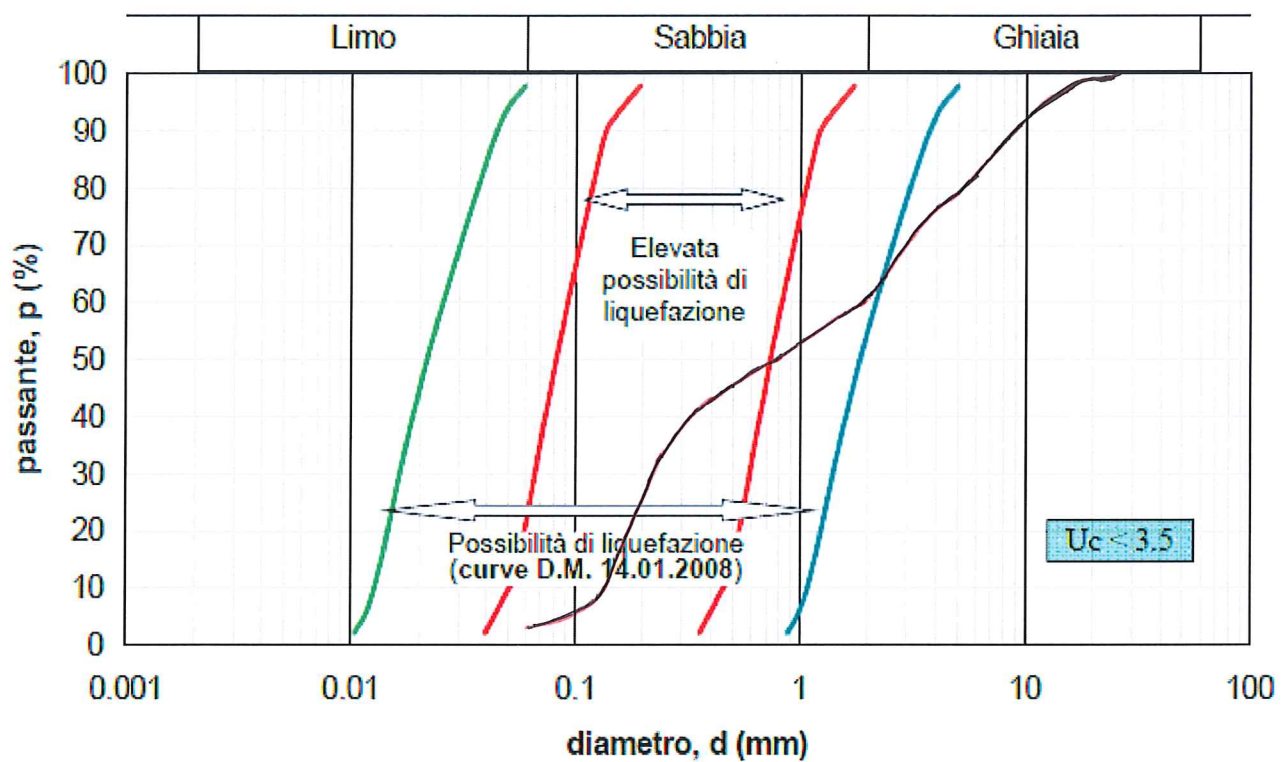
Fasce critiche (coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$)



S2-1

$U_c = 3.31$

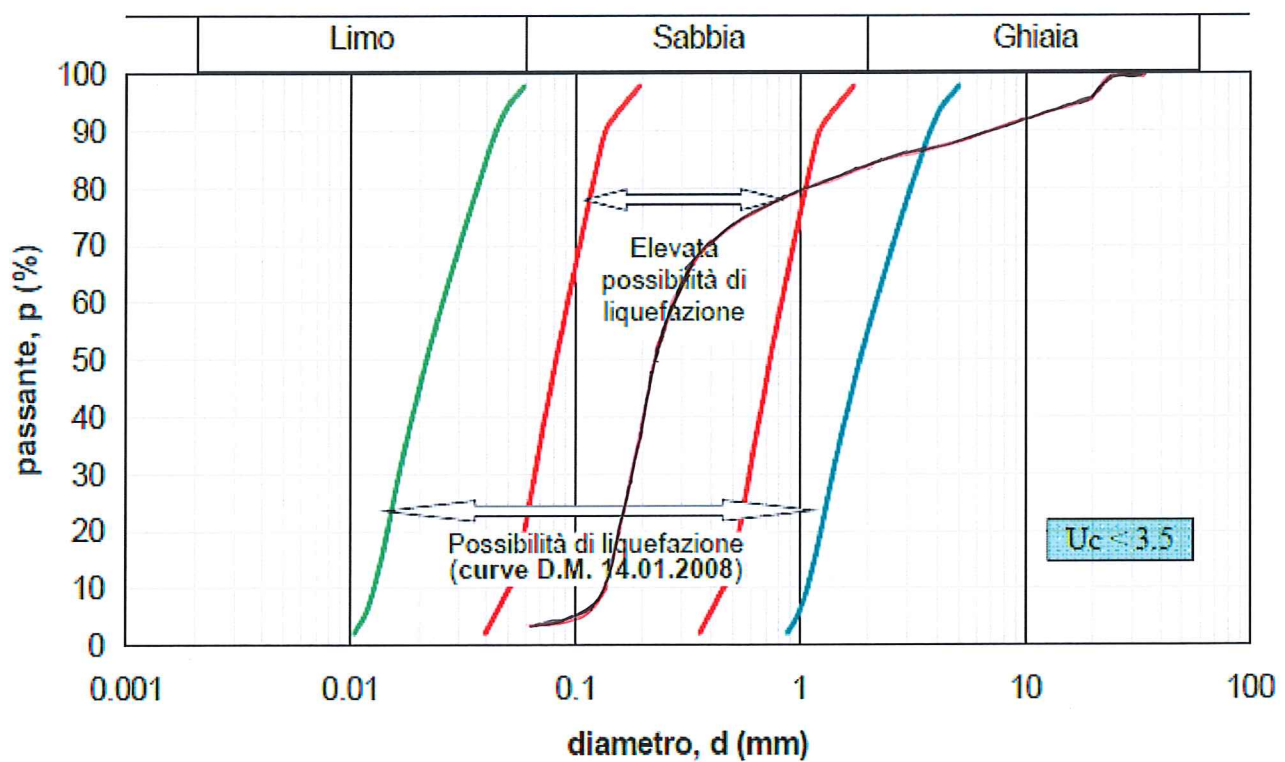
Fasce critiche (coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$)



52-2

$U_c = 3.31$

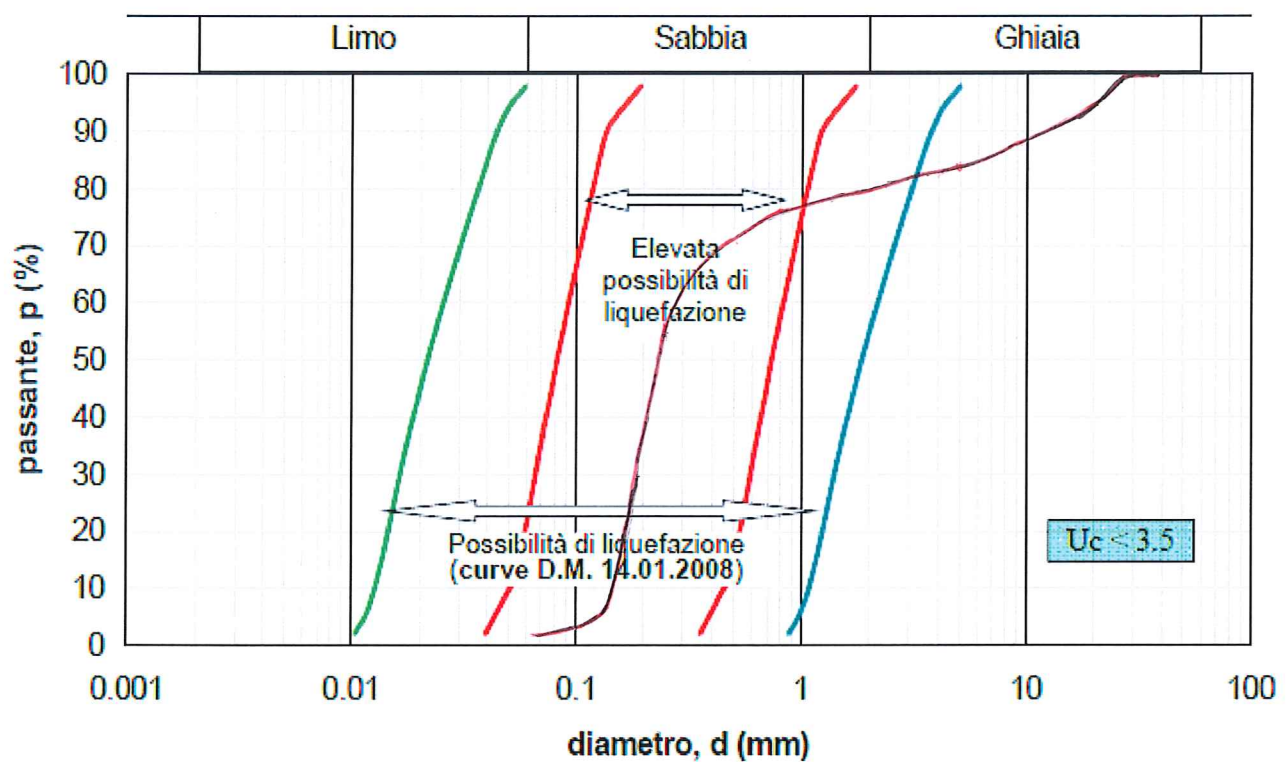
Fasce critiche (coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$)



S_3-1

$U_c = 2,31$

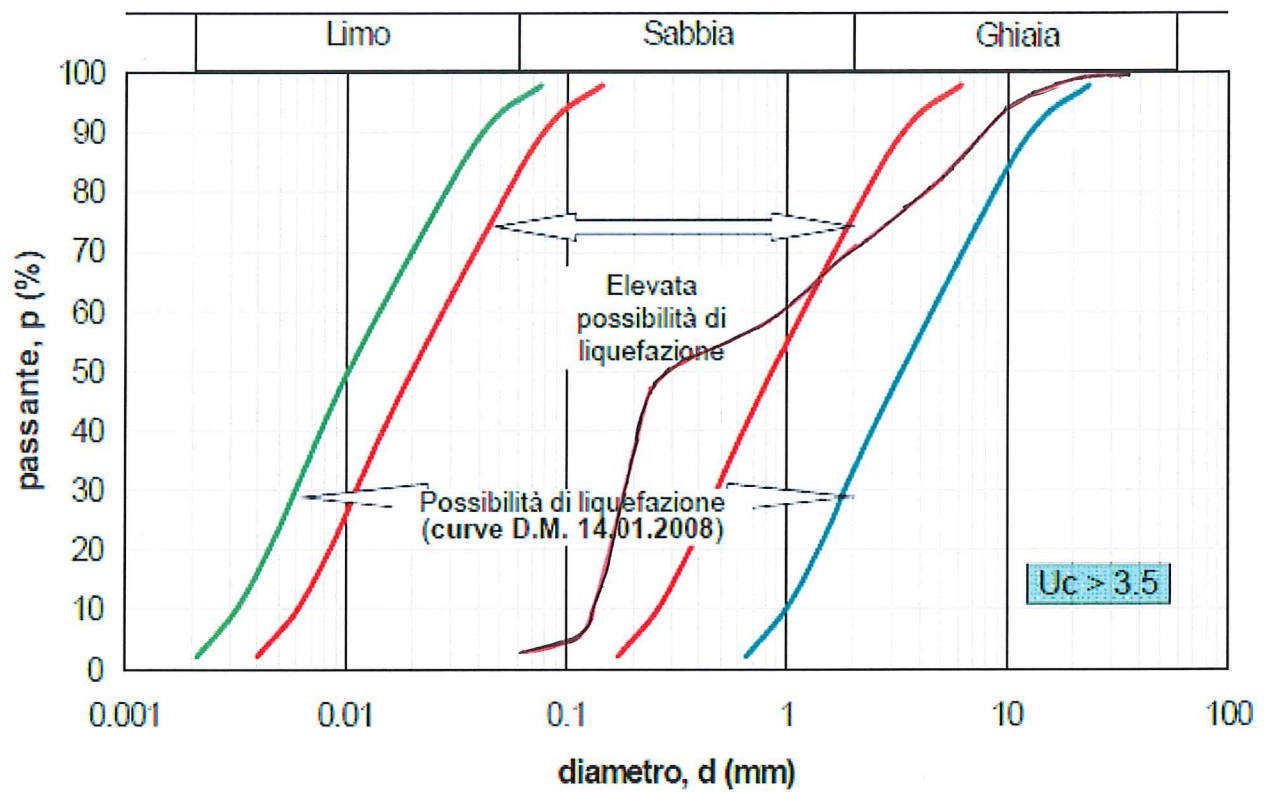
Fasce critiche (coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$)



$S_3 - 2$

$U_c = 2,15$

Fasce critiche (coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$)



$S_3 - 3$

$U_c = 8$

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL01.



Figura 6.2.1.13: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL01.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
31	24	Quarta	Scadente

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
3,3	31	153	20,3	122	17,2

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
43	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo piani o per cunei	Sistematica

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL02.



Figura 6.2.1.14: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL02.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
61	59	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
22	61	305	35	244	29

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
74	Seconda	Buona

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Stabile	Possibili blocchi	Occasionale

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL03.



Figura 6.2.1.15: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL03.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
57	51	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
15	53	288	34	231	28

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
61	Terza	Mediocre

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente Stabile	Lunga piani o per cunei	Sistematica

Stazione di rilevamento geomeccanico RIL04.



Figura 6.2.1.16: Foto stazione di rilevamento geomeccanico/geostrutturale RIL04.

Secondo Bieniawski (1973):

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
72	65	Seconda	Buona

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
45	67	363	41	290	34

Secondo Romana (1985):

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
75	Seconda	Buona

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Stabile	Possibili blocchi	Occasionale

UNIONE DEI COMUNI

DELLA VALMERULA E DI MONTAROSIO



ANDORA (SV) - STELLANELLO (SV) - TESTICO (SV) - CESIO (IM) - CHIUSANICO (IM)

COMMITTENTE

RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE

AFFIDAMENTO INCARICO PER INDAGINE GEOGNOSTICA IN RELAZIONE ALLA
PROGETTAZIONE DEL "PUO A MODIFICA DELLO SUA APPROVATO -DISTRETTO DI
TRASFORMAZIONE TR-CO2 DI P.U.C.".

CIG Unione N° ZBF25A6E59

COMUNE DI ANDORA
PROVINCIA DI SAVONA

Genova, 01_02_2019



Dott. Geol. Luca Maldotti
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)

Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

INDICE

1. PREMESSA	03
2. SONDAGGI GEOGNOSTICI	04
2.1 PERFORAZIONE	04
2.2 STRATIGRAFIA	05
3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU	07
3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T.	07
4. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	10

ALLEGATI AL TESTO

1. ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI
2. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S1
3. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S2
4. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S3
5. DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE S4
6. CERTIFICATO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)

Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

1. PREMESSA

L'Impresa M3D Costruzioni Speciali S.r.l. è stata incaricata dall'UNIONE DEI COMUNI DELLA VALMERULA E DI MONTAROSIO, con Determina Dirigenziale N°663 del 11 Novembre 2018 ad eseguire una campagna di indagini geognostiche nell'ambito del "PUO A MODIFICA DELLO SUA APPROVATO -DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 DI P.U.C.", in Comune di Andora SV.

L'incarico ha previsto, le seguenti lavorazioni:

- Esecuzione di N°04 sondaggi geognostici eseguiti a rotazione ed a c.c. della profondità rispettivamente di 12 ml. da p.c. per la verticale denominata S1, di 20 ml. da p.c. per la verticale denominata S2, di 22 ml. da p.c. per la verticale denominata S3 e di 29 ml. da p.c. per la verticale denominata S4.
- Esecuzione di prove Standard Penetration Test in avanzamento nei sondaggi S1 e S3.
- Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati di terre da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Le lavorazioni hanno avuto inizio in data 03 Dicembre 2018 e sono state ultimate in data 12 Dicembre 2018.

2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

2.1 PERFORAZIONE

Le perforazioni sono state condotte eseguendo sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo con una perforatrice idraulica Beretta T44 montata su cingoli gommati, avente le seguenti caratteristiche:

- Velocità di rotazione: 550 rpm
- Coppia massima: 650 Kgm
- Corsa continua: 350 cm
- Spinta: 4000 Kg
- Tiro: 4000 Kg
- Pompa per fluidi di perforazione pressione 50 Bar portata 200 lt

Durante l'avanzamento nei terreni sciolti sono stati utilizzati carotieri semplici con valvola a sfera in testa e calice per perforazione a secco, muniti di corone ad inserti di widia, con le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale Øest = 101 / 116 mm

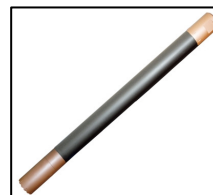
Lunghezza utile L = 150 cm.



Per il campionamento del substrato roccioso è stato utilizzato un carotiere doppio (T2/T6/T6S), con una debole circolazione di acqua, utilizzando corone diamantate, con le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale Øest = 101 / 116 mm

Lunghezza utile L = 150 cm.



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

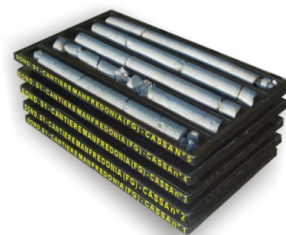
Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

In assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti del foro ad ogni manovra di carotaggio è seguita una manovra di rivestimento utilizzando tubi di diametro 127 / 140 mm, dotati di una scarpa ad inserti di widia. Le operazioni di rivestimento, viste le caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, hanno richiesto un debole circolazione di acqua.



Le carote provenienti dalle perforazioni sono state ordinate in successione continua, entro apposite cassette catalogatrici in pvc di centimetri 100 x 50 e d'altezza adeguata. Le cassette sono state in seguito fotografate da un'angolazione di circa 90°, previa l'installazione di un riferimento indicante la località del cantiere, il numero del sondaggio e le quote di riferimento delle carote. Le fotografie sono state eseguite con una fotocamera digitale.



2.2 STRATIGRAFIE

Per il sondaggio geognostico a carotaggio continuo è stata redatta la relativa stratigrafia allegata alla presente relazione, riportante tutte le informazioni riguardanti le operazioni di perforazione e le caratteristiche delle carote e dei terreni, come di seguito indicato:

a) informazioni generali del sondaggio:

- metodo di perforazione;
- diametro del foro;
- utensili utilizzati;
- lunghezza del tratto rivestito;
- metri realizzati con i diversi carotieri e le diverse corone.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)

Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

b) informazioni relative ai terreni:

- tipo di terreno;
- colore;
- massime dimensioni dei clasti e forma predominante per i terreni ghiaiosi;
- uniformità dei terreni granulari;
- struttura del terreno;
- presenza di materiale organico.

Nella stesura della descrizione è stato elencato per primo il nome del costituente principale seguito dal costituente secondario nella seguente forma, in accordo alle Raccomandazioni AGI (1977):

- preceduto dalla congiunzione "con" se rappresenta una percentuale compresa tra il 25% ed il 50 %;
- seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 10% ed il 25%;
- preceduto da "debolmente" e seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 5% ed il 10%.

Per le carote è stato inoltre determinato in sito il recupero percentuale.

Nella descrizione dei terreni sciolti è stato fatto riferimento alla seguente tabella:

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

Definizione		Diametro dei grani [mm]	Criteri d'identificazione
blocchi		>200	Visibili ad occhio nudo
Ciottoli		60-200	Visibili ad occhio nudo
Ghiaia	grossolana	20-60	Visibile ad occhio nudo
	media	6-20	
	fine	2-6	
Sabbia	grossolana	0.6-2	Visibile ad occhio nudo
	media	0.2-0.6	
	fine	0.06-0.2	
Limo		0.002-0.06	Solo se grossolano è visibile a occhio nudo, poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto, si disgrega velocemente in acqua, si essicca velocemente, possiede coesione ma può essere polverizzato tra le dita
Argilla		<0.002	Plastica, non dilatante, liscia al tatto, appiccica alle dita, si disgrega in acqua lentamente, asciuga lentamente, si ritira durante l'essiccazione, i frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita
terreno organico o vegetale			Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali
Torba			Predominano i resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità

3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU

3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT

Durante l'esecuzione della perforazione è stata richiesta l'esecuzione di alcune prove Standard Penetration Test; tale prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova S.P.T. è stata quella di dimensioni standard (Raccomandazioni A.G.I. per la programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche, 1977).

Il dispositivo di percussione comprende: testa di battitura avvitata sulle aste, un maglio del peso di 63.5 kg (± 0.5 kg), ed un sistema di guida sganciamento automatico del maglio, che assicura una corsa a caduta libera di 75 cm. La prova d'infissione, avvenuta in fondo al foro



IMMAGINE DI ARCHIVIO

precedentemente pulito, consiste nel far penetrare il campionatore in questo caso a punta aperta per tratti successivi di 15 cm., registrando ogni volta il numero di colpi necessari (N_1 , N_2 , N_3). Con il primo tratto, detto di "avviamento", s'intende superare la zona di terreno rimaneggiata in fase di perforazione; se con $N_1 = 50$ colpi l'avviamento è minore di 15 cm., l'infissione deve essere sospesa e la prova si dichiara conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Se il tratto di avviamento è stato superato, si conteggiano N_2 e N_3 (da 15 a 30 e da 30 a 45 cm.) fino ad un limite complessivo di 100 colpi ($N_2 + N_3$), raggiunto il quale si sospende la prova annotando l'avanzamento ottenuto. Il parametro caratteristico della prova $N_{S.P.T.}$ è: $N_{S.P.T.} = N_2 + N_3$

Si rimanda agli allegati per la verifica dei dati ottenuti.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

4. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Durante le operazioni di carotaggio, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori, sono stati prelevati alcuni di terreno sia indisturbati che rimaneggiati. I campioni, prelevati a quote differenti a seconda delle caratteristiche degli orizzonti individuati, sono stati recapitati presso il laboratorio geotecnico RINA - G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing S.r.l. di Genova – Campi per essere sottoposti a prove di riconoscimento.

Si rimanda agli allegati per la verifica dei dati ottenuti.

Certi di aver adempiuto correttamente ed in modo esaustivo all'incarico conferitoci, rimaniamo comunque a disposizione per eventuali chiarimenti e/o approfondimenti di indagine.

Genova, 01_02_2019



Dott. Geol. Luca Maldotti
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

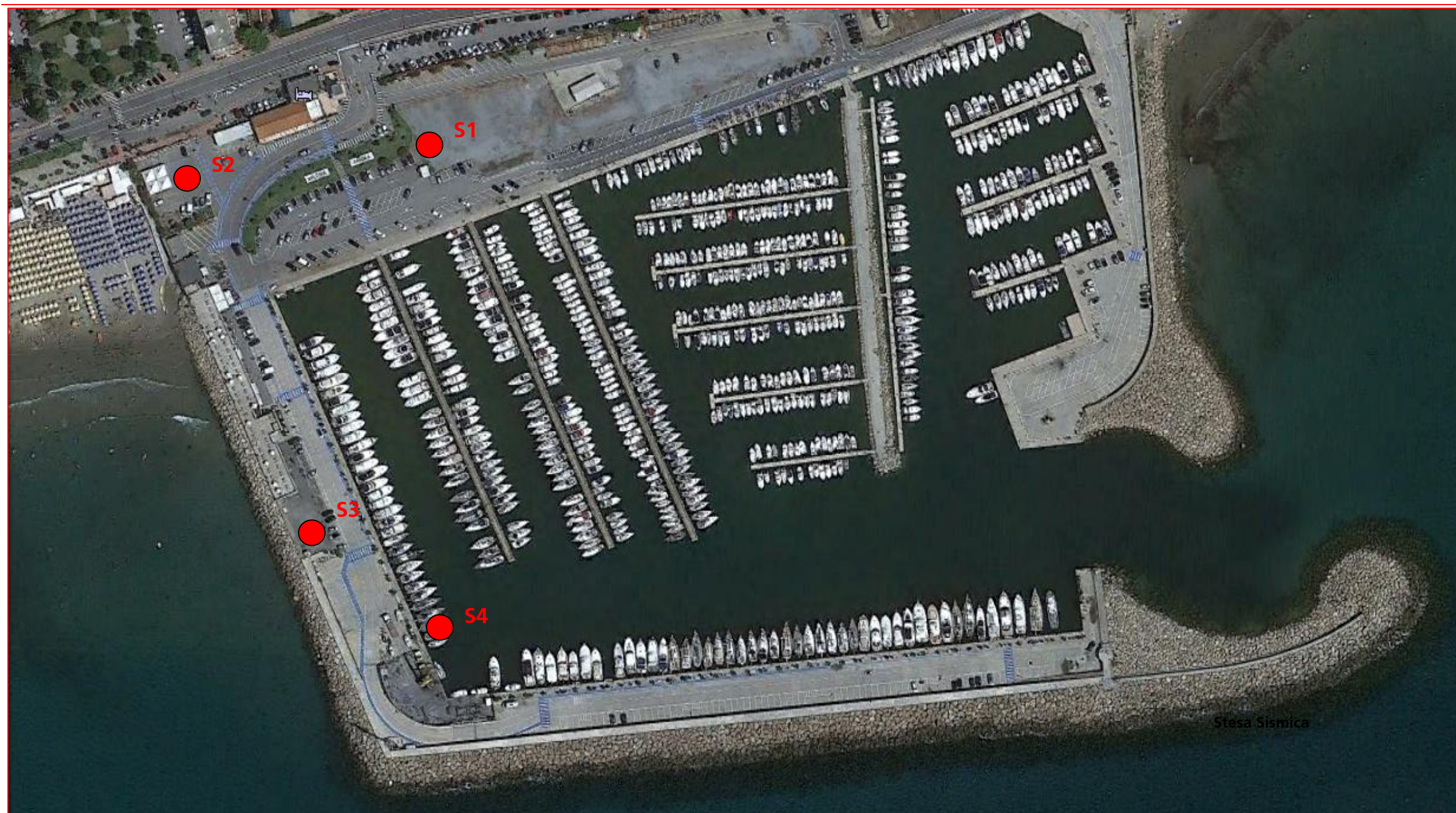
T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

ALLEGATI



1	ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI	M3D091_18 LM	01_02_2019	-	Luca Maldotti	UNIONE COMUNI VALMERULA E MONTAROSIO
N°	allegato	codice	data	scala	redatto	committente

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



2 DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1

N° **allegato**

M3D091_18

codice

01_02_2019

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

UNIONE COMUNI VALMERULA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



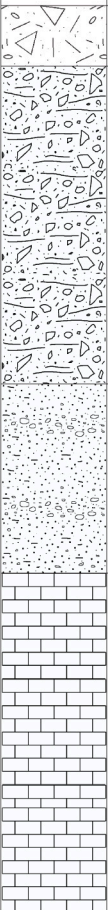
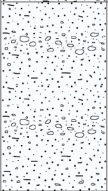
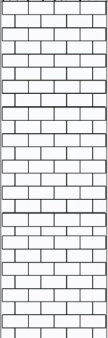
M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

**STRATIGRAFIA
SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

Sigla sondaggio

S1

Committente: COMUNE DI ANDORA	<u>Dati di perforazione</u>
Cantiere: Porto turistico di Andora	Tipo di perforazione: <i>carotaggio continuo</i>
Località: Andora (SV)	Diametro perforazione: <i>101 mm</i>
Data: Inizio 03/12/18 Fine 04/12/18	Rivestimento: <i>127 mm - da 0.00 m a 7.50 m</i>
Quota: +1.25 m. s.l.m.	Carotiere semplice: <i>da 0.00 m a 7.50 m</i>
	Carotiere doppio: <i>da 7.50 m a 12.00 m</i>
	Corona diamantata: <i>da 7.50 m a 12.00 m</i>
	Strumentazione: -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro				Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile			Falda
					Standard Penetration Test		Lefranc	Lugeon			Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	
			10 30 50 70 90		prof.	Risultato	N _{SPT}							
	0.00	Materiale di riporto costituito da ghiaia con sabbia eterometriche debolmente limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore beige.												
	0.80	Ghiaia eterometrica da sabbiosa a con sabbia eterometrica debolmente limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; da poco addensata a moderatamente addensata (valori di N _{SPT} pari a 7, 11 e 13 rispettivamente a 1.50 m, 3.00 m e 4.50 m di profondità); colore beige-grigio.			1.50	1 - 2 - 5	7							
					3.00	1 - 4 - 7	11							
					4.50	3 - 4 - 9	13							
	5.00	Sabbia eterometrica debolmente ghiaiosa; moderatamente addensata (valore di N _{SPT} pari a 11 a 6.00 m di profondità); colore grigio.			6.00	4 - 3 - 8	11							
	7.50	Substrato roccioso costituito da calcari di colore grigio, fratturato, localmente molto fratturato, con discontinuità ravvicinate, localmente molto ravvicinate. Superfici di discontinuità con locali patine di alterazione e inclinazioni comprese tra 10°-30°. Presenza di vene di calcite da millimetriche a centimetriche.									7.50			
	12.00											12.00	12.00	
	20.00													

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m.** a **5.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m.** a **10.00 m.** →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°3**
 Prof. da **10.00 m. a 12.00 m.** →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



3 DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S2

N° allegato

M3D091_18

codice

01_02_2019

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

UNIONE COMUNI VALMERULA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



Associazione Imprese Fondazioni
consolidamenti - indagini nel sottosuolo





M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

**STRATIGRAFIA
SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

Sigla sondaggio

S2

Committente: COMUNE DI ANDORA	<u>Dati di perforazione</u>
Cantiere: Porto turistico di Andora	Tipo di perforazione: <i>carotaggio continuo</i>
Località: Andora (SV)	Diametro perforazione: <i>101 mm</i> Casse: 4
Data: Inizio 07/12/18 Fine 07/12/18	Rivestimento: <i>127 mm - da 0.00 m a 16.00 m</i>
Quota: +3.25 m. s.l.m.	Carotiere semplice: <i>da 0.00 m a 20.00 m</i>
	Carotiere doppio: -
	Corona diamantata: -
	Strumentazione: -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro				Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile			Falda
					Standard Penetration Test		Lefranc	Lugeon			Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	
			10 30 50 70 90		prof.	Risultato	N _{spt}							
	0.00	Materiale di riporto costituito da ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore							76 mm					
	1.00	Ghiaia con sabbia eterometriche debolmente limosa e debolmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore grigio.												
	2.80	Ghiaia prevalentemente grossolana con ciottoli e blocchi calcarei; colore grigio.												
	4.60	Sabbia grossolana con ghiaia eterometrica debolmente limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; moderatamente addensata (valori di N _{SPT} pari a 25 e 18 rispettivamente a 6.00 m e 8.50 m di profondità); colore beige.			6.00	8 - 12 - 13	25							
					8.50	11 - 8 - 10	18							
	9.10	Ghiaia con sabbia eterometriche limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; moderatamente addensata (valori di N _{SPT} pari a 22 e 27 rispettivamente a 11.00 m e 13.50 m di profondità); colore beige-grigio.			11.00	9 - 11 - 11	22							
					13.50	12 - 12 - 15	27							
					15.00	6 - R 3 cm	R							
	15.00	Limo argilloso; colore grigio.												
	20.00													

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°1**
 Prof. da **0.00 m.** a **5.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°2**
 Prof. da **5.00 m.** a **10.00 m.** →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°3**
 Prof. da **10.00 m. a 15.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S2** - Cassetta: **n°4**
 Prof. da **15.00 m. a 20.00 m.** →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



4 DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S3

N° **allegato**

M3D091_18

codice

01_02_2019

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

UNIONE COMUNI VALMERULA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

**STRATIGRAFIA
SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

Sigla sondaggio

S3

Committente: **COMUNE DI ANDORA**

Cantiere: **Porto turistico di Andora**

Località: **Andora (SV)**

Data: **Inizio 04/12/18 Fine 06/12/18**

Quota: **+1.50 m .s.l.m.**

Dati di perforazione

Tipo di perforazione: *carotaggio continuo*

Diametro perforazione: *101 mm*

Casse: 5

Rivestimento: *127 mm - da 0.00 m a 19.50 m*

Carotiere semplice: *da 0.00 m a 19.50 m*

Carotiere doppio: *da 19.50 m a 22.40 m*

Corona diamantata: *da 19.50 m a 22.40 m*

Strumentazione: -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro				Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile			Falda
					Standard Penetration Test		Lefranc	Lugeon			Menard	Carotiere semplice	Carotiere doppio	
	0.00		10 30 50 70 90		prof.	Risultato	N _{spt}		76 mm					
	0.80	Materiale di riporto costituito da ghiaia con sabbia eterometriche debolmente limosa, localmente ciottolosa; clasti poligenici, da angolari a subangolari; colore beige-grigio. Ghiaia prevalentemente medio-grossolana sabbioso-ciottolosa con presenza di blocchi lapidei; clasti poligenici angolari-subangolari; colore dal beige al grigio.												
	5.00	Ghiaia eterometrica da sabbiosa a con sabbia eterometrica da debolmente limosa a localmente limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; moderatamente addensata (valori di N _{SPT} pari a 12, 15, 18 e 27 rispettivamente a 6.00 m, 9.00 m, 10.50 m e 13.50 m di profondità); colore beige-grigio.			6.00	3 - 4 - 8	12							
	15.00	Sabbia eterometrica debolmente ghiaiosa; moderatamente addensata (valore di N _{SPT} pari a 23 a 15.00 m di profondità); colore grigio.												
	15.70	Ghiaia prevalentemente medio-grossolana da sabbiosa a con sabbia eterometrica debolmente limosa e ciottolosa oltre i 18.00 m di profondità e con presenza di blocchi oltre i 19.50 m di profondità; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore beige-grigio.			17.20	12 - R 3 cm	R							



M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

**STRATIGRAFIA
SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

Sigla sondaggio

S3

Committente: COMUNE DI ANDORA	<u>Dati di perforazione</u>
Cantiere: Porto turistico di Andora	Tipo di perforazione: <i>carotaggio continuo</i>
Località: Andora (SV)	Diametro perforazione: <i>101 mm</i> Casse: 5
Data: Inizio 04/12/18 Fine 06/12/18	Rivestimento: <i>127 mm - da 0.00 m a 19.50 m</i>
Quota: +1.50 m. s.l.m.	Carotiere semplice: <i>da 0.00 m a 19.50 m</i>
	Carotiere doppio: <i>da 19.50 m a 22.40 m</i>
	Corona diamantata: <i>da 19.50 m a 22.40 m</i>
	Strumentazione: -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro				Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile			Falda
					Standard Penetration Test	Lefranc	Lugeon	Menard			Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	
	20,00		10 30 50 70 90		prof.	Risultato	N _{sp}							
		Ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa presenza di blocchi; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore grigio.												
	21,10	Blocco di calcare di colore grigio.												
	21,50	Blocco di ruditi a grana molto grossolana inglobante clasti prevalentemente calcarei.												
	22,40											22,40	22,40	

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: S3 - Cassetta: n°1
 Prof. da 0.00 m. a 5.00 m. →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: S3 - Cassetta: n°2
 Prof. da 5.00 m. a 10.00 m. →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°3**
 Prof. da **10.00 m. a 15.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°4**
 Prof. da **15.00 m. a 20.00 m.** →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S3** - Cassetta: **n°5**
 Prof. da **20.00 m.** a **22.40 m.** →

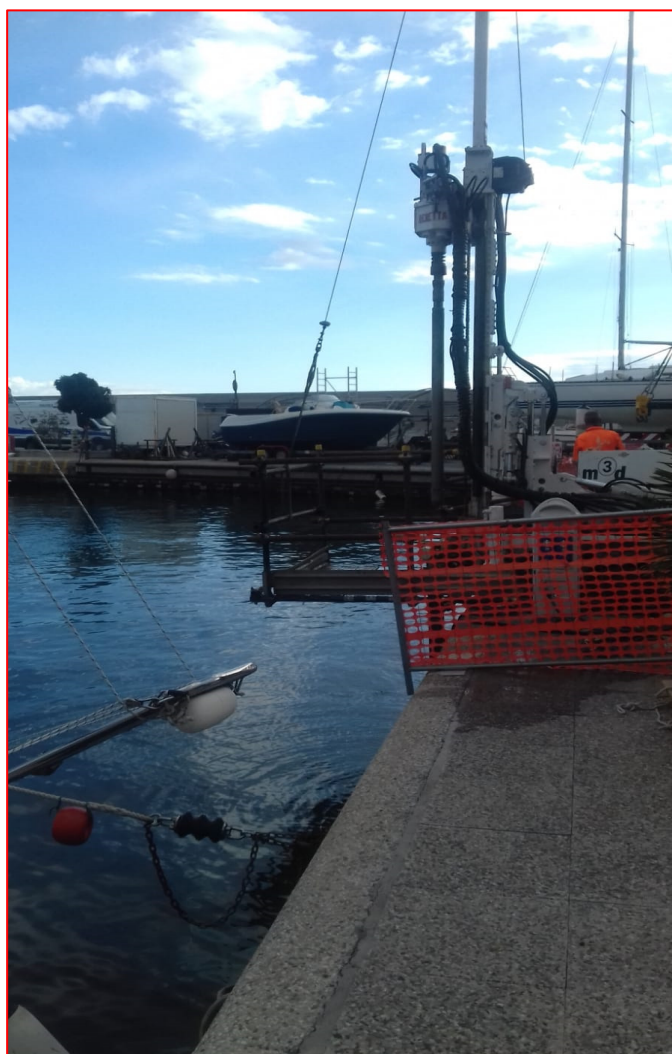
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



5 DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO S4

N° allegato

M3D091_18

codice

01_02_2019

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

UNIONE COMUNI VALMERULA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

**STRATIGRAFIA
SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

Sigla sondaggio

S4

Committente:	COMUNE DI ANDORA	Dati di perforazione
Cantiere:	Porto turistico di Andora	Tipo di perforazione: carotaggio continuo
Località:	Andora (SV)	Diametro perforazione: 101 mm
Data:	Inizio 11/12/18 Fine 12/12/18	Casse: 6
Quota:	0.0 m. s.l.m.	Rivestimento: 127 mm da 0.00 m a 28.50 m + 1.50 m h pontone
		Carotiere semplice: da 4.50 m a 29.00 m
		Carotiere doppio: -
		Corona diamantata: -
		Strumentazione: -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro				Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile			Falda
					Standard Penetration Test	Lefranc	Lugeon	Menard			Carotiere semplice	Carotiere doppio	Corona Diamantata	
	0.00		10 30 50 70 90		prof.	Risultato	N _{sp}		76 mm					
		FONDALE MARINO												
	4.50	Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore grigio-beige.												
	5.00	Sabbia prevalentemente fine limosa debolmente ghiaiosa e debolmente ciottolosa; colore grigio.												
	8.20	Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore grigio.												
	10.00	Sabbia prevalentemente fine limosa debolmente ghiaiosa; colore grigio.												
	18.00	Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa, localmente con limo, debolmente ciottolosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati, localmente arrotondati; colore grigio-beige.												
	20.00													



M3D Costruzioni Speciali S.r.l.
Via al Santuario di N.S. della Guardia 49A rosso
16162 GENOVA
tel. 010 2518889 e-mail: info@m3dsrl.com

**STRATIGRAFIA
SONDAGGIO GEOGNOSTICO**

Sigla sondaggio

S4

Committente: COMUNE DI ANDORA	<u>Dati di perforazione</u>
Cantiere: Porto turistico di Andora	Tipo di perforazione: <i>carotaggio continuo</i>
Località: Andora (SV)	Diametro perforazione: <i>101 mm</i> Casse: 6
Data: Inizio 11/12/18 Fine 12/12/18	Rivestimento: <i>127 mm da 0.00 m a 28.50 m + 1.50 m h pontone</i>
Quota: 0.0 m. s.l.m.	Carotiere semplice: <i>da 4.50 m a 29.00 m</i>
	Carotiere doppio: -
	Corona diamantata: -
	Strumentazione: -

Litologia	Profondità	Descrizione litologica	% Carotaggio	Campioni	Prove geotecniche in foro				Inclinometro	Piezometro Casagrande	Utensile				Falda
					Standard Penetration Test		N _{spt}	Lefranc			Lugeon	Menard	Carotiere semplice	Carotiere doppio	
	20,00	Ghiaia eterometrica sabbioso-limosa, localmente con limo, debolmente ciottolosa; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati, localmente arrotondati; colore grigio-beige.	10 30 50 70 90		prof.	Risultato									
	29,00											29,00			

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°1**
 Prof. da **0.00 m.** a **5.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°2**
 Prof. da **5.00 m.** a **10.00 m.** →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°3**
 Prof. da **10.00 m. a 15.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°4**
 Prof. da **15.00 m. a 20.00 m.** →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°5**
 Prof. da **20.00 m. a 25.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI ANDORA**
 Sondaggio: **S4** - Cassetta: **n°6**
 Prof. da **25.00 m. a 29.00 m.** →

C.F. e P.IVA> 01293970990 - N° Iscr. Reg. Impr. GE> 01293970990 - R.E.A. della CCIAA GE> 398554



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com

E-mail info@m3dsrl.com

6 CERTIFICATO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

N° allegato

M3D091_18

codice

01_02_2019

data

-

scala

Luca Maldotti

redatto

UNIONE COMUNI VALMERULA

committente

Cod. Fisc. P. IVA > 01293970990 N° Iscr. Reg. Impr. Genova > 01293970990 R.E.A. della CCIAA Genova > 398554



Associazione Imprese Fondazioni
consolidamenti - indagini nel sottosuolo



RAPPORTO DI PROVA n. 19003-01

Verbale di accettazione N. 19003 del 07/12/2018

Data di emissione: 01/02/2019

Cliente: M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Cantiere: COMUNE DI ANDORA

Genova, 01/02/2019

Paolo Brasey
(Direttore del laboratorio)

a RINA company

RINA Consulting - GET S.r.l.

Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA Consulting S.p.A.

Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova

Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.rinaconsulting.org - rinaconsulting@rina.org

C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381 - Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.

Sede legale: Via S. Nazaro, 19 - 16145 Genova (GE)

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 Ci1

Profondità (m) : 7.00-7.50

Data Ricevimento : 07/12/2019

Tipo Campione : Indisturbato

Data Esecuzione Prova : 12/01/2019

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Peso lordo umido	(g)	1391.40
Peso lordo secco	(g)	1165.54
Peso tara	(g)	25.79
Peso netto secco	(g)	1139.75
Peso acqua	(g)	225.86
Contenuto in acqua	(%)	19.8

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 Ci1
Profondità (m) : 7.00-7.50
Tipo Campione : Indisturbato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 15/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	5.41
Sabbia (%)	82.38
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	12.21
D. max (mm)	21.0

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	1.140
D ₆₀ (mm)	0.227
D ₅₀ (mm)	0.206
D ₃₀ (mm)	0.155
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente
Note:

SETACCIATURA

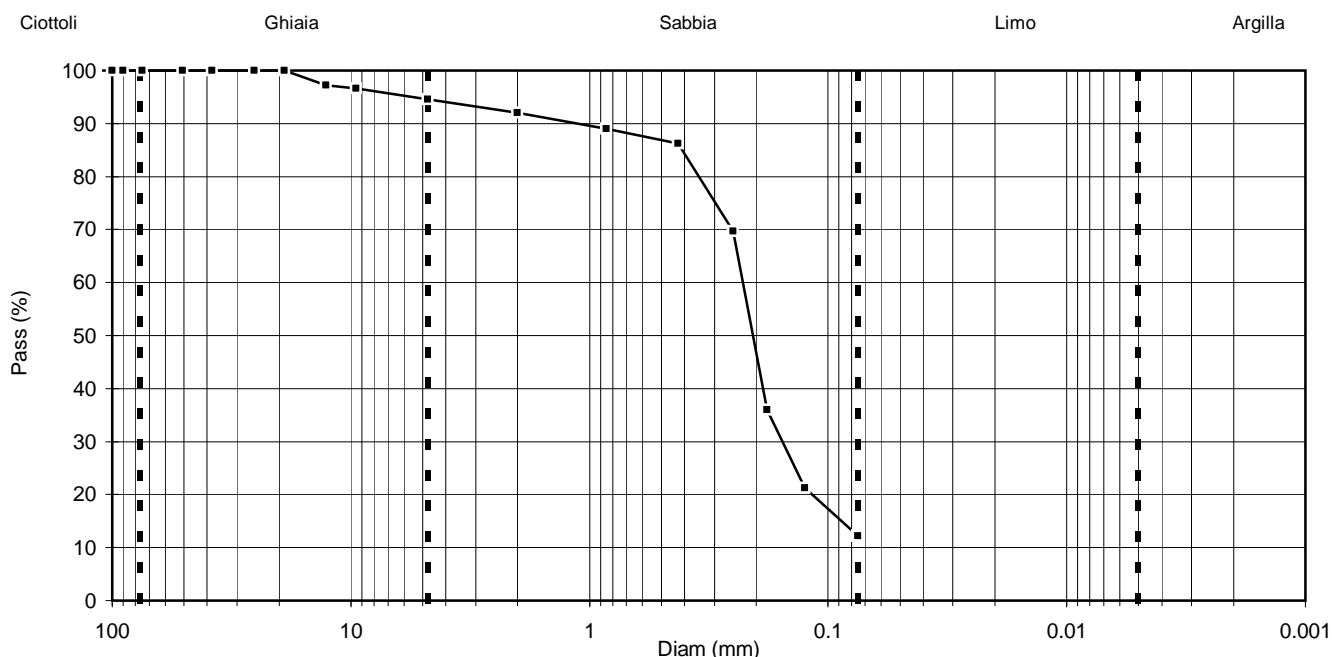
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	97.28

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	96.57
4.75	94.59
2.00	91.99
0.85	88.96
0.425	86.28
0.250	69.65
0.180	36.04
0.125	21.27
0.075	12.21

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 Ci1

Profondità (m) : 7.00-7.50

Tipo Campione : Indisturbato

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 17/01/2019

Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

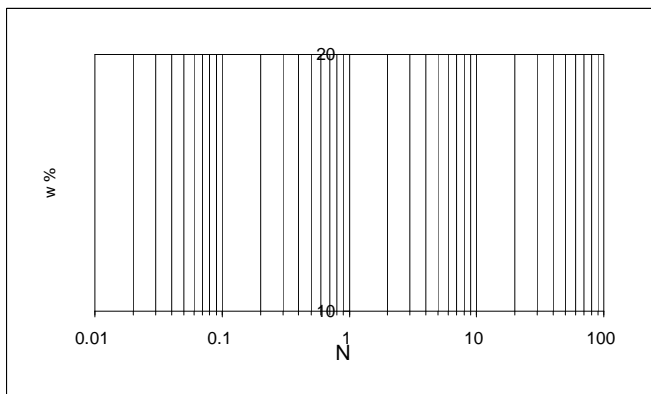
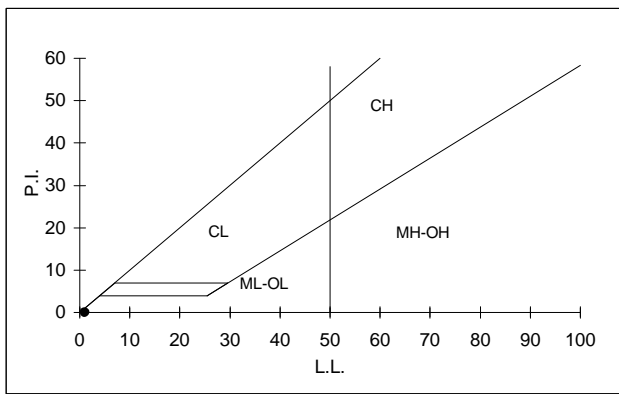
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 Ci1

Profondità (m) : 7.00-7.50

Data Ricevimento : 07/12/2019

Tipo Campione : Indisturbato

Data Esecuzione Prova : 12/01/2019

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	2.98
Altezza	(cm)	3.95
Peso lordo	(g)	95.30
Peso tara	(g)	43.92
Peso netto	(g)	51.38
Volume	(cm ³)	27.55
Peso di volume	(kN/m³)	18.30

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 Ci2

Profondità (m) : 12.00-12.80

Data Ricevimento : 07/12/2019

Tipo Campione : Indisturbato

Data Esecuzione Prova : 12/01/2019

Descrizione del Materiale : Sabbia poco gradata

Peso lordo umido	(g)	690.87
Peso lordo secco	(g)	604.05
Peso tara	(g)	209.31
Peso netto secco	(g)	394.74
Peso acqua	(g)	86.82
Contenuto in acqua	(%)	22.0

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 Ci2
Profondità (m) : 12.00-12.80
Tipo Campione : Indisturbato
Descrizione del Materiale : Sabbia poco gradata

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 15/01/2019
Class. U.S.C.S. : SP

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	95.96
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	4.04
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.397
D ₆₀ (mm)	0.251
D ₅₀ (mm)	0.227
D ₃₀ (mm)	0.187
D ₁₀ (mm)	0.120
C _c	1.16
C _u	2.08

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.
Durezza : N.D.

Note:

SETACCIATURA

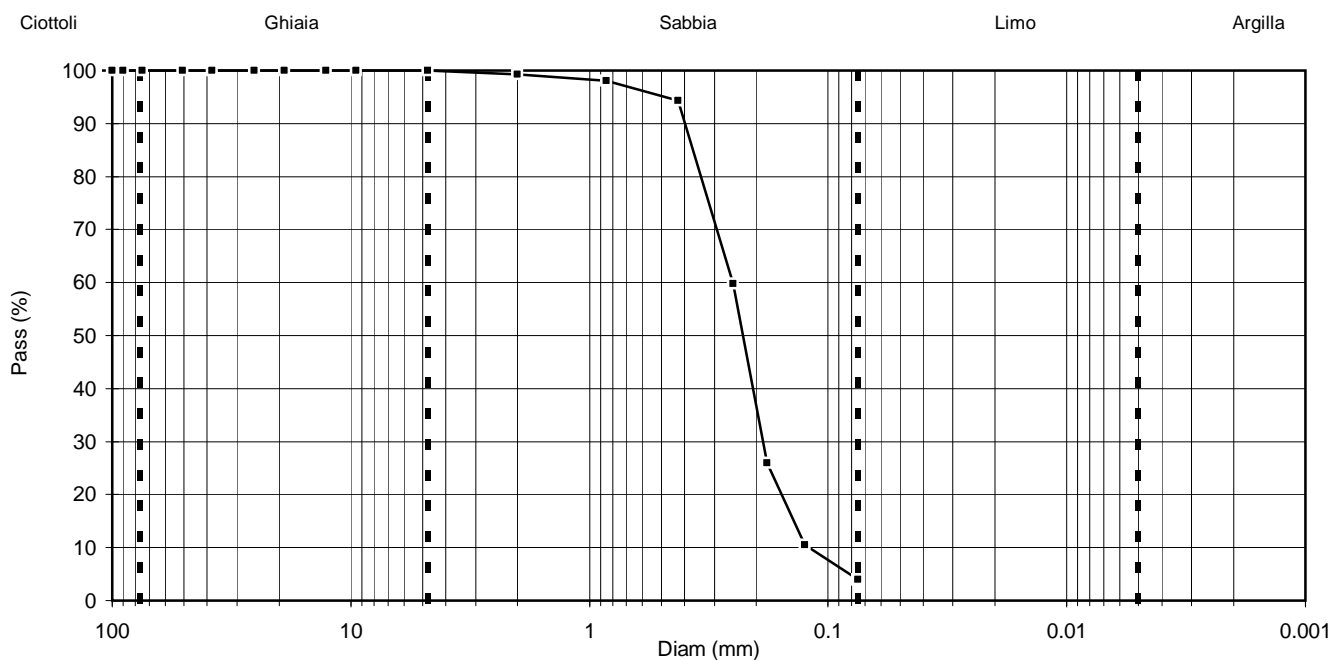
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	99.25
0.85	98.05
0.425	94.37
0.250	59.83
0.180	25.91
0.125	10.47
0.075	4.04

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S3 Ci2		
Profondità (m) :	12.00-12.80		Data Ricevimento : 07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato		Data Esecuzione Prova : 02/01/1900
Descrizione del Materiale :	Sabbia poco gradata		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	2.98
Altezza	(cm)	3.95
Peso lordo	(g)	96.27
Peso tara	(g)	43.92
Peso netto	(g)	52.35
Volume	(cm ³)	27.55
Peso di volume	(kN/m³)	18.64

Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 Ci1

Profondità (m) : 9.00-9.60

Data Ricevimento : 07/12/2019

Tipo Campione : Indisturbato

Data Esecuzione Prova : 14/01/2019

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Peso lordo umido	(g)	695.95
Peso lordo secco	(g)	619.20
Peso tara	(g)	208.67
Peso netto secco	(g)	410.53
Peso acqua	(g)	76.75
Contenuto in acqua	(%)	18.7

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

Note :

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 Ci1
Profondità (m) : 9.00-9.60
Tipo Campione : Indisturbato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 16/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	71.83
Limo (%)	22.90
Argilla (%)	5.27
Fini (%)	28.17
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.229
D ₆₀ (mm)	0.152
D ₅₀ (mm)	0.132
D ₃₀ (mm)	0.079
D ₁₀ (mm)	0.011
C _c	3.59
C _u	13.35

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.
Durezza : N.D.

Note:

SETACCIATURA

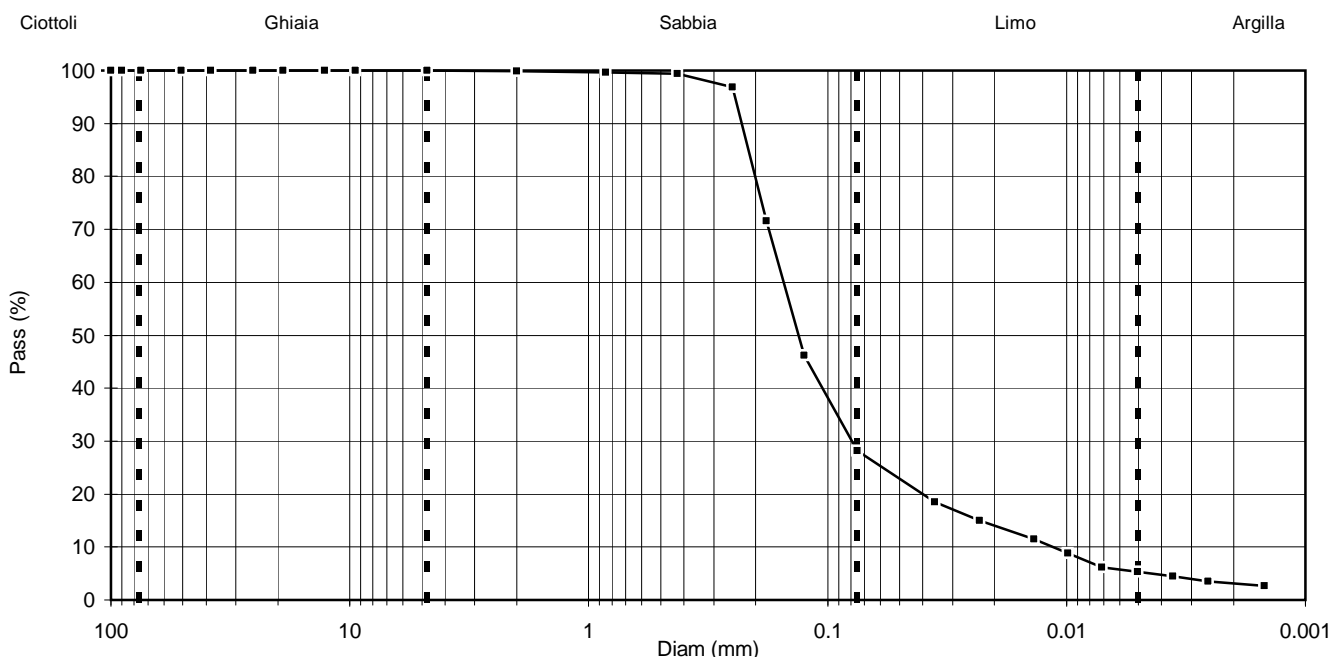
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	99.85
0.85	99.64
0.425	99.37
0.250	96.85
0.180	71.61
0.125	46.23
0.075	28.17

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0357	18.54
0.0232	15.01
0.0137	11.48
0.0099	8.83
0.0071	6.18
0.0050	5.30
0.0036	4.42
0.0026	3.53
0.0015	2.65



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 Ci1

Profondità (m) : 9.00-9.60

Tipo Campione : Indisturbato

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 16/01/2019

Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

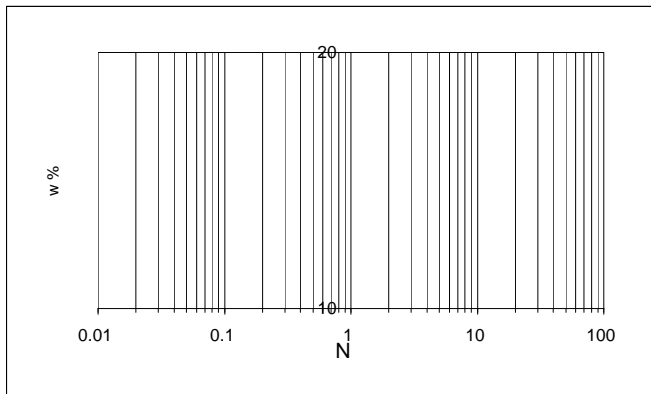
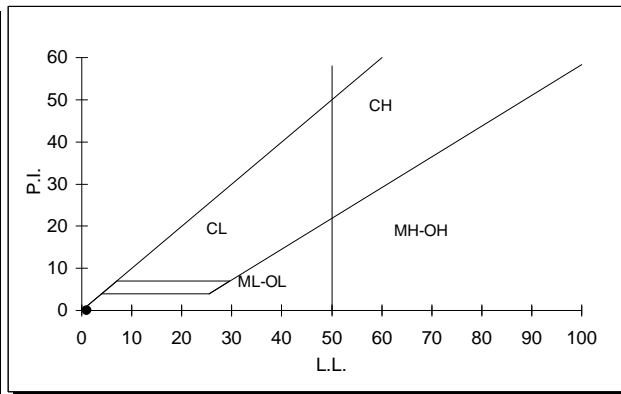
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	COMUNE DI ANDORA		
Identificazione Campione :	S4 Ci1		
Profondità (m) :	9.00-9.60		Data Ricevimento : 07/12/2019
Tipo Campione :	Indisturbato		Data Esecuzione Prova : 14/01/2019
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	2.98
Altezza	(cm)	3.95
Peso lordo	(g)	99.29
Peso tara	(g)	43.92
Peso netto	(g)	55.37
Volume	(cm ³)	27.55
Peso di volume	(kN/m³)	19.72

Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S1 C1
Profondità (m) : 4.00-4.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SW-SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.08
Sabbia (%)	89.10
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	10.82
D. max (mm)	5.0

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.312
D ₆₀ (mm)	0.203
D ₅₀ (mm)	0.187
D ₃₀ (mm)	0.144
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angular
Durezza : hard and durable

Note:

-

-

SETACCIATURA

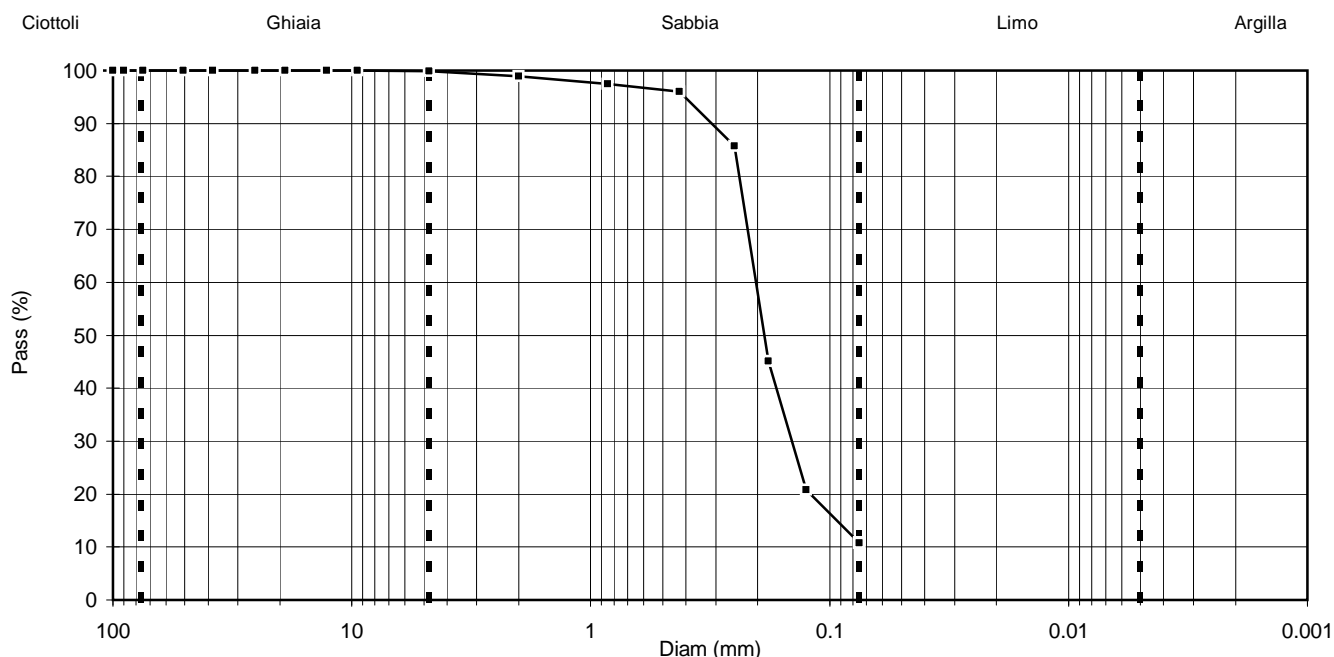
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	99.92
2.00	98.87
0.85	97.45
0.425	96.04
0.250	85.71
0.180	45.05
0.125	20.83
0.075	10.82

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S1 C1

Profondità (m) : 4.00-4.50

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 00/01/1900

Class. U.S.C.S. : SW-SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	0	0	0
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

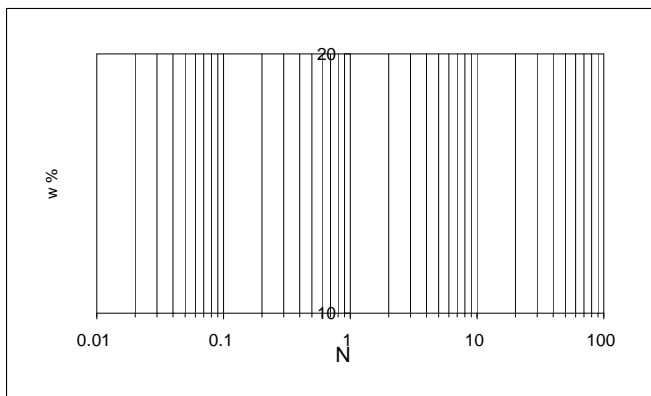
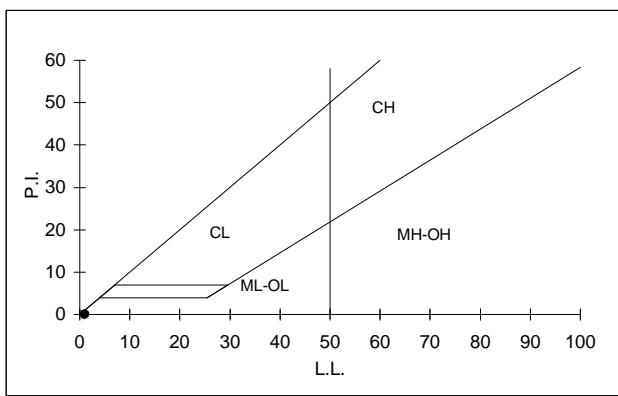
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S1 C2
Profondità (m) : 7.00-7.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SW-SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	8.62
Sabbia (%)	81.62
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	9.76
D. max (mm)	25.0

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	3.736
D ₆₀ (mm)	0.603
D ₅₀ (mm)	0.381
D ₃₀ (mm)	0.202
D ₁₀ (mm)	0.077
C _c	0.87
C _u	7.79

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

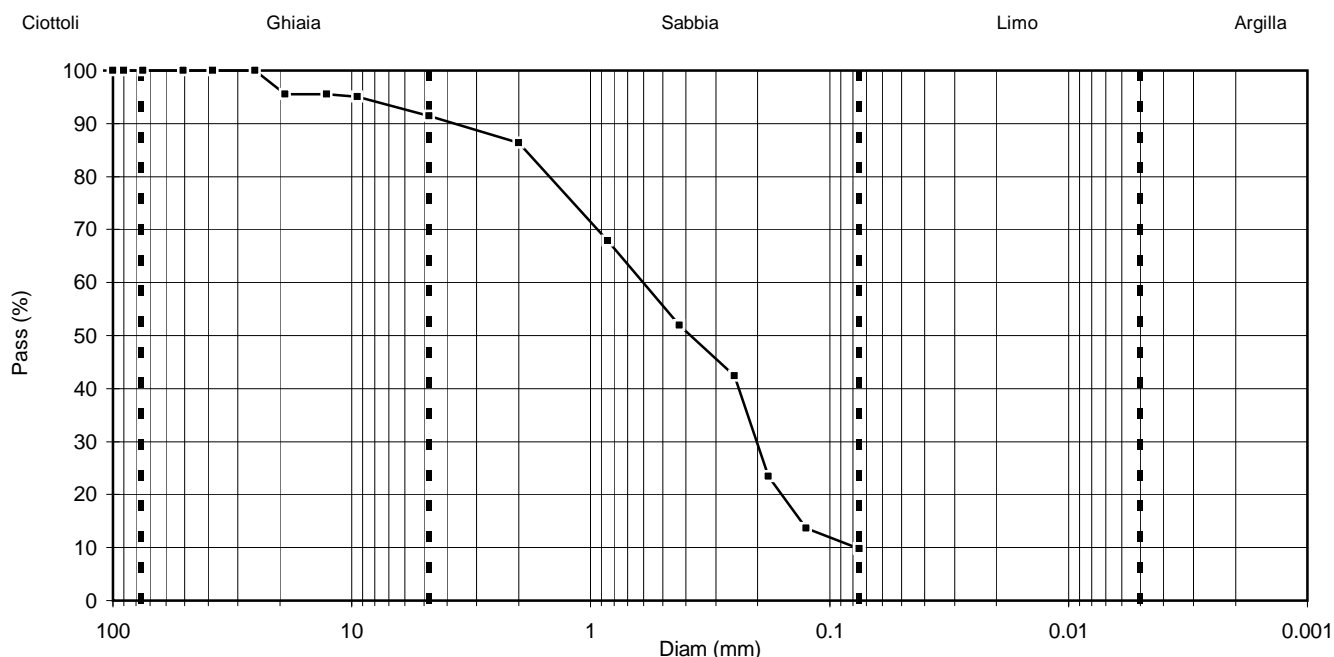
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	95.49
12.70	95.49

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	95.08
4.75	91.38
2.00	86.41
0.85	67.90
0.425	51.97
0.250	42.37
0.180	23.38
0.125	13.67
0.075	9.76

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S1 C2
Profondità (m) : 7.00-7.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 00/01/1900
Class. U.S.C.S. : SW-SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	0	0	0
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

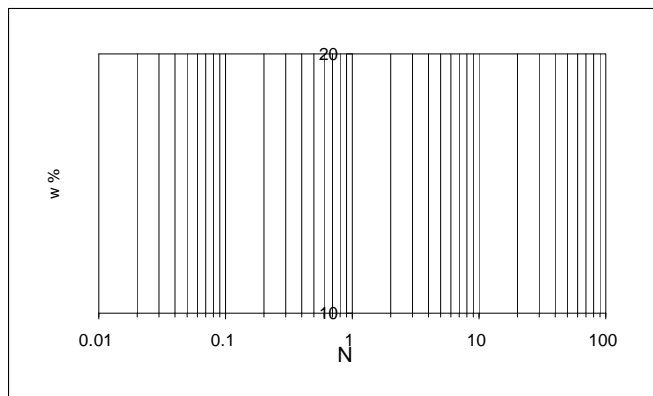
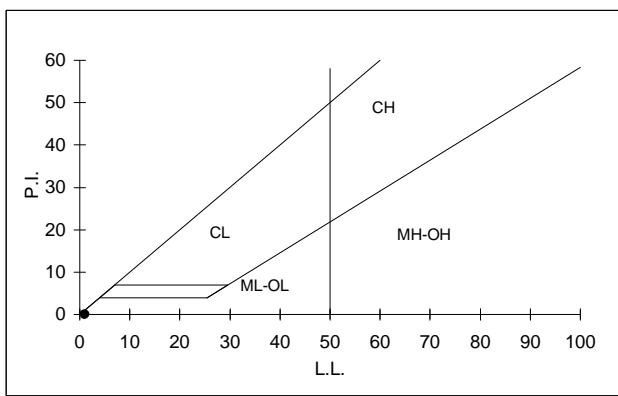
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S2 C1
Profondità (m) : 7.00-7.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.16
Sabbia (%)	83.69
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	15.15
D. max (mm)	8.0

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	1.282
D ₆₀ (mm)	0.224
D ₅₀ (mm)	0.201
D ₃₀ (mm)	0.148
D ₁₀ (mm)	N.D.
C _c	N.D.
C _u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : alterata e friabile

Note:

-

-

SETACCIATURA

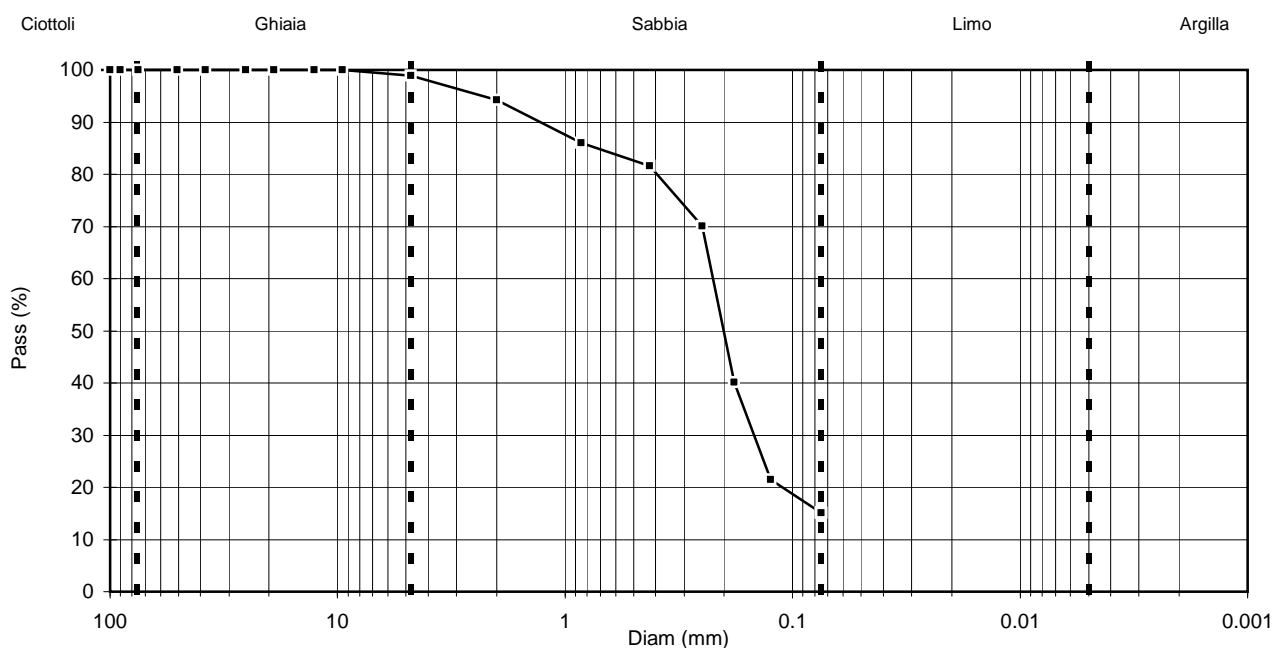
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	98.84
2.00	94.26
0.85	86.06
0.425	81.62
0.250	70.09
0.180	40.14
0.125	21.45
0.075	15.15

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S2 C1

Profondità (m) : 7.00-7.50

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 15/01/2019

Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

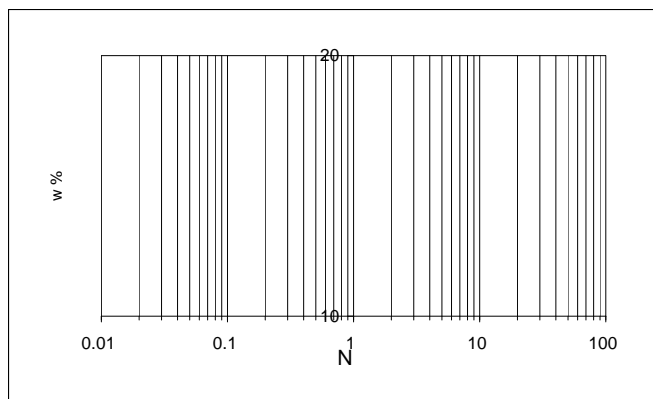
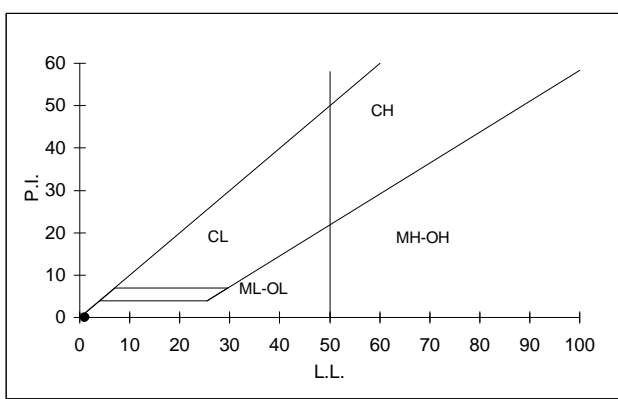
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S2 C2
Profondità (m) : 9.50-10.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.92
Sabbia (%)	57.20
Limo (%)	32.66
Argilla (%)	8.22
Fini (%)	40.88
D. max (mm)	8.0

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.575
D ₆₀ (mm)	0.190
D ₅₀ (mm)	0.145
D ₃₀ (mm)	0.045
D ₁₀ (mm)	0.008
C _c	1.30
C _u	22.73

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

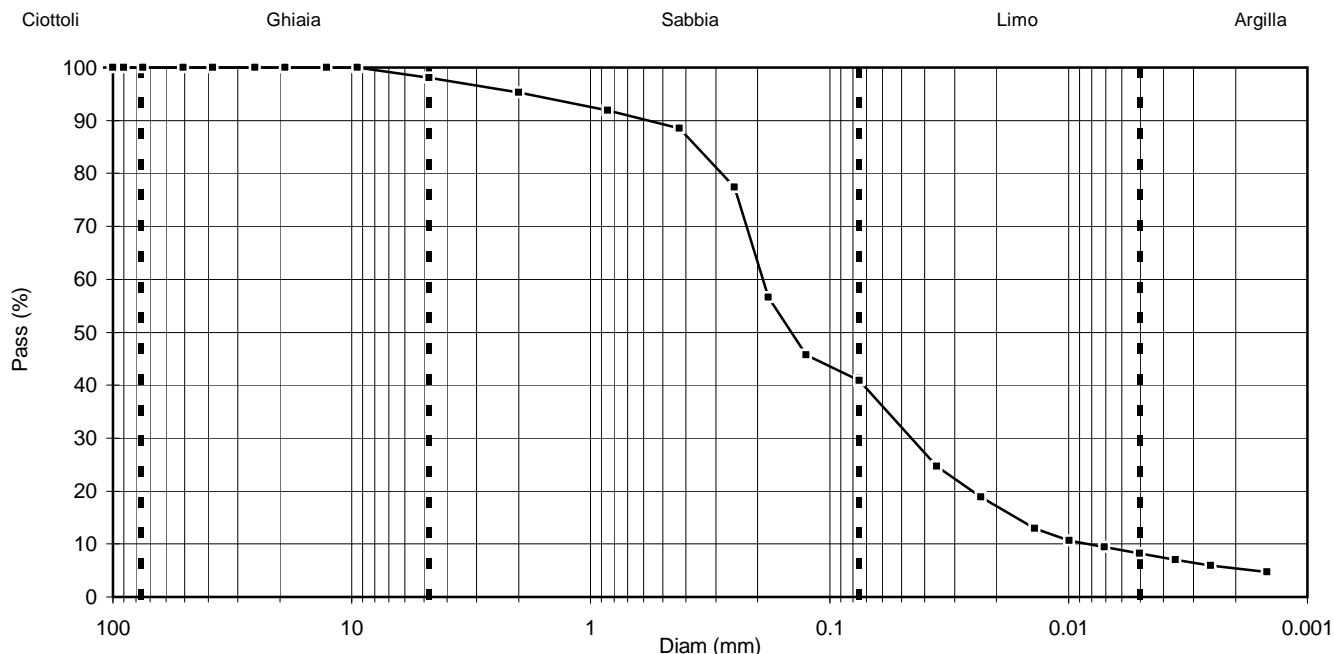
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	98.08
2.00	95.26
0.85	91.91
0.425	88.52
0.250	77.35
0.180	56.53
0.125	45.69
0.075	40.88

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0356	24.72
0.0233	18.84
0.0139	12.95
0.0099	10.59
0.0071	9.42
0.0050	8.24
0.0036	7.06
0.0025	5.89
0.0015	4.71



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S2 C2

Profondità (m) : 9.50-10.00

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 16/01/2019

Class. U.S.C.S. : SC

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

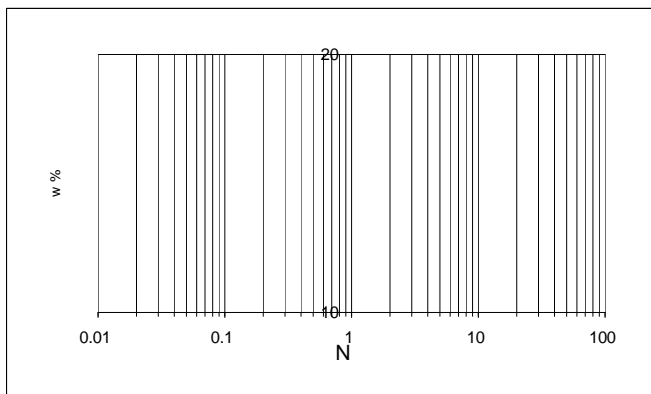
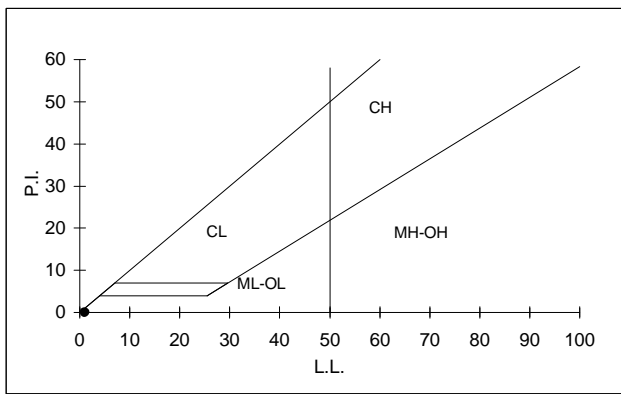
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 C1
Profondità (m) : 6.00 -6.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	2.16
Sabbia (%)	62.05
Limo (%)	28.89
Argilla (%)	6.90
Fini (%)	35.79
D. max (mm)	11.6

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.478
D ₆₀ (mm)	0.161
D ₅₀ (mm)	0.133
D ₃₀ (mm)	0.060
D ₁₀ (mm)	0.014
C _c	1.58
C _u	11.35

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

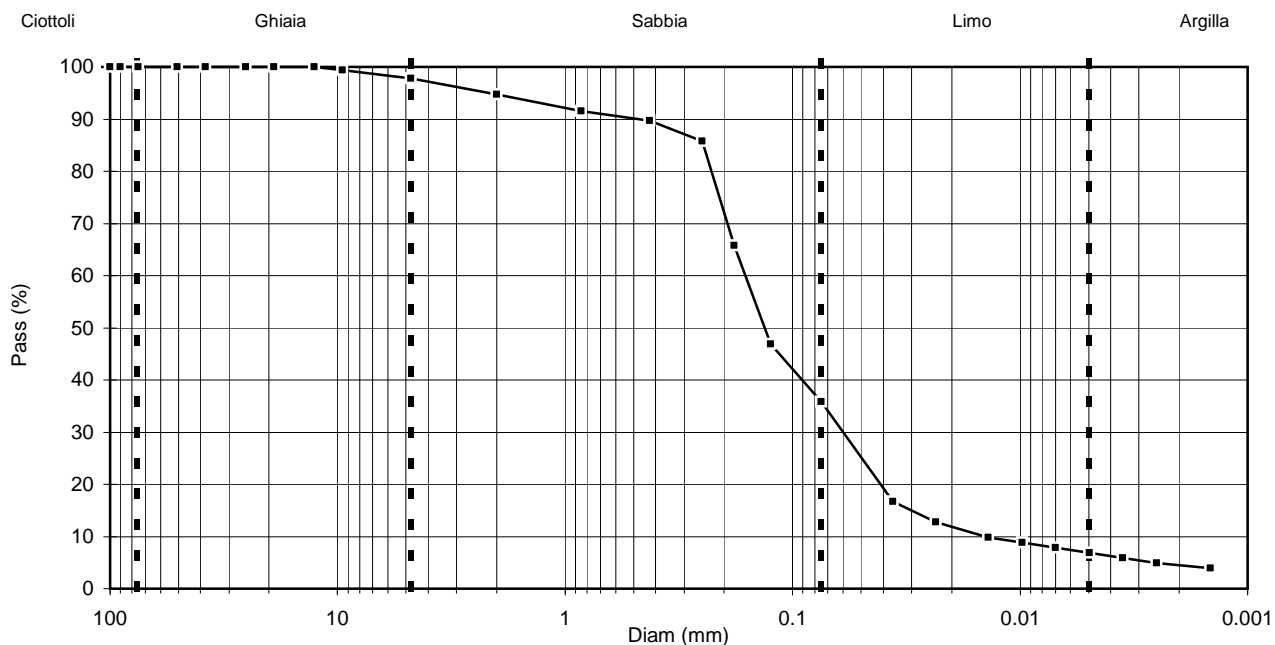
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	99.41
4.75	97.84
2.00	94.77
0.85	91.57
0.425	89.68
0.250	85.80
0.180	65.75
0.125	46.82
0.075	35.79

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0361	16.72
0.0235	12.79
0.0138	9.84
0.0098	8.85
0.0070	7.87
0.0050	6.89
0.0035	5.90
0.0025	4.92
0.0015	3.94



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 C1

Profondità (m) : 6.00 -6.50

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 15/01/2019

Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

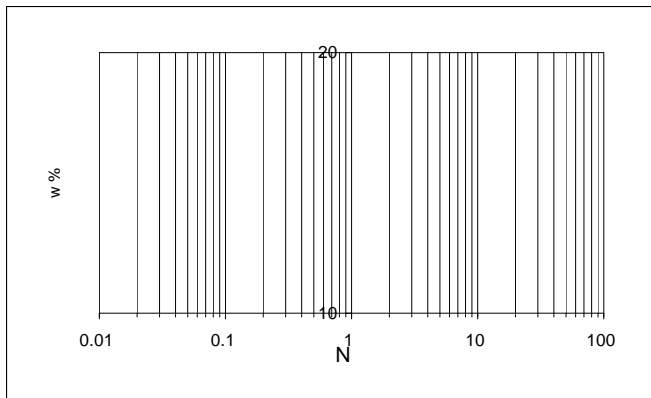
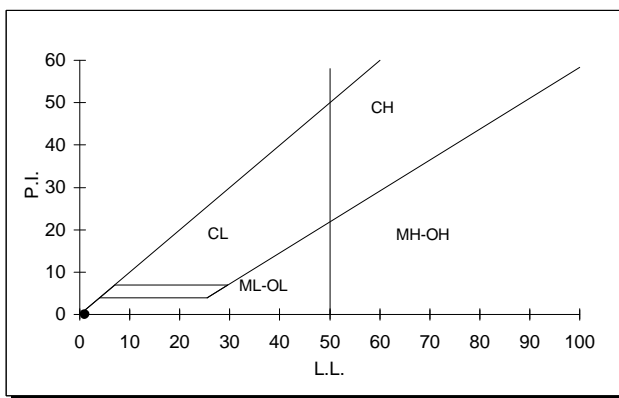
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 C2
Profondità (m) : 9.00-9.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 09/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.75
Sabbia (%)	77.32
Limo (%)	17.85
Argilla (%)	3.08
Fini (%)	20.93
D. max (mm)	8.5

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.445
D ₆₀ (mm)	0.167
D ₅₀ (mm)	0.148
D ₃₀ (mm)	0.101
D ₁₀ (mm)	0.029
C _c	2.15
C _u	5.80

GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata
Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

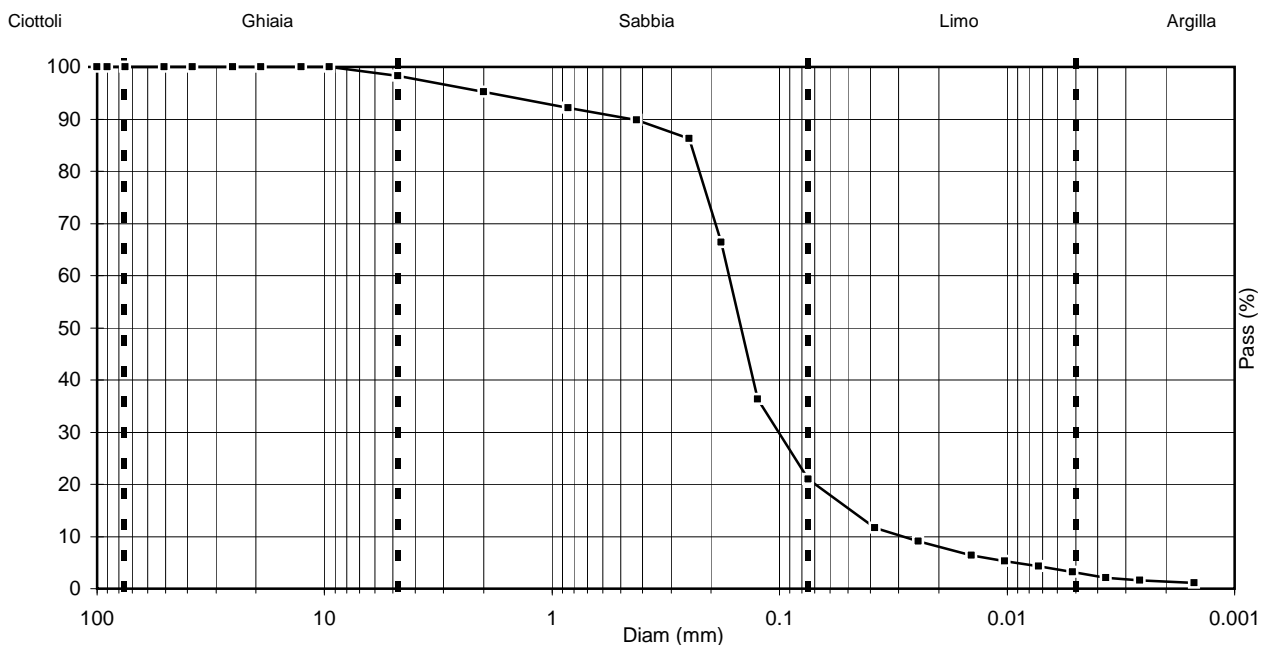
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	98.25
2.00	95.23
0.85	92.10
0.425	89.85
0.250	86.29
0.180	66.39
0.125	36.29
0.075	20.93

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0382	11.71
0.0245	9.05
0.0144	6.39
0.0102	5.32
0.0073	4.26
0.0052	3.19
0.0037	2.13
0.0026	1.60
0.0015	1.06



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S3 C2

Profondità (m) : 9.00-9.50

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 16/01/2019

Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

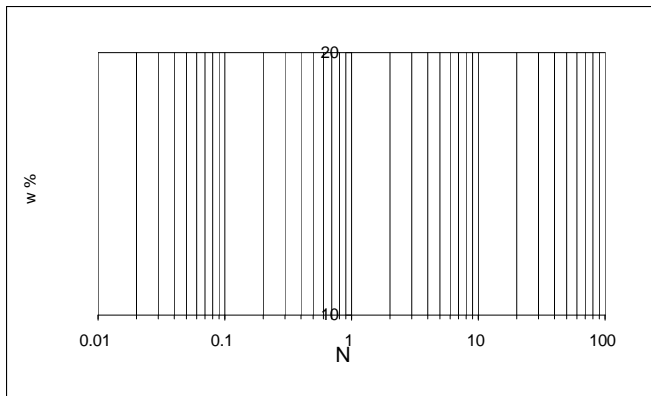
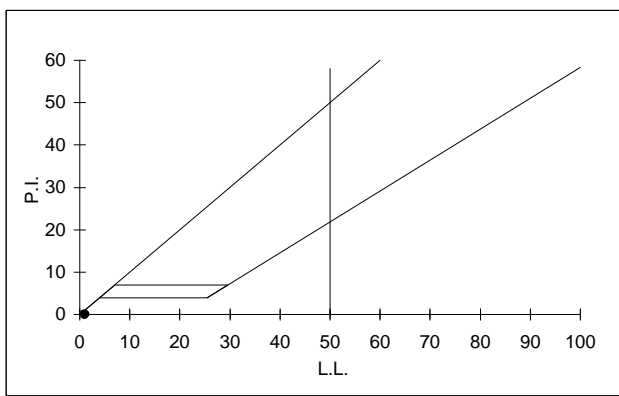
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 C1
Profondità (m) : 7.50-8.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	56.21
Limo (%)	33.63
Argilla (%)	10.16
Fini (%)	43.79
D. max (mm)	N.D.

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.177
D ₆₀ (mm)	0.109
D ₅₀ (mm)	0.086
D ₃₀ (mm)	0.043
D ₁₀ (mm)	0.005
C _c	3.46
C _u	22.61

GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.
Durezza : N.D.

Note:

-

-

SETACCIATURA

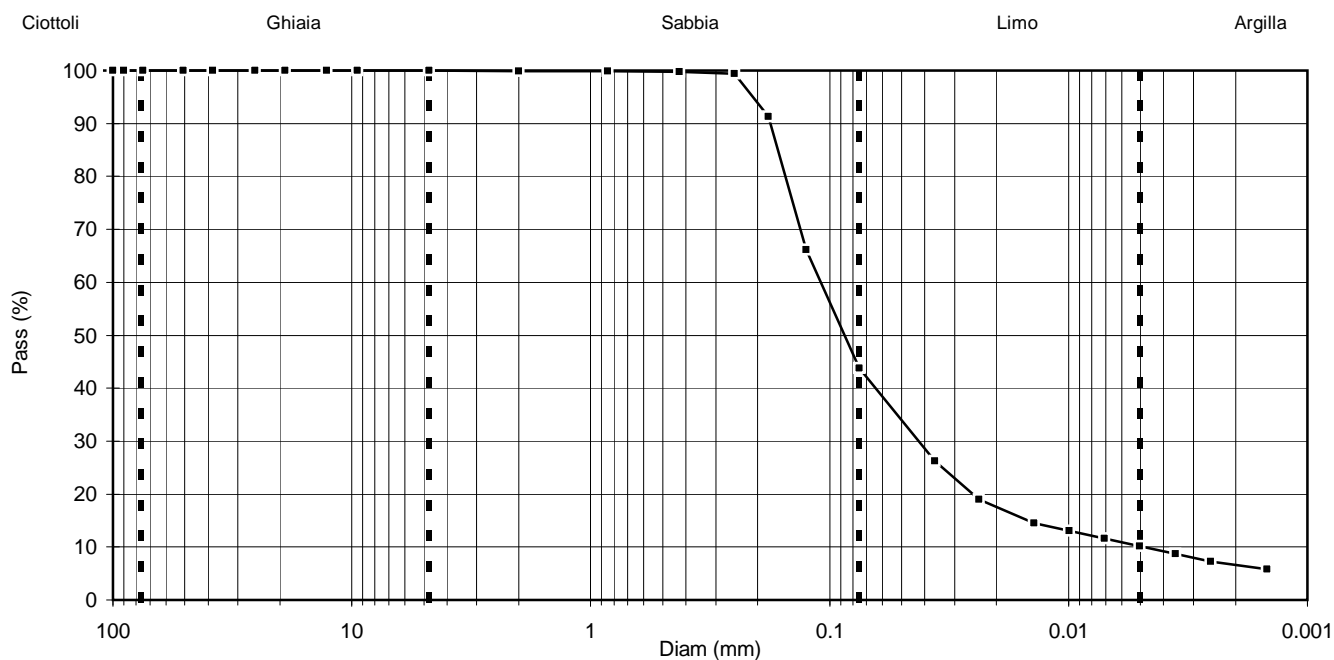
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	100.00
2.00	99.89
0.85	99.85
0.425	99.81
0.250	99.44
0.180	91.34
0.125	66.11
0.075	43.79

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0364	26.21
0.0238	18.93
0.0140	14.56
0.0099	13.10
0.0071	11.65
0.0050	10.19
0.0036	8.74
0.0025	7.28
0.0015	5.82



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 C1

Profondità (m) : 7.50-8.00

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 16/01/2019

Class. U.S.C.S. : SM

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

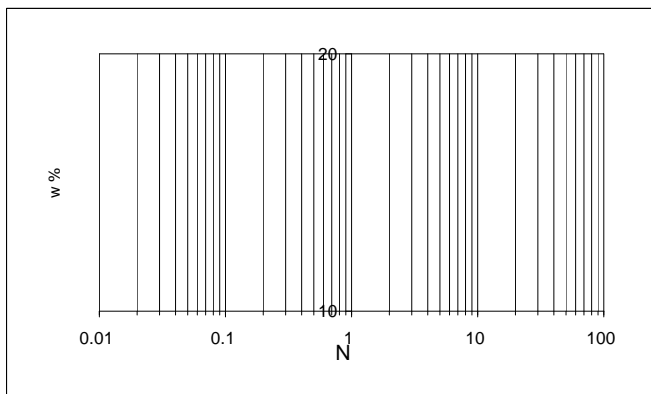
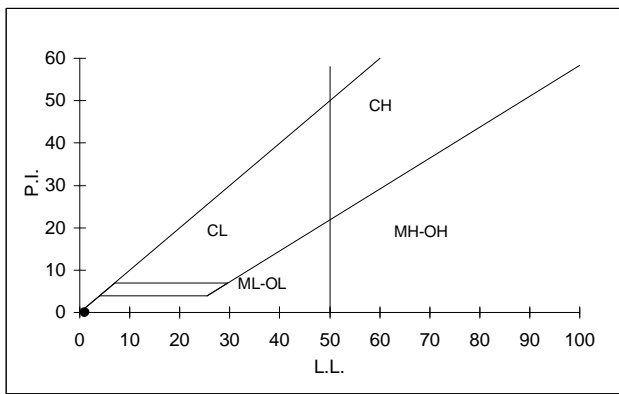
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 C2
Profondità (m) : 11.00-11.50
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa

Data Ricevimento : 07/12/2019
Data Esecuzione Prova : 10/01/2019
Class. U.S.C.S. : SC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.65
Sabbia (%)	67.59
Limo (%)	26.64
Argilla (%)	4.12
Fini (%)	30.76
D. max (mm)	14.2

ALTRI PARAMETRI

D ₉₀ (mm)	0.231
D ₆₀ (mm)	0.136
D ₅₀ (mm)	0.115
D ₃₀ (mm)	0.073
D ₁₀ (mm)	0.026
C _c	1.51
C _u	5.30

GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata
Durezza : dura e resistente

Note:

-

-

SETACCIATURA

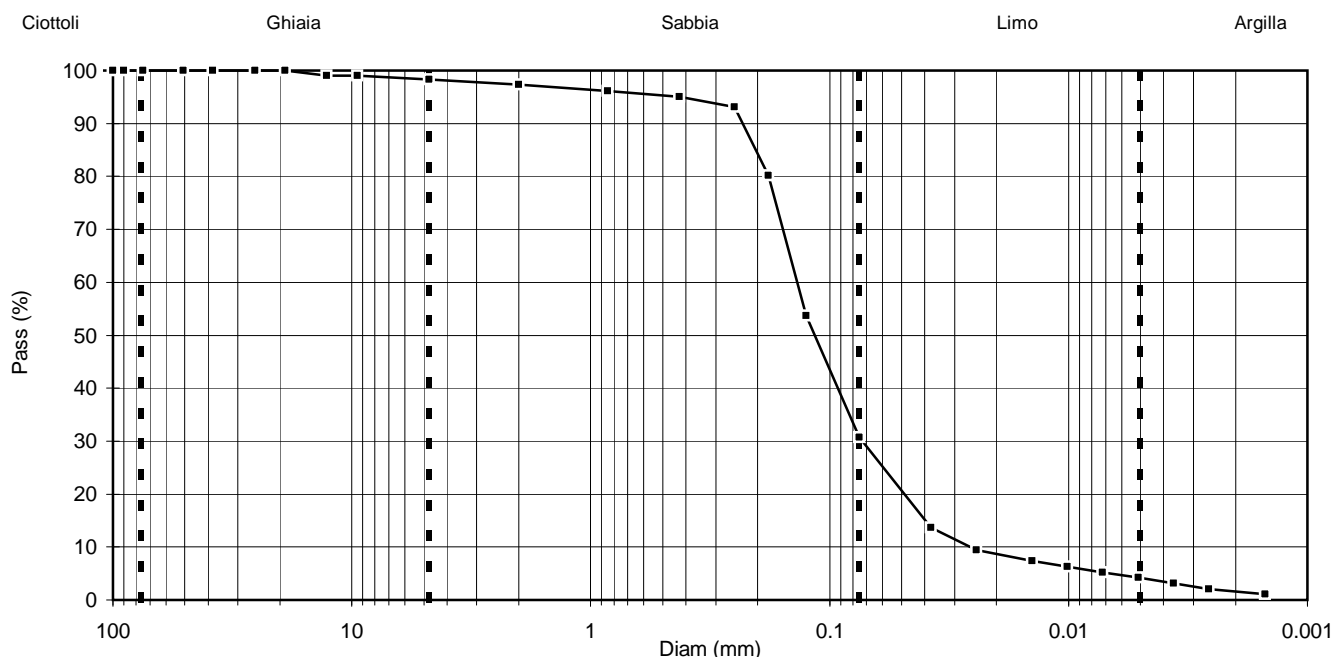
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	99.00

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	99.00
4.75	98.35
2.00	97.40
0.85	96.08
0.425	95.01
0.250	93.12
0.180	80.17
0.125	53.71
0.075	30.76

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0376	13.66
0.0243	9.46
0.0142	7.36
0.0101	6.31
0.0072	5.26
0.0051	4.20
0.0036	3.15
0.0026	2.10
0.0015	1.05



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Località : COMUNE DI ANDORA

Identificazione Campione : S4 C2

Profondità (m) : 11.00-11.50

Tipo Campione : Rimaneggiato

Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa

Data Ricevimento : 07/12/2019

Data Esecuzione Prova : 16/01/2019

Class. U.S.C.S. : SC

LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	N.P.	N.P.	N.P.
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per N=25) N.D.

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

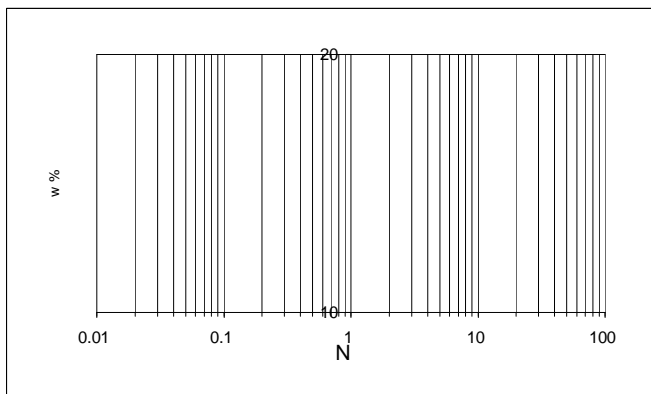
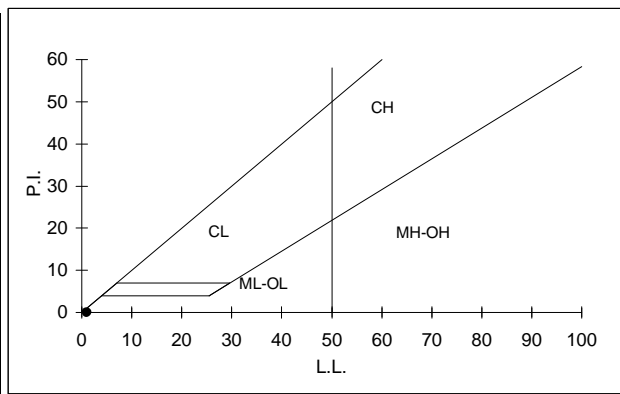
w % medio N.D.

LIMITE DI LIQUIDITA' N.D.
LIMITE DI PLASTICITA' N.D.
INDICE PLASTICITA' N.P.

Legenda

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Andrea Botti

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
 Profondità (m) : 12.4
 Tipo di campione : Ricostruito
 Descrizione : Sabbia poco gradata
 Data di ricevimento : 07/12/2018
 Data di esecuzione : 21/01/2019

Condizioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w _c * (%)	γ (kN/m ³)	γ _d (kN/m ³)	G _s ** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.2	16.76	15.21	2.700	0.741	0.37	0.43

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino

** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	σ _{3 fin} (kPa)	u _{fin} (kPa)	Δσ ₃ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	42	100	42	0.42
2	310	185	210	143	0.68
3	410	268	100	83	0.83
4	505	356	95	88	0.93
5	545	395	40	39	0.98

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : 500 (kPa)

	σ _H ' (kPa)	σ _V ' (kPa)	σ _H ' / σ _V ' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm ³)	ΔH/H (%)	ΔV/V (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.02	0.12	0.02	0.06	0.740

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

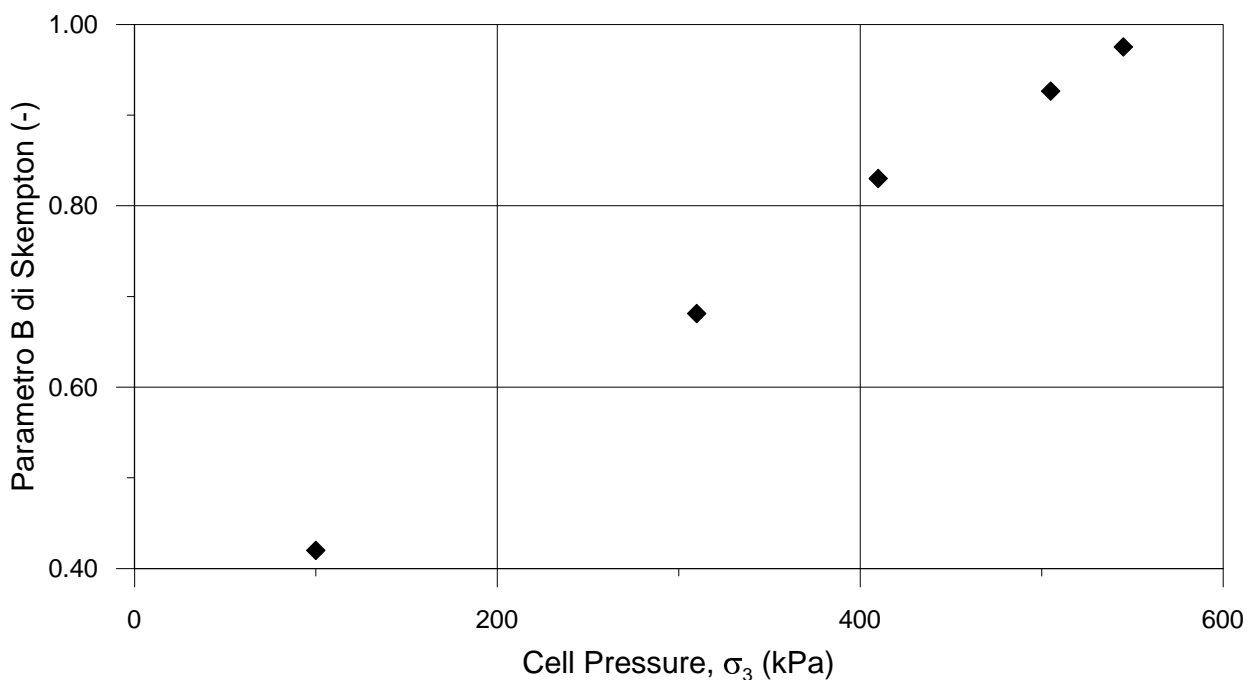
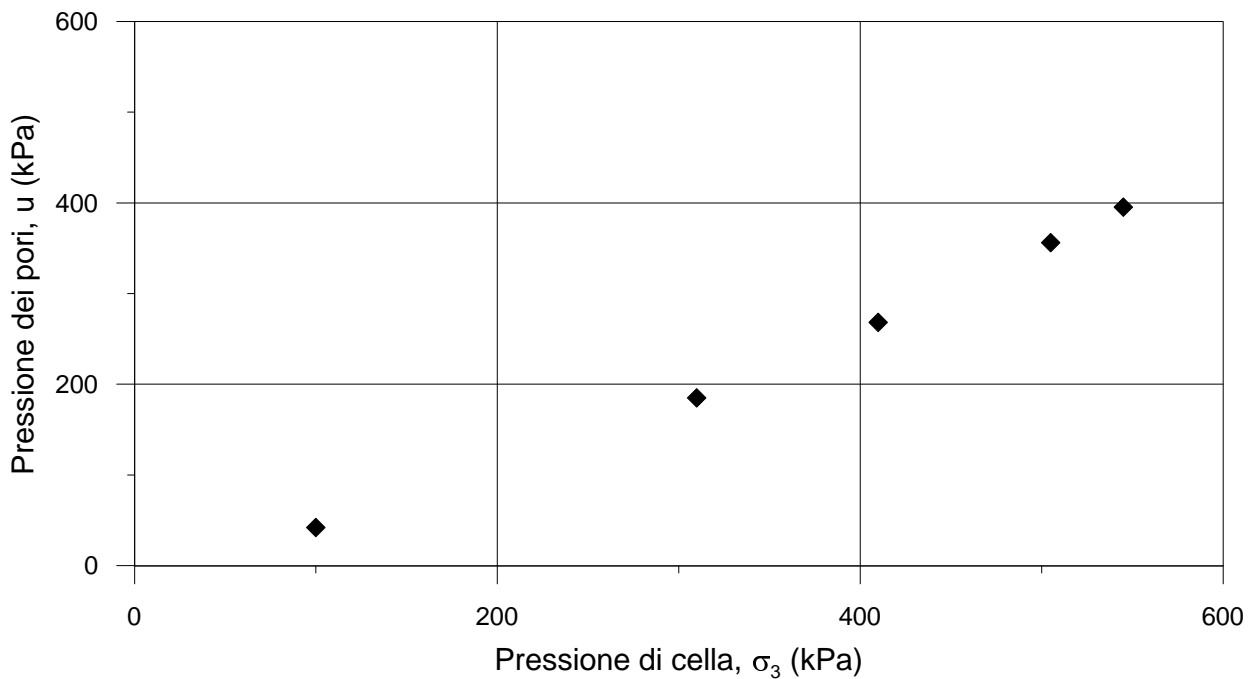
Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL				
Località :	COMUNE DI ANDORA				
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.2)				
Profondità (m) :	12.4				
Tipo di campione :	Ricostruito				
Descrizione :	Sabbia poco gradata				
Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)					
Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-			
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-			
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-			
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-			
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-			
Fase ciclica in condizioni non drenate					
Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0			
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	25			
Frequenza	(Hz)	1.00			
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-			
Valori finali					
Numero di cicli (N)	(-)	1500	Deformazione doppia ampiezza (ϵ_{da})	(%)	0.08
Deformazione assiale media (ϵ_{av})	(%)	0.01	$\Delta u / \sigma_r$ (Ru)	(-)	0.31
Deformazione ciclica (ϵ_{cy})	(%)	0.04			
Rottura post-ciclica					
Velocità di deformazione	(%/ora)	-			
		Picco	$\epsilon_a=10\%$		
Deviatore (q)	(kPa)	-			
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-			
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-			
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-			
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-			
Contenuto in acqua finale	(%)	27.42			
Note:					
Direttore tecnico	Dott. Geol. Paolo Brasey		Sperimentatore :	Dott. Simone Dellepiane	



TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

SATURAZIONE

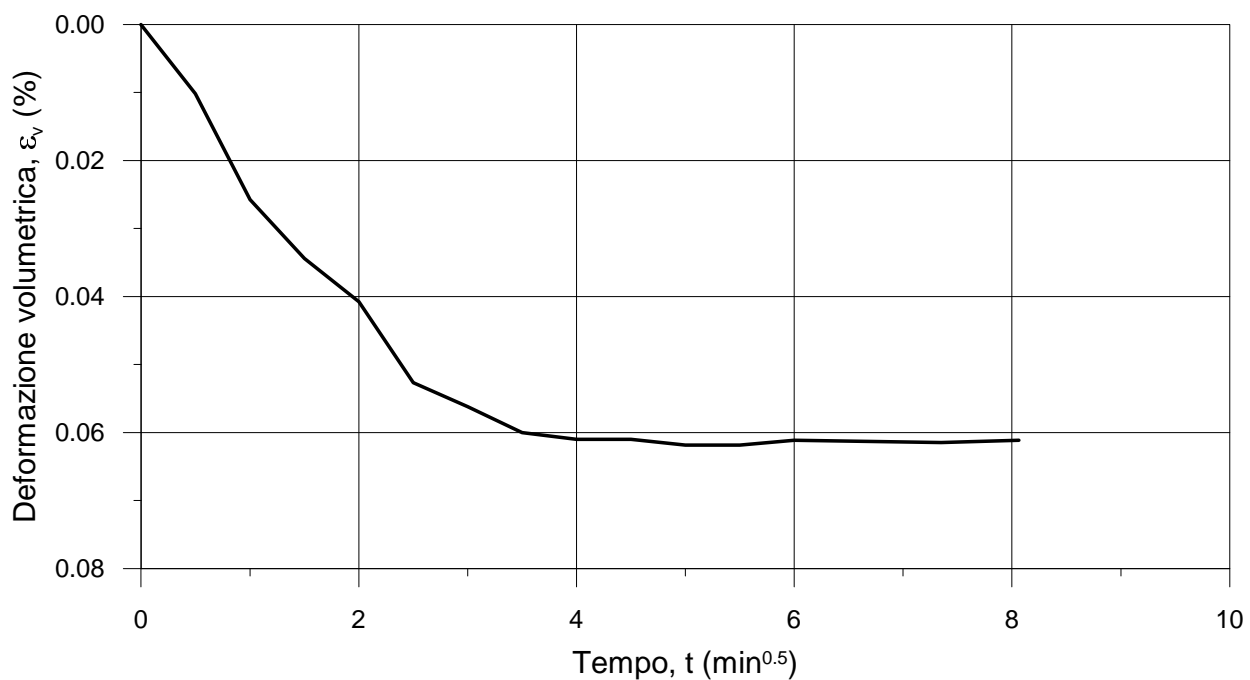
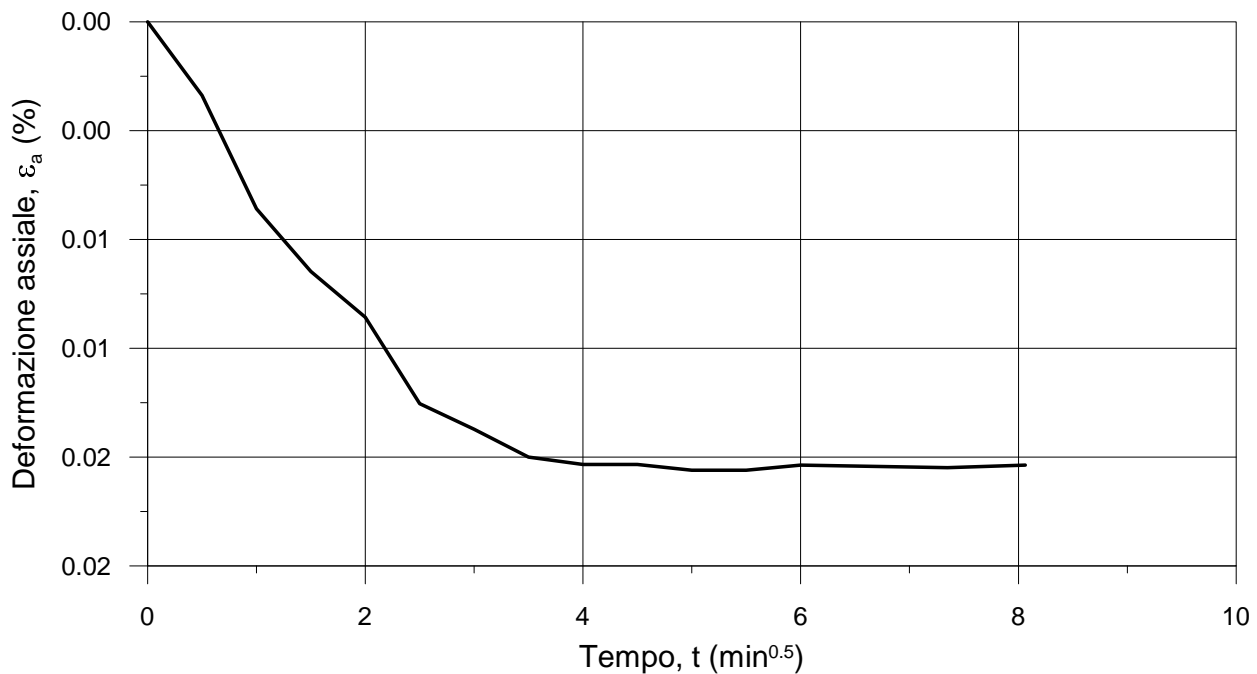




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE

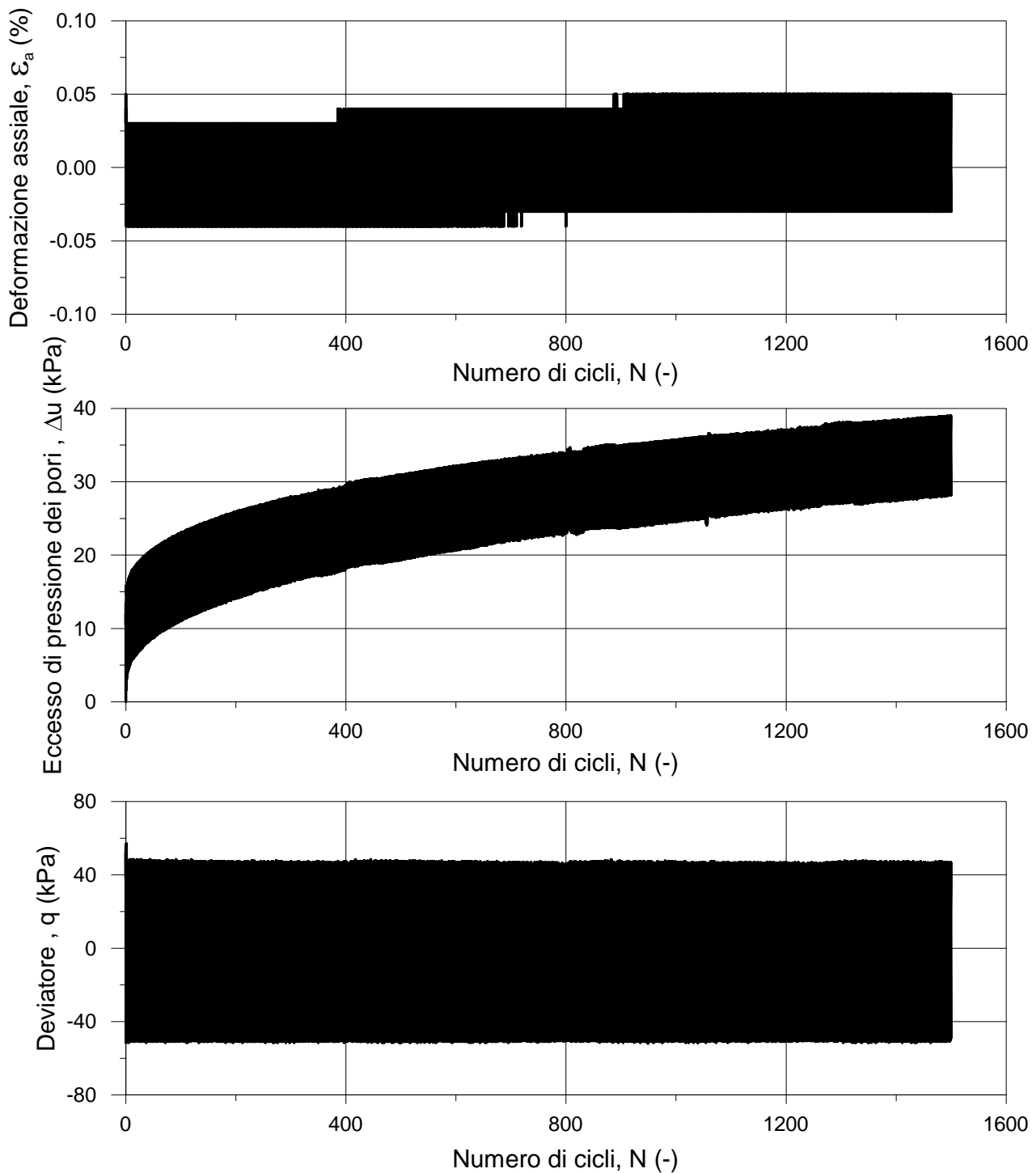




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

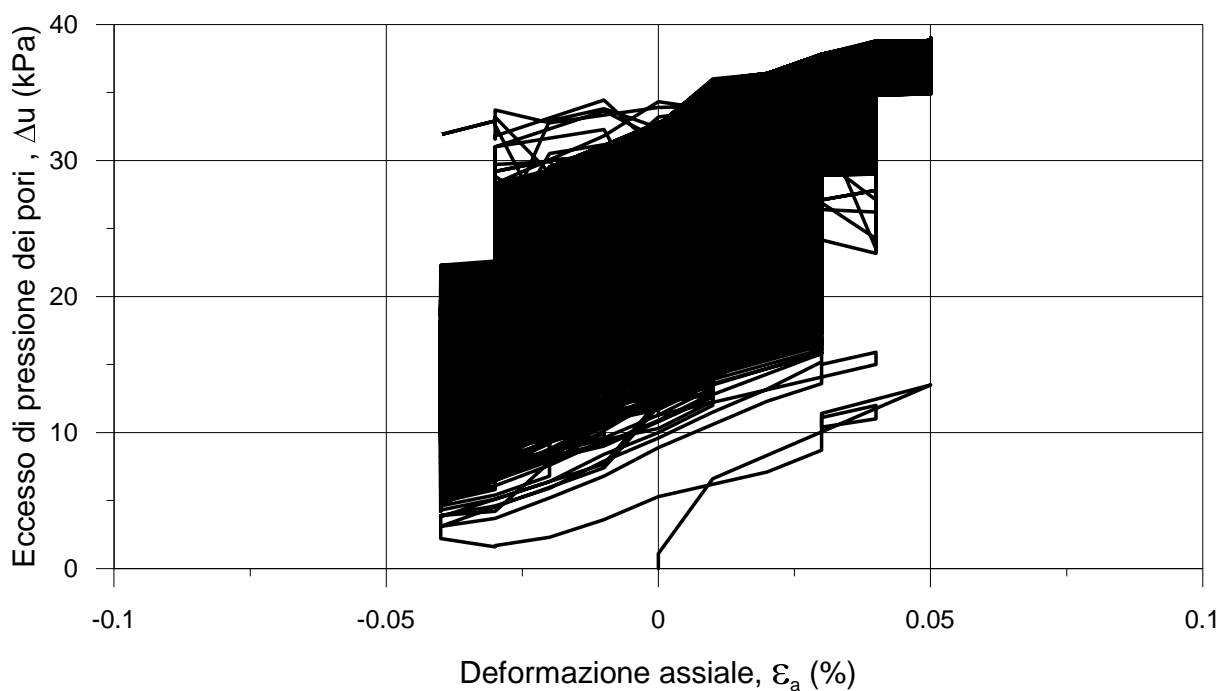
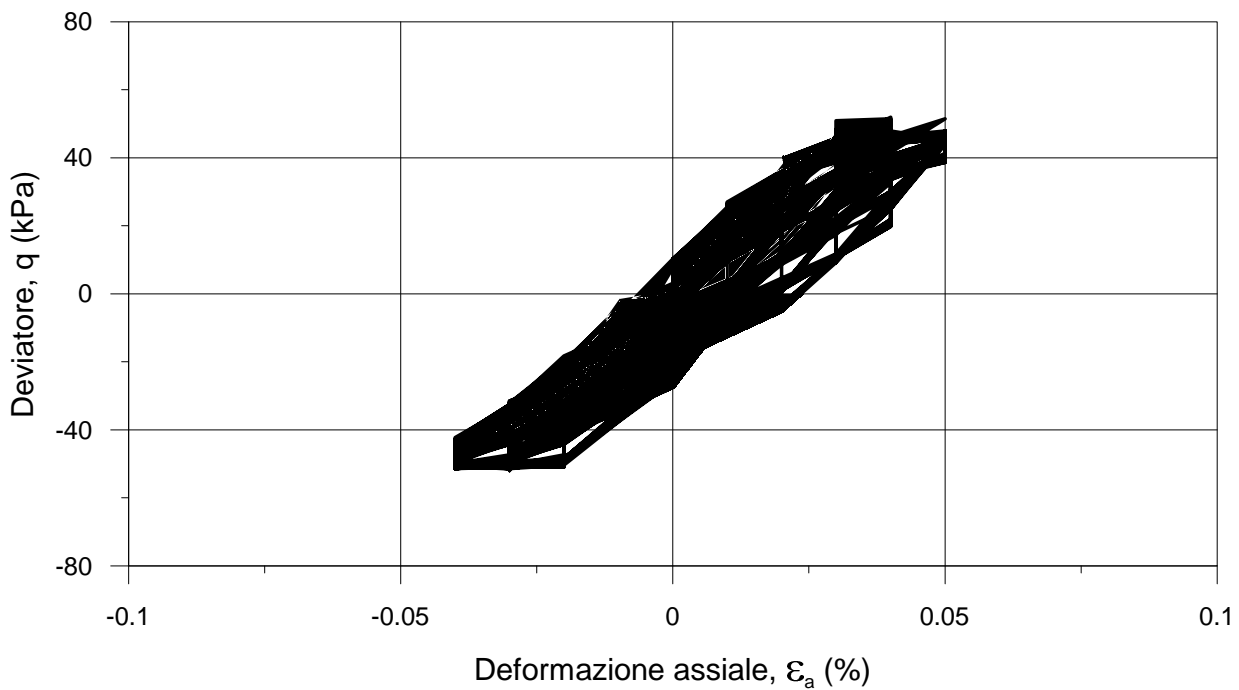




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

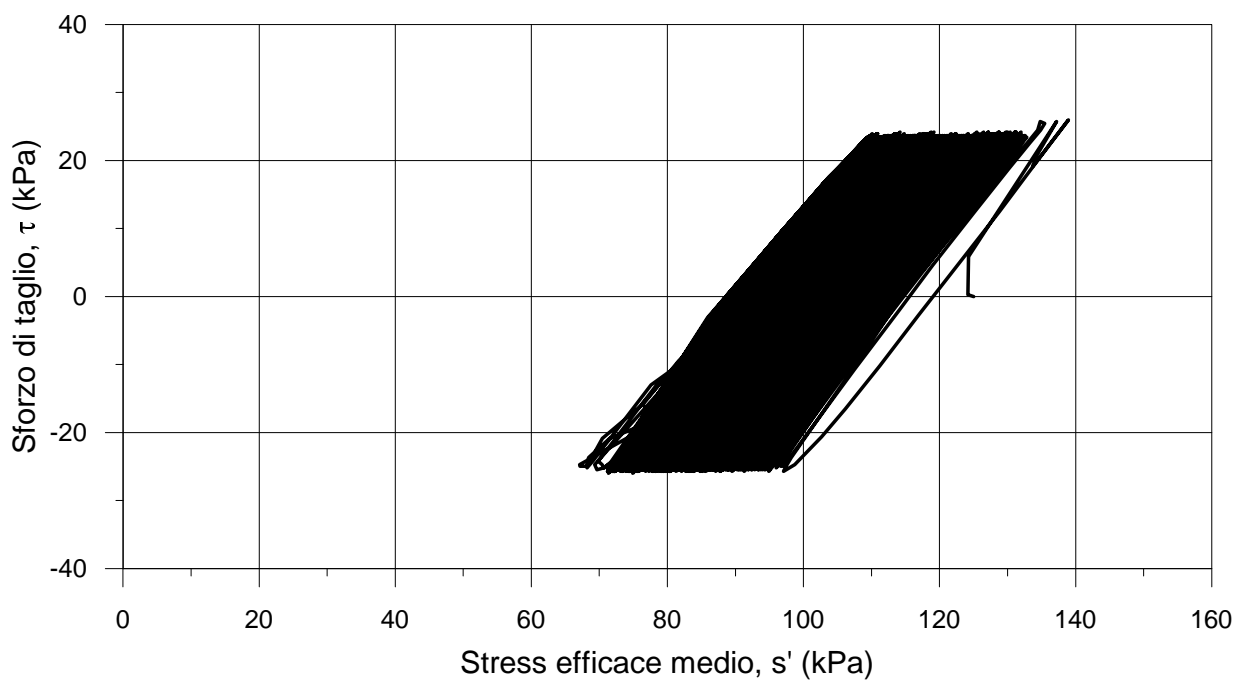
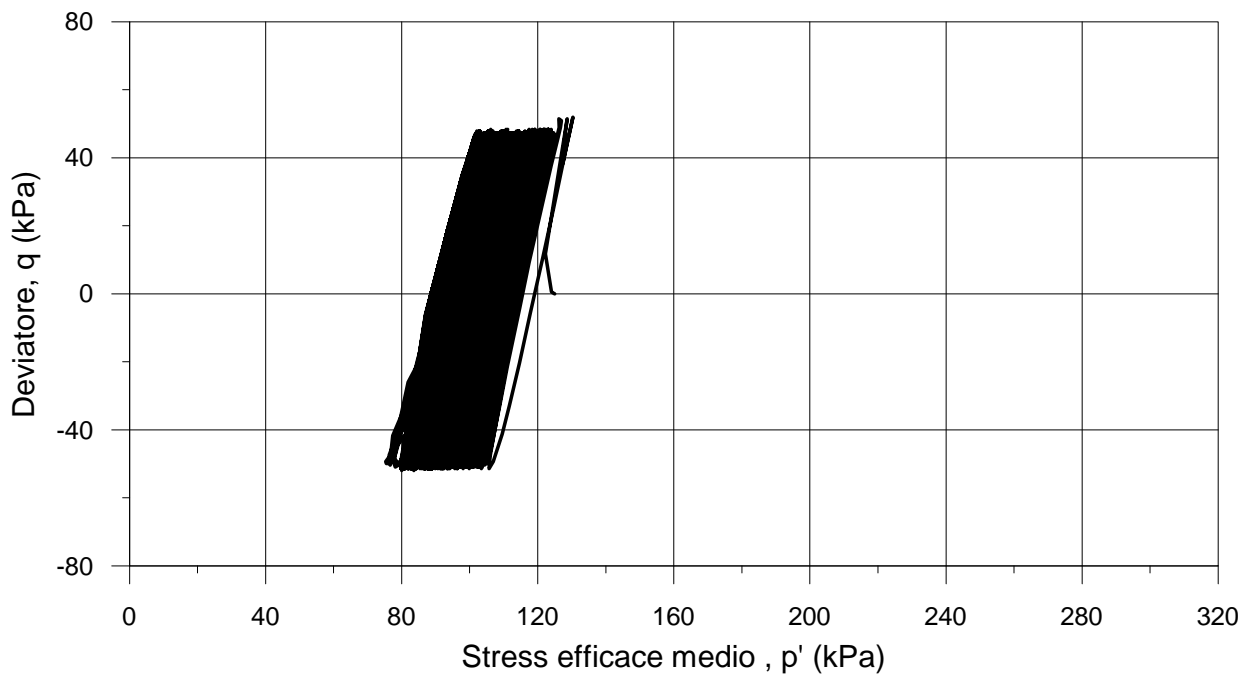




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.2)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA



TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
 Profondità (m) : 12.4
 Tipo di campione : Ricostruito
 Descrizione : Sabbia poco gradata
 Data di ricevimento : 07/12/2018
 Data di esecuzione : 23/01/2019

Condizioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w _c * (%)	γ (kN/m ³)	γ _d (kN/m ³)	G _s ** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.0	16.79	15.26	2.700	0.736	0.37	0.42

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino

** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	σ _{3 fin} (kPa)	u _{fin} (kPa)	Δσ ₃ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	39	100	39	0.39
2	300	163	200	124	0.62
3	405	251	105	88	0.84
4	510	348	105	97	0.92
5	550	386	40	38	0.95

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : 500 (kPa)

	σ _H ' (kPa)	σ _V ' (kPa)	σ _H ' / σ _V ' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm ³)	ΔH/H (%)	ΔV/V (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.02	0.15	0.02	0.08	0.735

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

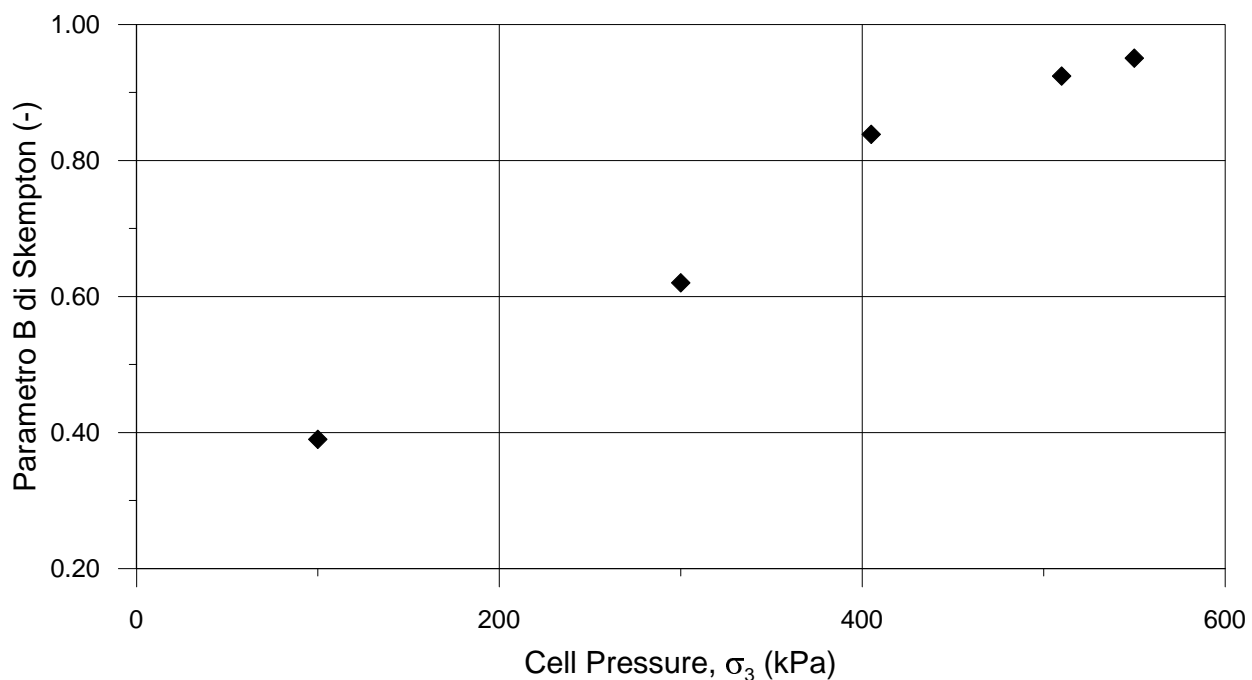
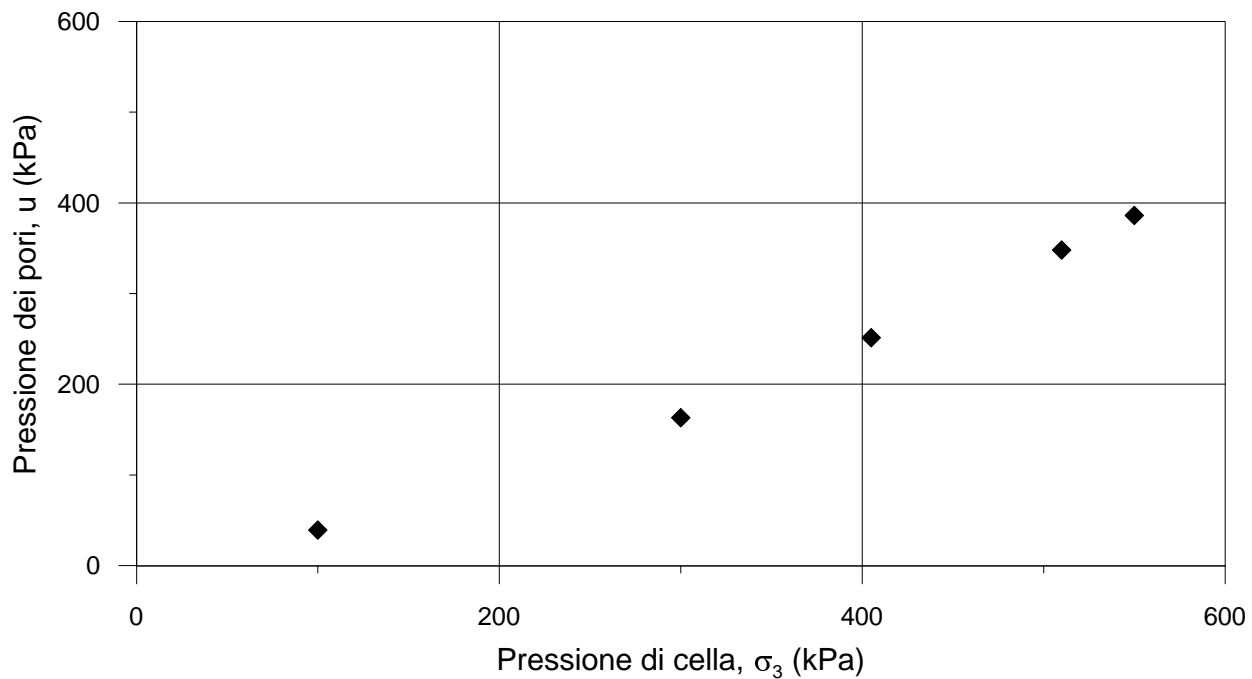
Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL				
Località :	COMUNE DI ANDORA				
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.5)				
Profondità (m) :	12.4				
Tipo di campione :	Ricostruito				
Descrizione :	Sabbia poco gradata				
Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)					
Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-			
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-			
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-			
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-			
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-			
Fase ciclica in condizioni non drenate					
Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0			
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	62			
Frequenza	(Hz)	1.00			
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-			
Valori finali					
Numero di cicli (N)	(-)	11	Deformazione doppia ampiezza (ϵ_{da})	(%)	1.57
Deformazione assiale media (ϵ_{av})	(%)	-0.26	$\Delta u/\sigma_r$ (Ru)	(-)	1.00
Deformazione ciclica (ϵ_{cy})	(%)	0.79			
Rottura post-ciclica					
Velocità di deformazione	(%/ora)	-			
		Picco	$\epsilon_a=10\%$		
Deviatore (q)	(kPa)	-			
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-			
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-			
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-			
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-			
Contenuto in acqua finale	(%)	27.20			
Note:					
Direttore tecnico		Dott. Geol. Paolo Brasey		Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane	



TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

SATURAZIONE

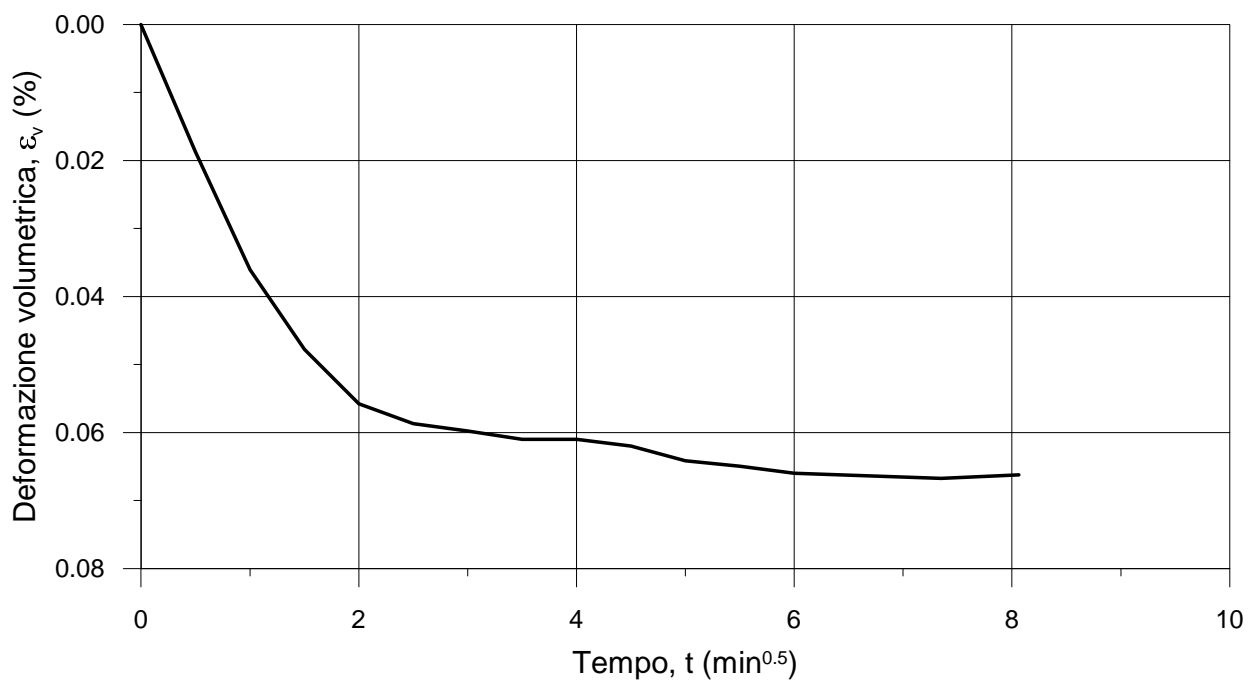
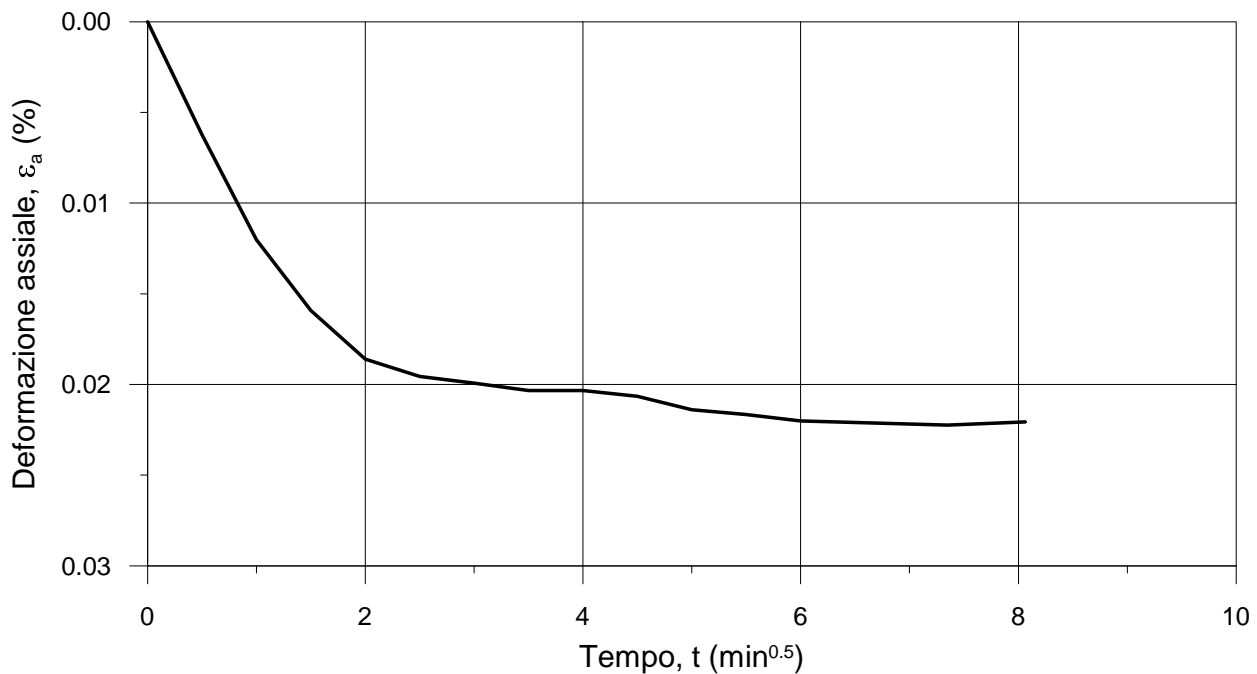




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE

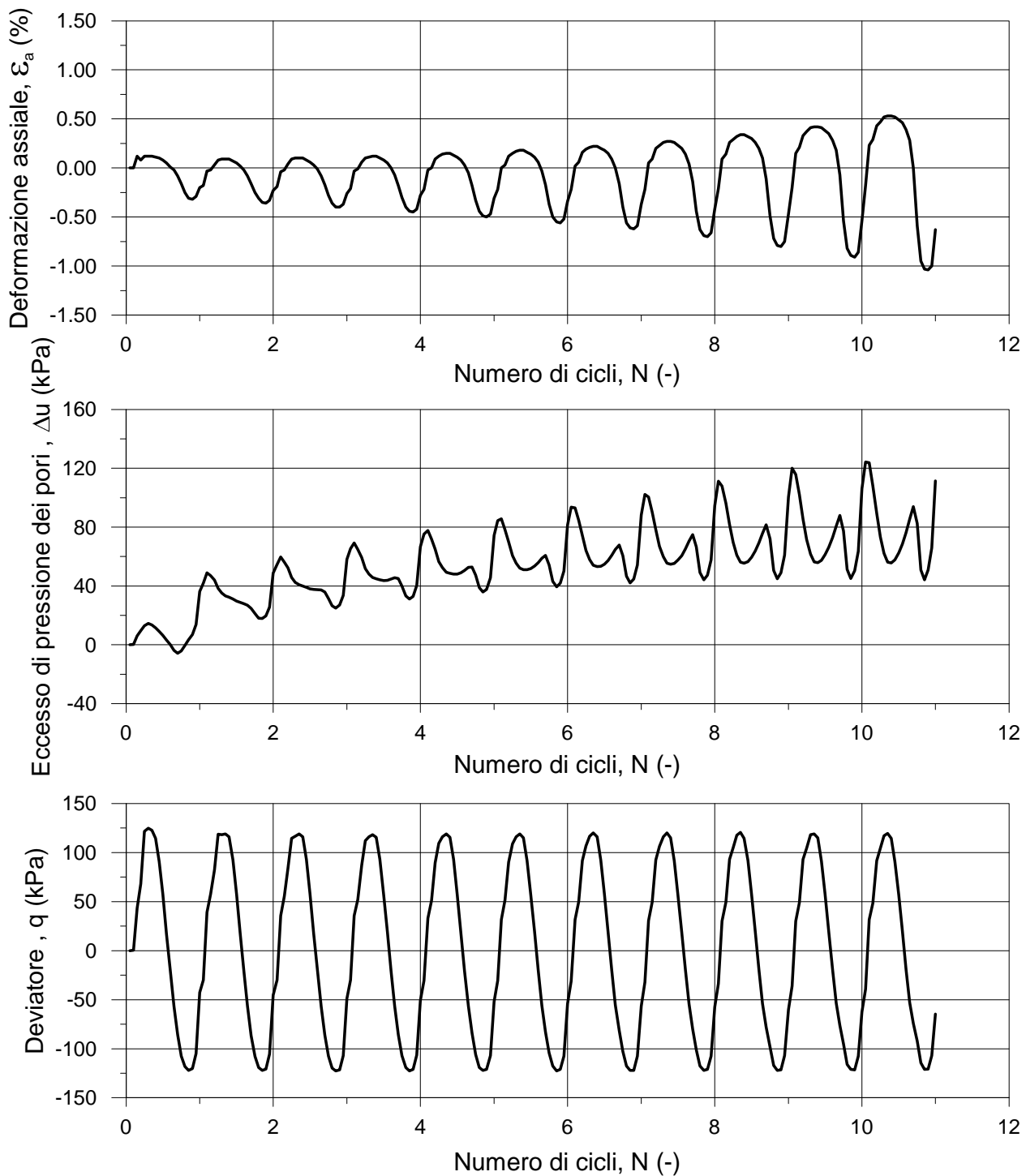




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

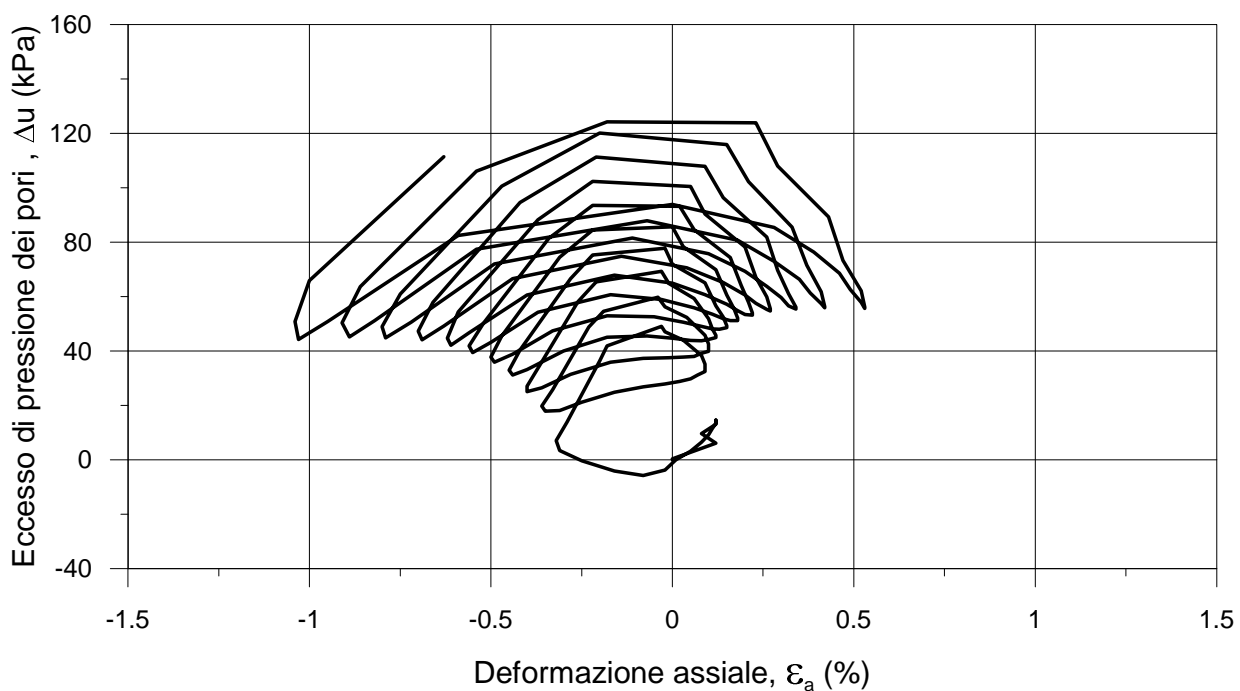
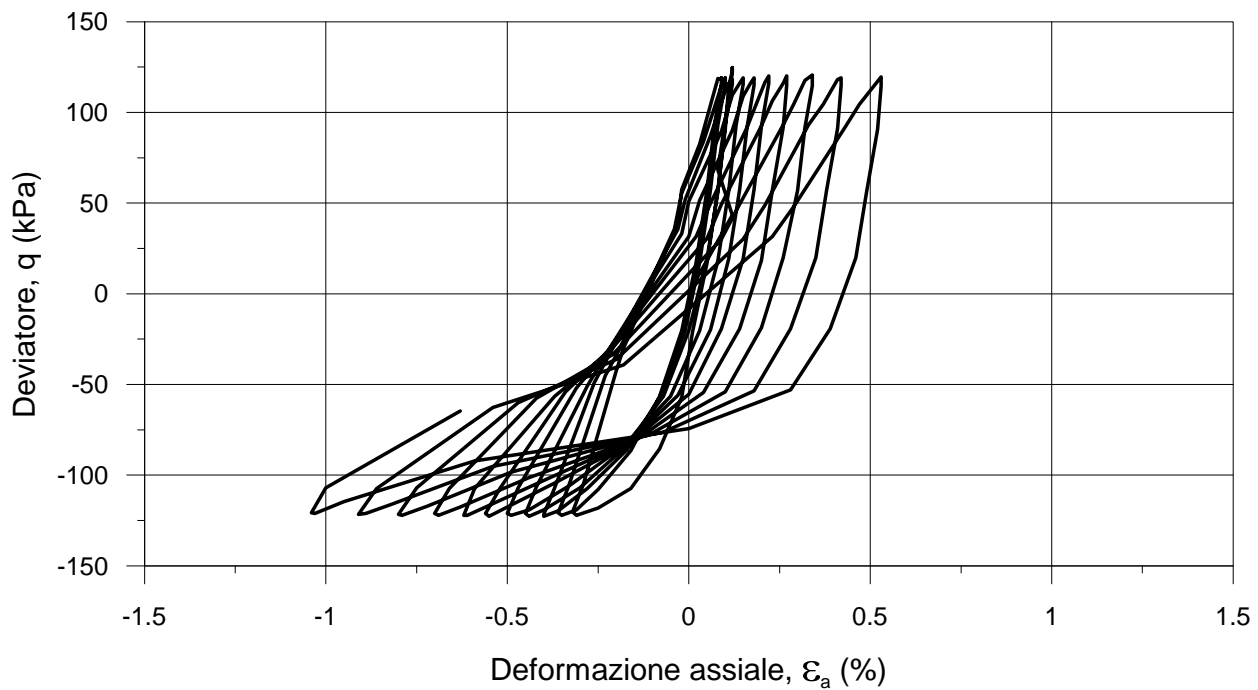




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

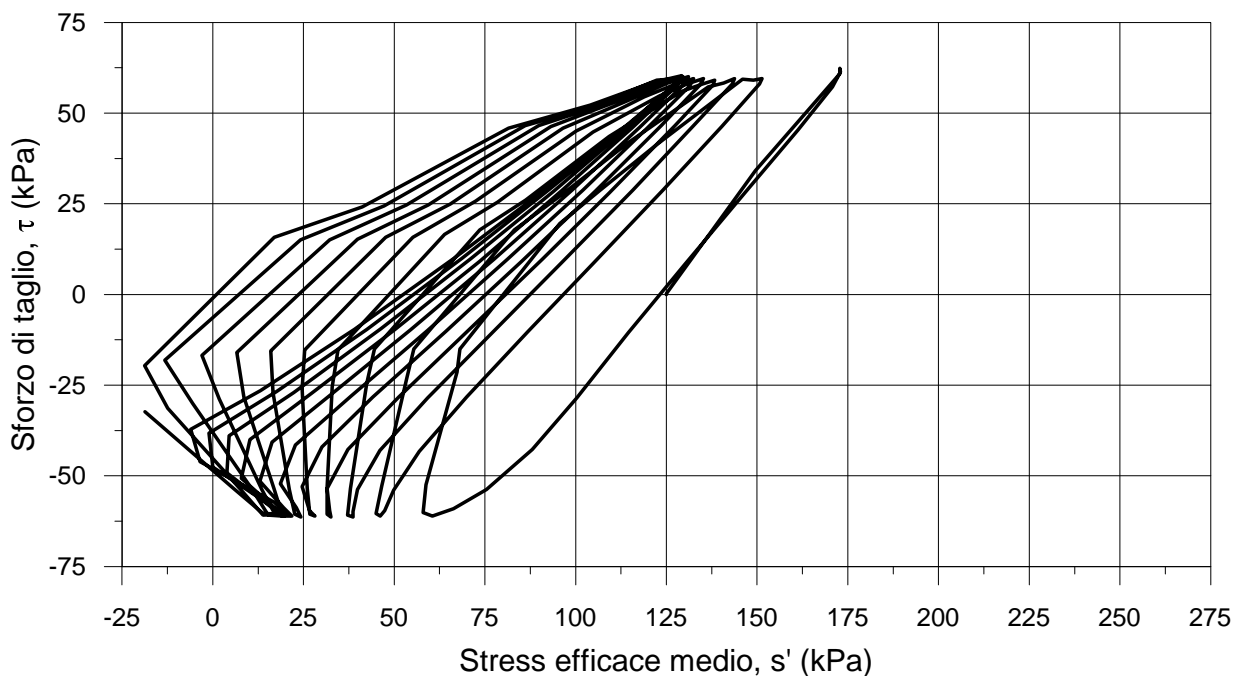
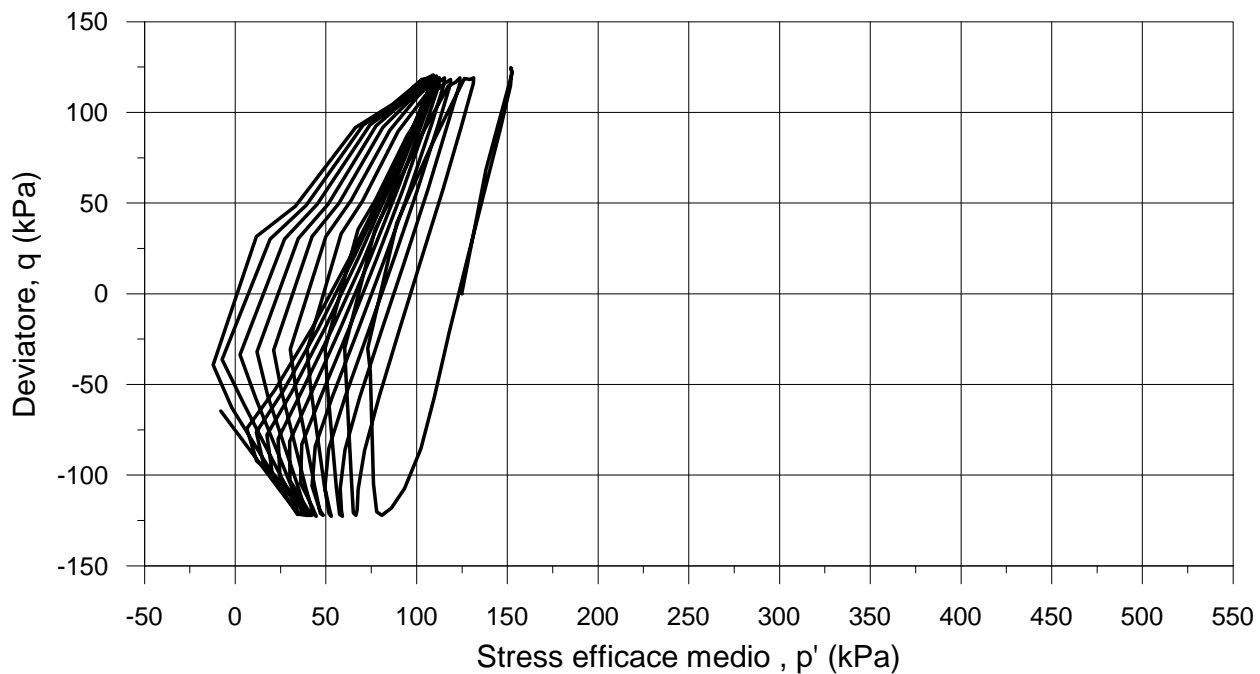




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.5)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA



TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
 Profondità (m) : 12.4
 Tipo di campione : Ricostruito
 Descrizione : Sabbia poco gradata
 Data di ricevimento : 07/12/2018
 Data di esecuzione : 28/01/2019

Condizioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w _c * (%)	γ (kN/m ³)	γ _d (kN/m ³)	G _s ** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.2	16.74	15.19	2.700	0.744	0.37	0.43

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino

** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	σ _{3 fin} (kPa)	u _{fin} (kPa)	Δσ ₃ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	40	100	40	0.40
2	250	139	150	99	0.66
3	400	271	150	132	0.88
4	495	357	95	86	0.91
5	550	410	55	53	0.96

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : 500 (kPa)

	σ _H ' (kPa)	σ _V ' (kPa)	σ _H ' / σ _V ' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm ³)	ΔH/H (%)	ΔV/V (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.05	0.27	0.05	0.14	0.741

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

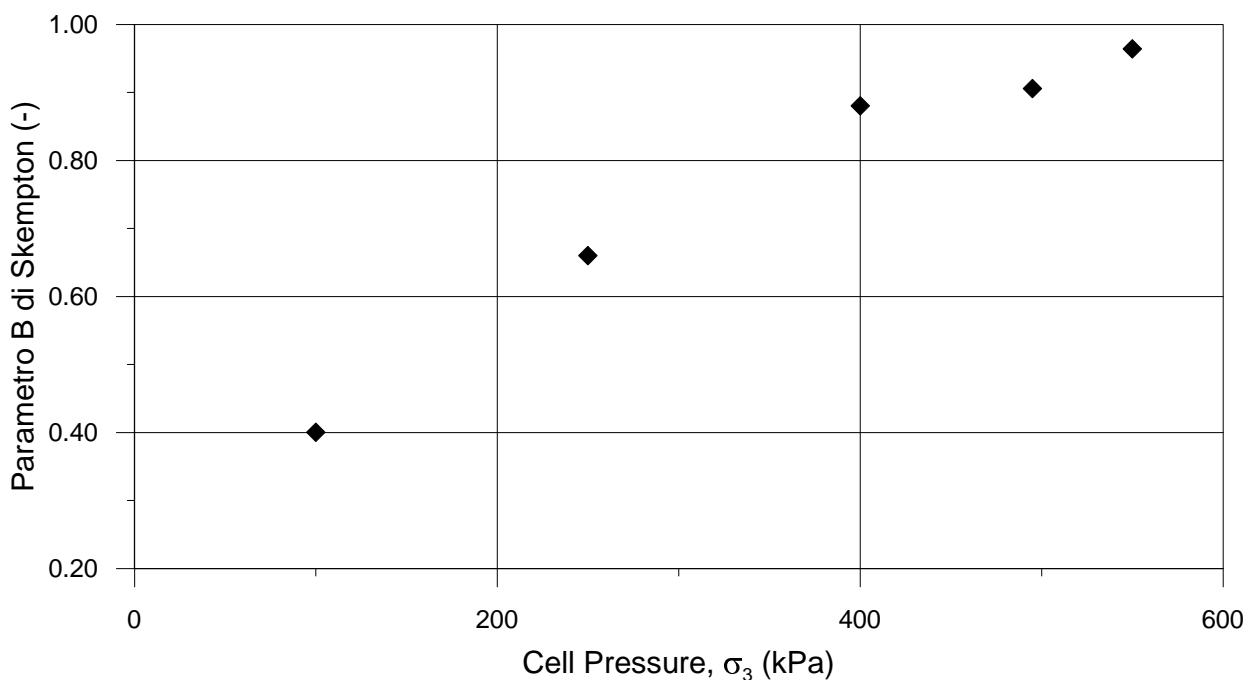
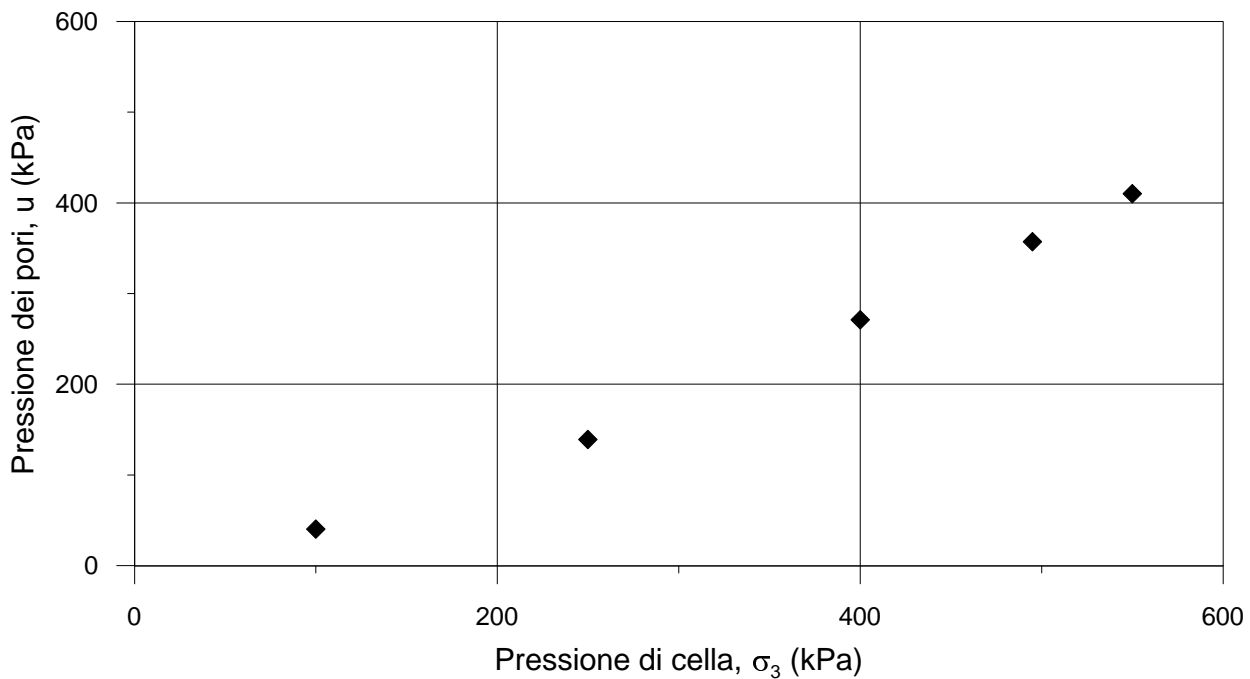
Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL				
Località :	COMUNE DI ANDORA				
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.3)				
Profondità (m) :	12.4				
Tipo di campione :	Ricostruito				
Descrizione :	Sabbia poco gradata				
Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)					
Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-			
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-			
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-			
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-			
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-			
Fase ciclica in condizioni non drenate					
Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0			
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	38			
Frequenza	(Hz)	1.00			
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-			
Valori finali					
Numero di cicli (N)	(-)	40	Deformazione doppia ampiezza (ϵ_{da})	(%)	1.88
Deformazione assiale media (ϵ_{av})	(%)	-0.46	$\Delta u / \sigma_r$ (Ru)	(-)	1.01
Deformazione ciclica (ϵ_{cy})	(%)	0.94			
Rottura post-ciclica					
Velocità di deformazione	(%/ora)	-			
		Picco	$\epsilon_a=10\%$		
Deviatore (q)	(kPa)	-	-		
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-	-		
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-	-		
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-	-		
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-	-		
Contenuto in acqua finale	(%)	27.45			
Note:					
Direttore tecnico	Dott. Geol. Paolo Brasey		Sperimentatore :	Dott. Simone Dellepiane	



TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

SATURAZIONE

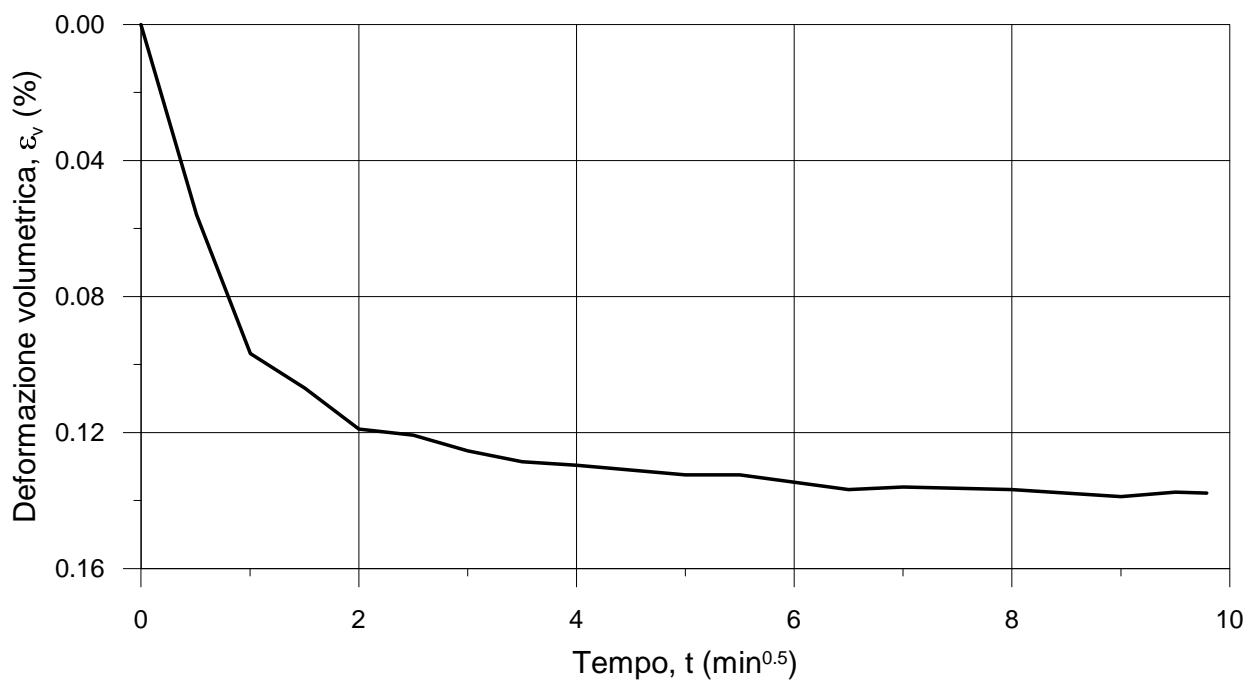
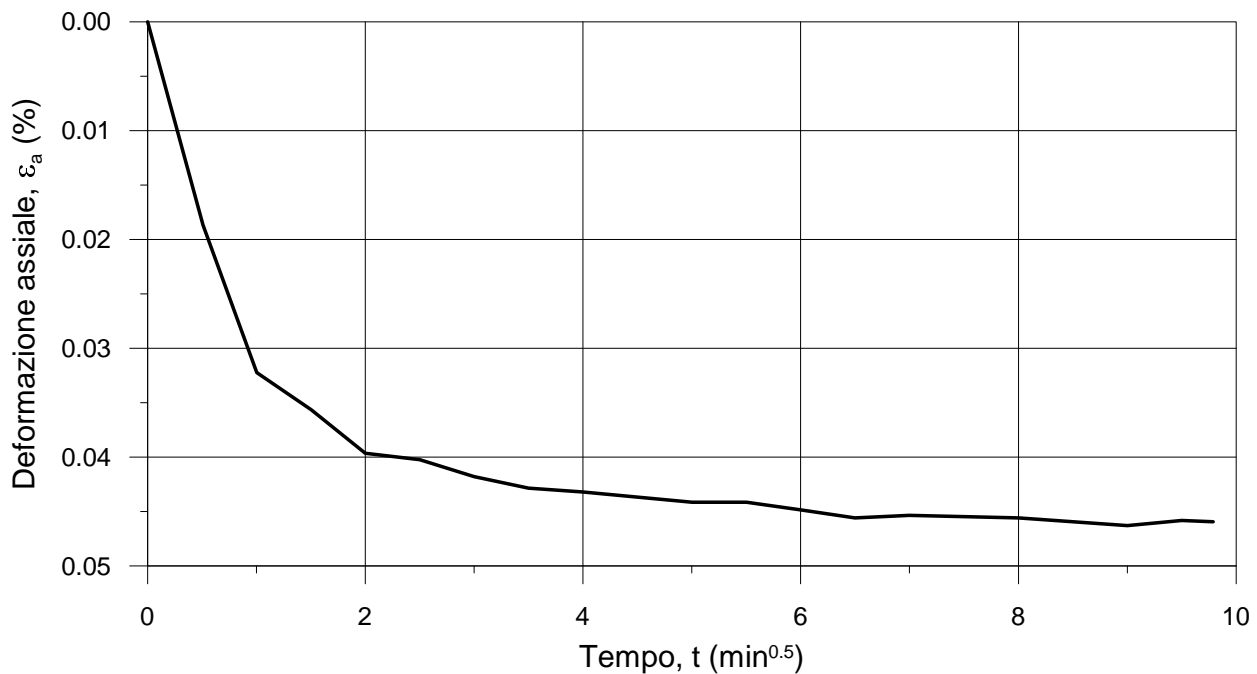




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE

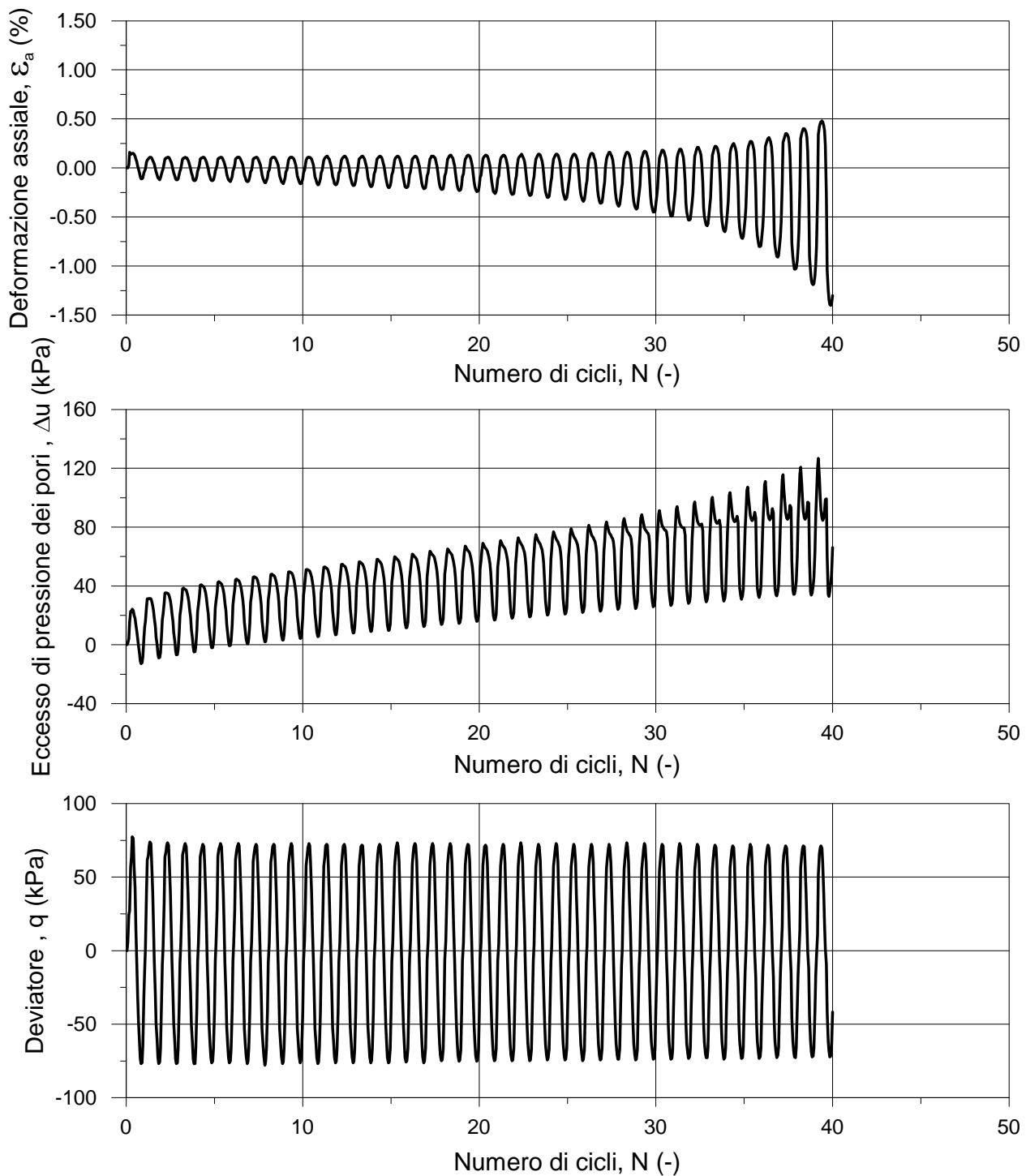




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

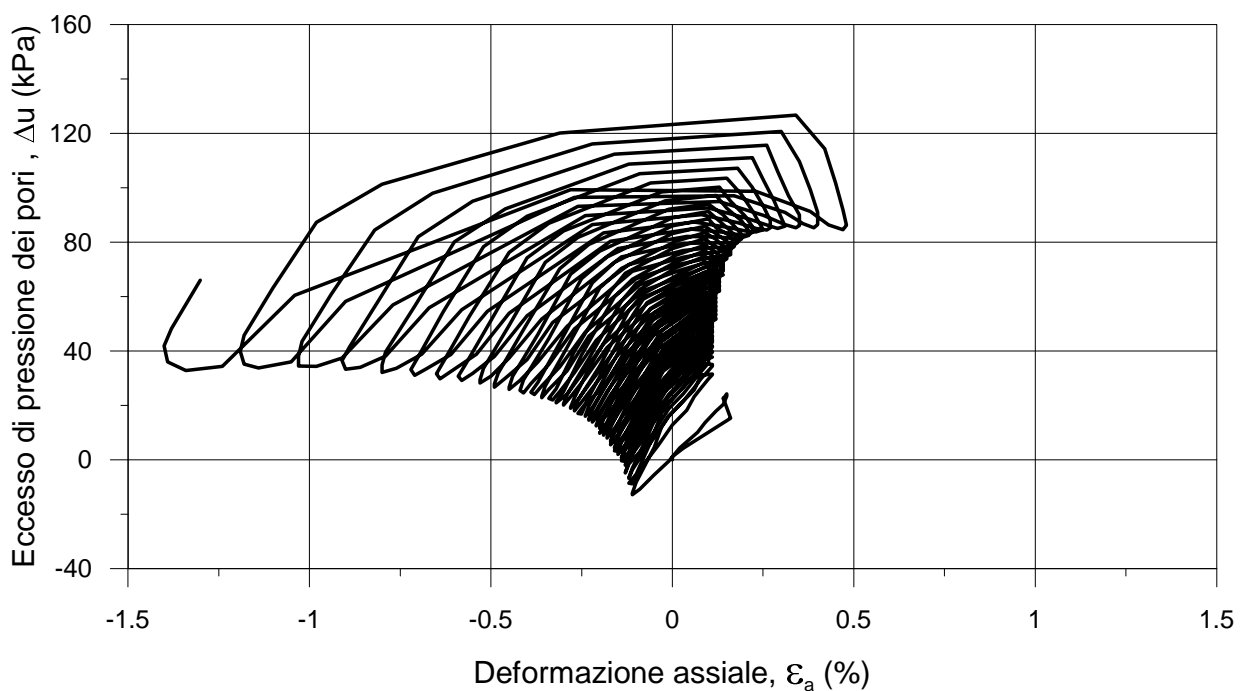
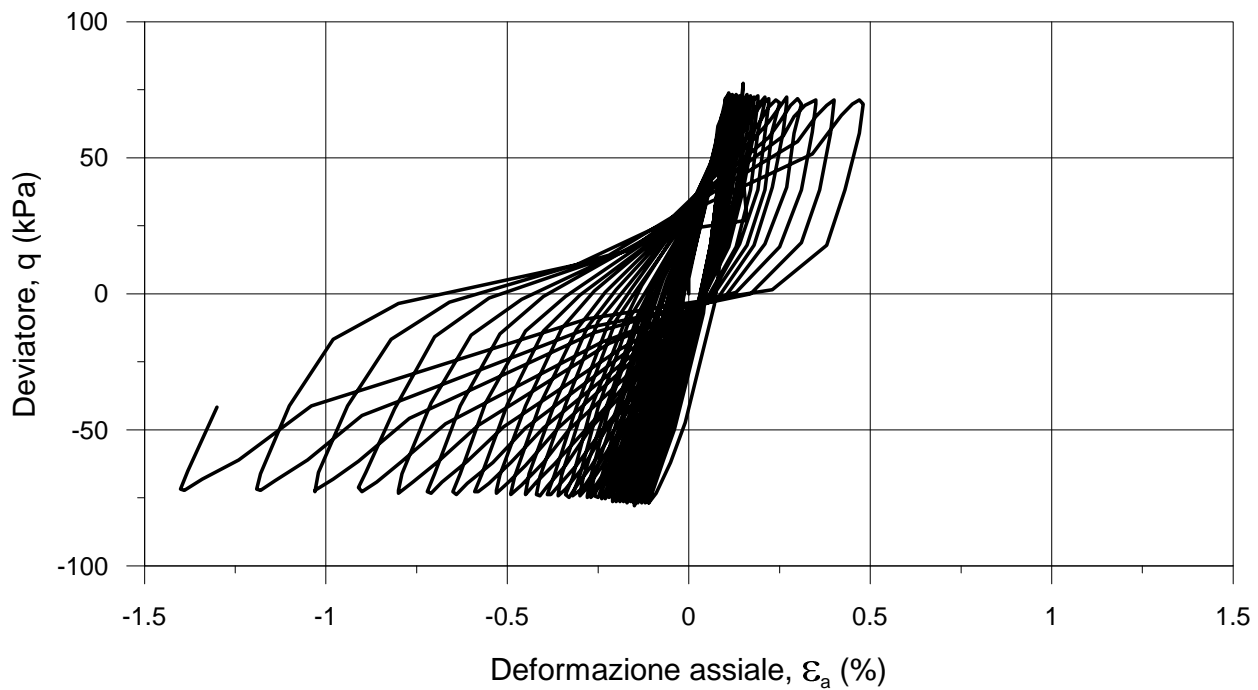




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

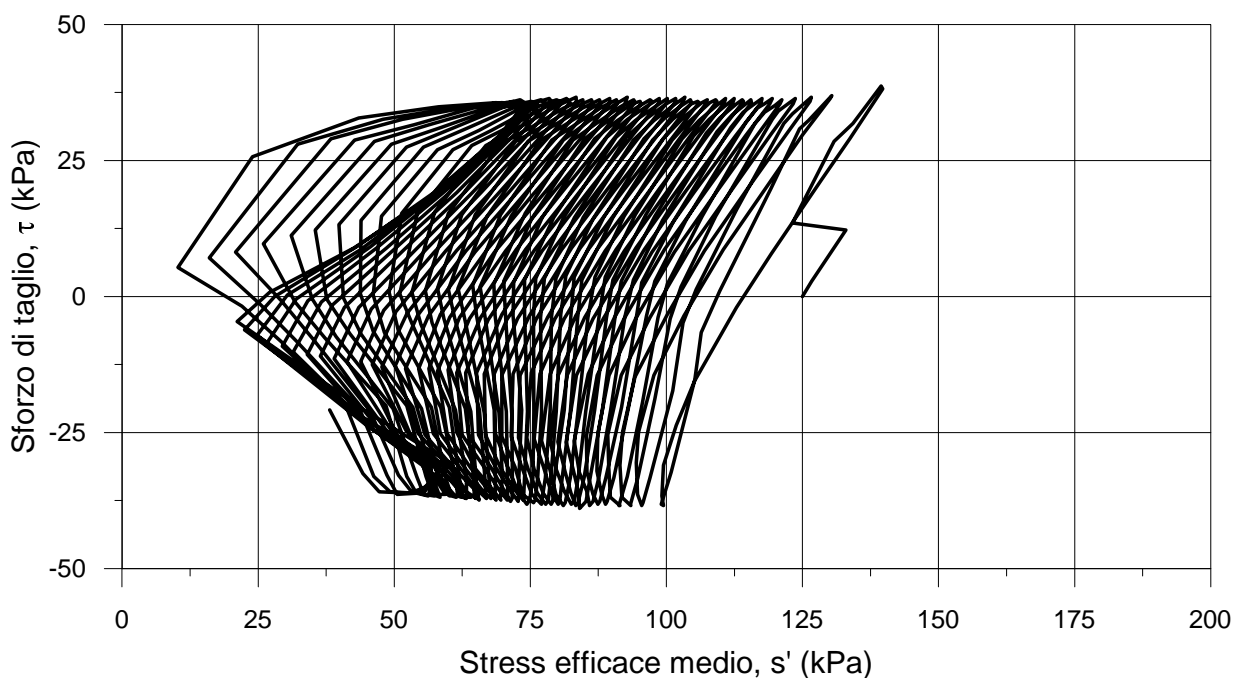
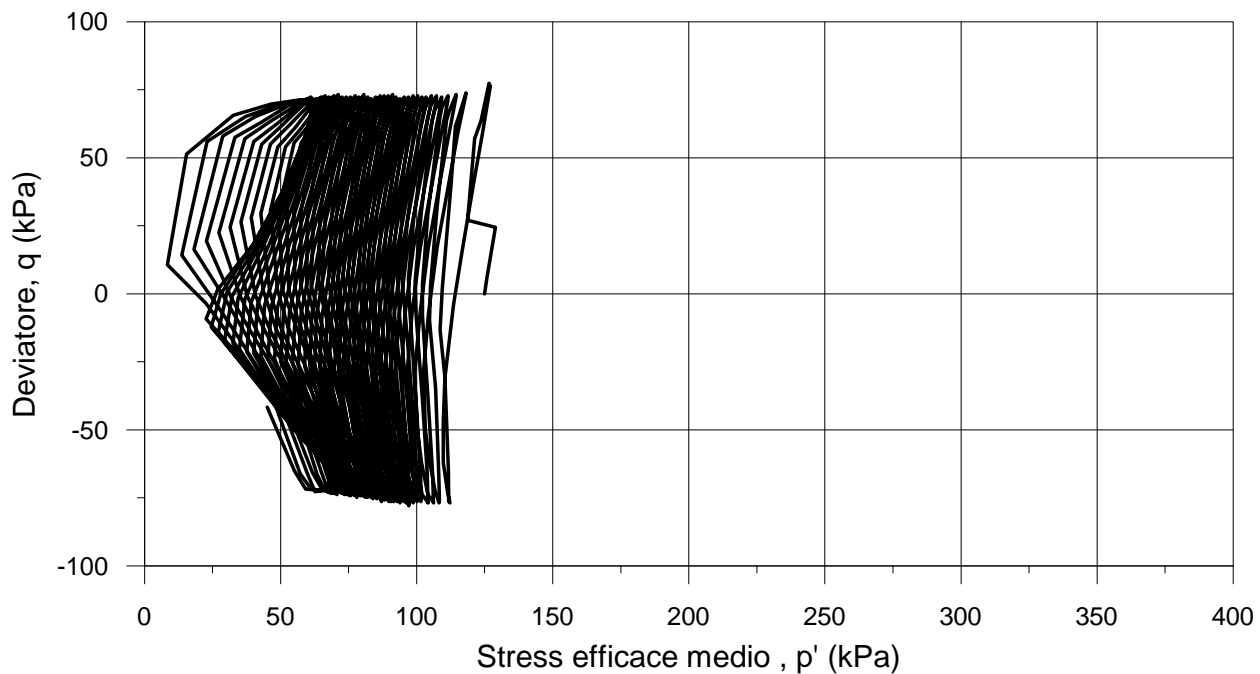




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.3)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA



TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
 Profondità (m) : 12.4
 Tipo di campione : Ricostruito
 Descrizione : Sabbia poco gradata
 Data di ricevimento : 07/12/2018
 Data di esecuzione : 25/01/2019

Condizioni iniziali

	H (mm)	D (mm)	w _c * (%)	γ (kN/m ³)	γ _d (kN/m ³)	G _s ** (-)	e (-)	S (-)	n (-)
Prov. 1	100.0	50.0	10.5	16.84	15.23	2.700	0.739	0.38	0.42

* contenuto in acqua determinato dagli scarti di preparazione del provino

** stimato

Saturazione - Incrementi di Pressione di Cella e Back Pressure

Step (-)	σ _{3 fin} (kPa)	u _{fin} (kPa)	Δσ ₃ (kPa)	Δu (kPa)	B (-)
1	100	43	100	43	0.43
2	200	109	100	66	0.66
3	350	221	150	112	0.75
4	500	343	150	122	0.81
5	550	391	50	48	0.96

Consolidazione (Condizioni Finali)

Back Pressure : 500 (kPa)

	σ _H ' (kPa)	σ _V ' (kPa)	σ _H ' / σ _V ' (-)	ΔH (mm)	ΔV (cm ³)	ΔH/H (%)	ΔV/V (%)	e (-)
stage 1	125	125	1.00	0.05	0.30	0.05	0.15	0.736

Note: DV e DH sono da intendere come valori cumulativi

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

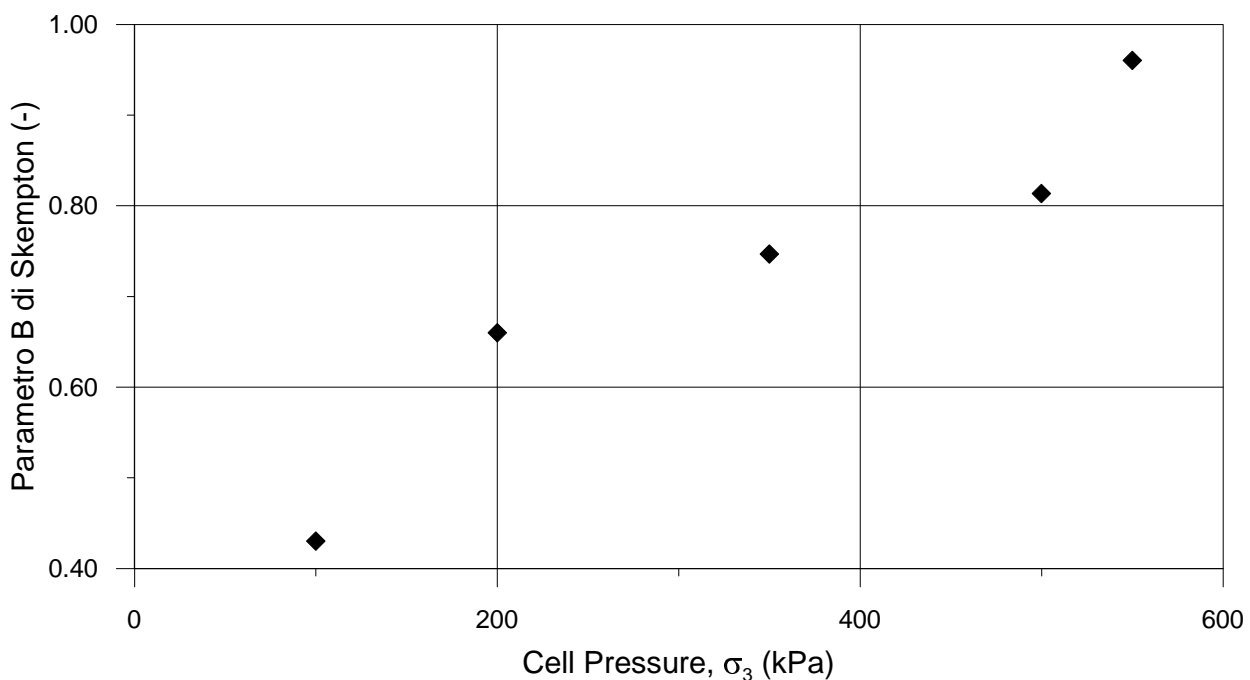
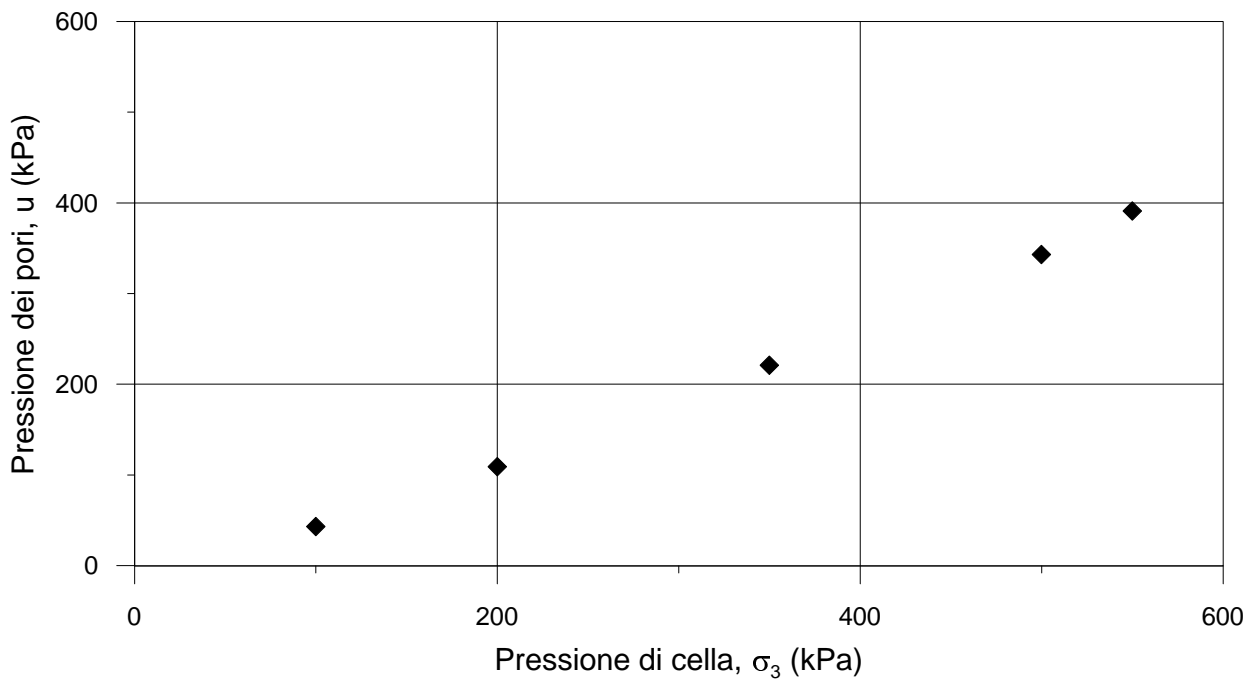
Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL				
Località :	COMUNE DI ANDORA				
Id. Campione :	S3 Ci2 (CSR0.35)				
Profondità (m) :	12.4				
Tipo di campione :	Ricostruito				
Descrizione :	Sabbia poco gradata				
Rampa pre-ciclica in condizioni non drenate (Condizioni Finali)					
Sforzo di taglio (τ)	(kPa)	-			
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-			
Stress assiale efficace (σ'_a)	(kPa)	-			
Stress radiale efficace (σ'_r)	(kPa)	-			
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-			
Fase ciclica in condizioni non drenate					
Sforzo di taglio medio (τ_{av})	(kPa)	0			
Sforzo di taglio ciclico (τ_{cy})	(kPa)	43			
Frequenza	(Hz)	1.00			
Sforzo di taglio di riferimento (τ_{ref})	(kPa)	-			
Valori finali					
Numero di cicli (N)	(-)	15	Deformazione doppia ampiezza (ϵ_{da})	(%)	3.39
Deformazione assiale media (ϵ_{av})	(%)	-1.70	$\Delta u / \sigma_r$ (Ru)	(-)	1.02
Deformazione ciclica (ϵ_{cy})	(%)	1.65			
Rottura post-ciclica					
Velocità di deformazione	(%/ora)	-			
		Picco	$\epsilon_a=10\%$		
Deviatore (q)	(kPa)	-	-		
Deformazione assiale (ϵ_a)	(%)	-	-		
Eccesso di pressione dei pori (Δu)	(kPa)	-	-		
Sforzo di taglio medio (s')	(kPa)	-	-		
Sforzo di taglio (t)	(kPa)	-	-		
Contenuto in acqua finale	(%)	27.26			
Note:					
Direttore tecnico	Dott. Geol. Paolo Brasey		Sperimentatore :	Dott. Simone Dellepiane	



TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

SATURAZIONE

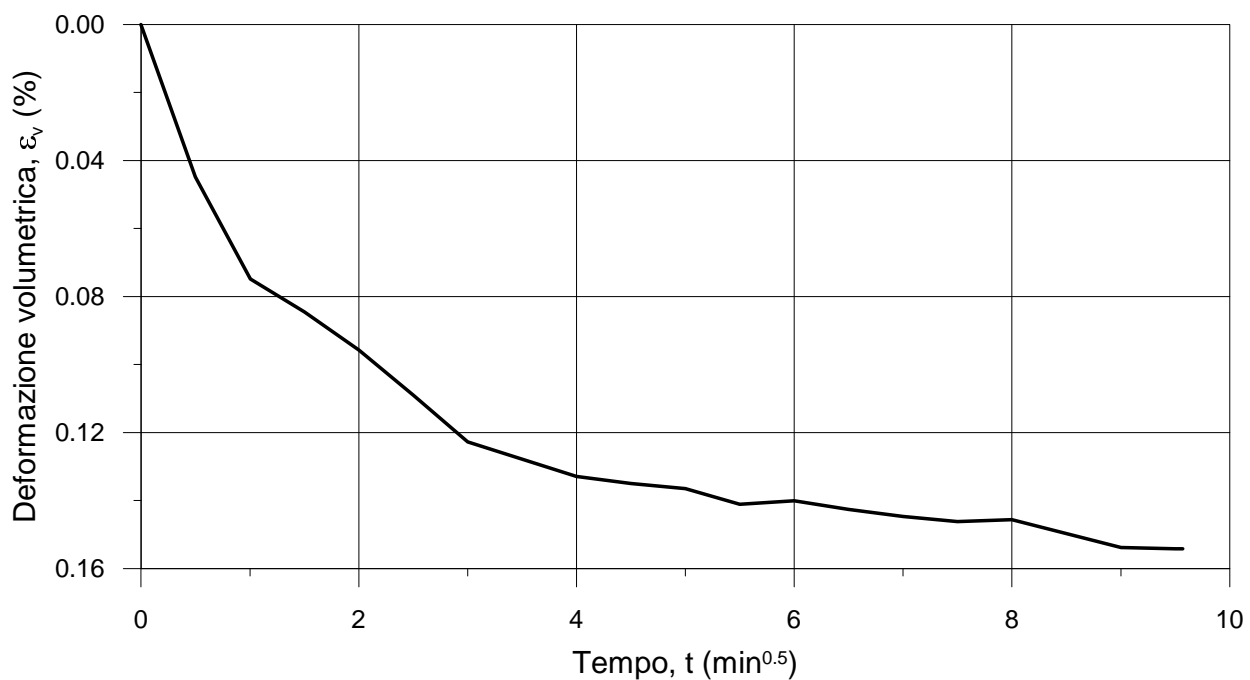
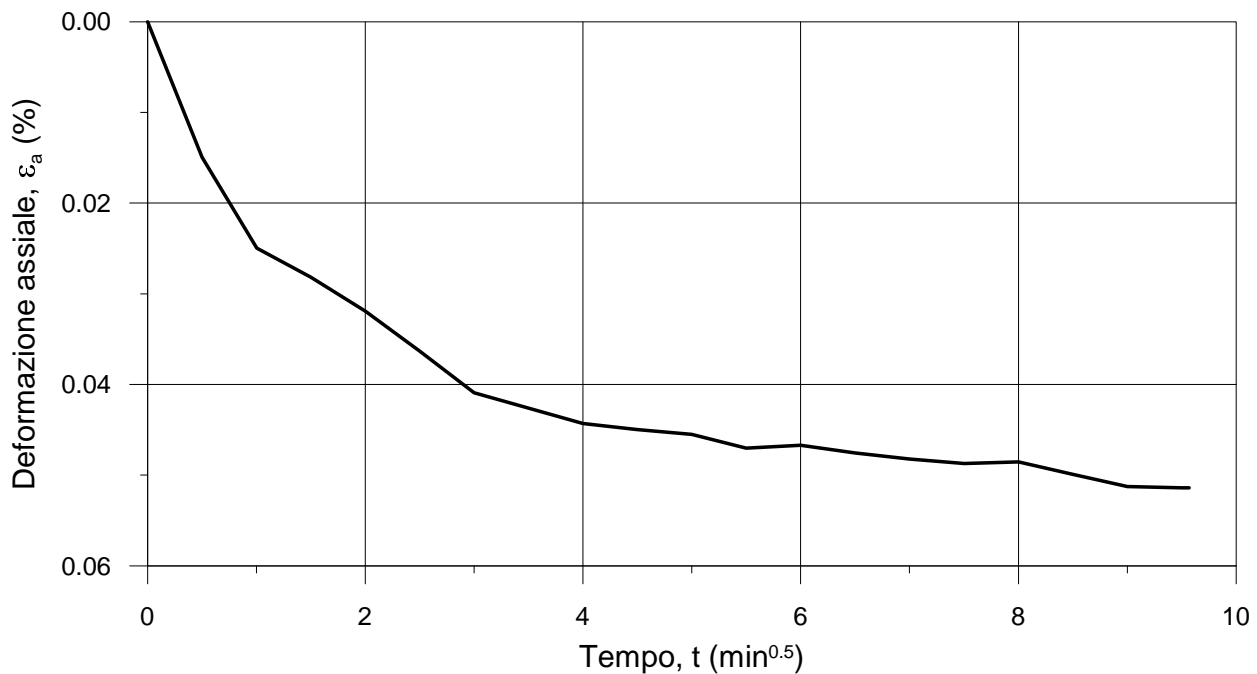




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

CONSOLIDAZIONE

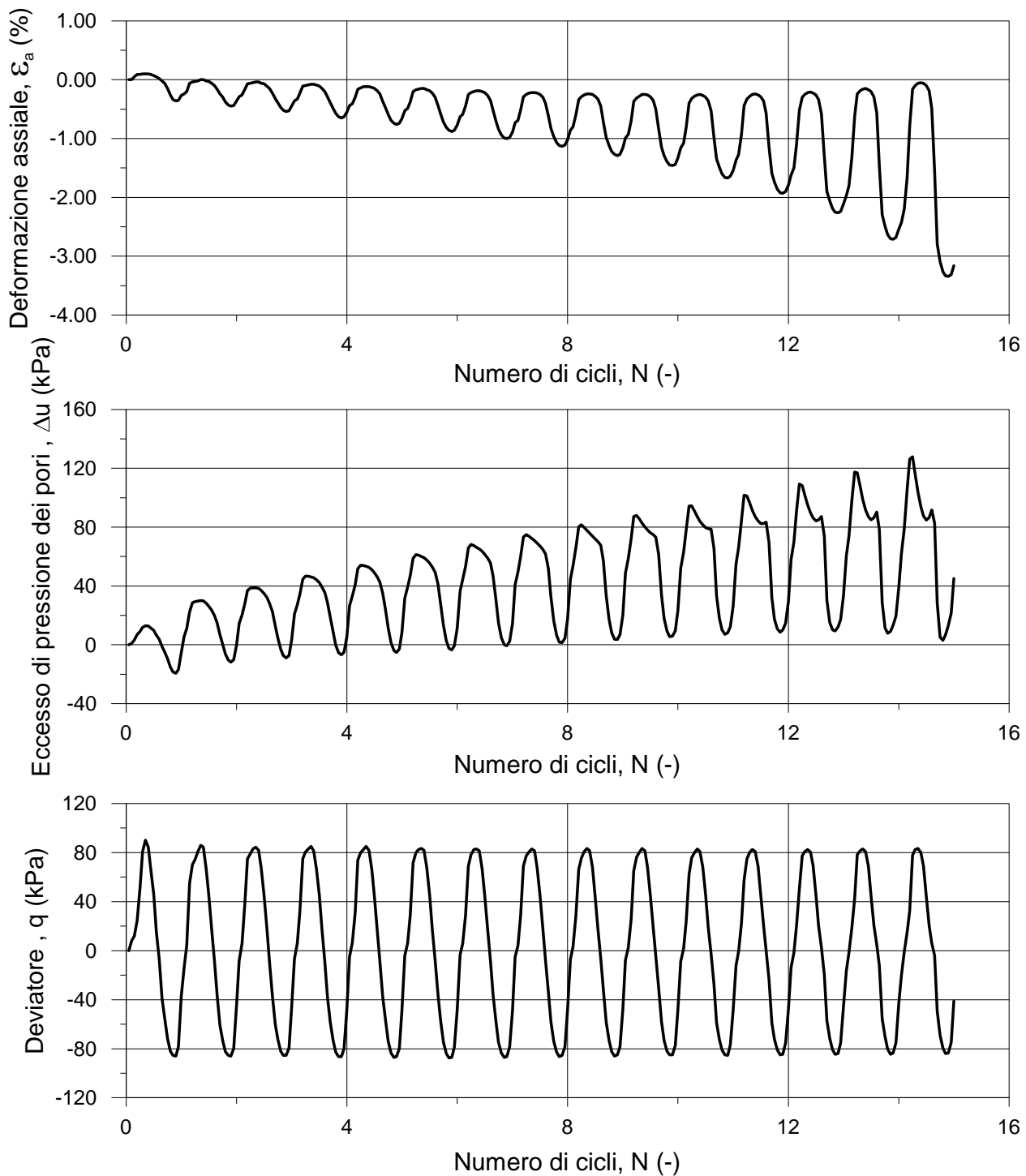




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

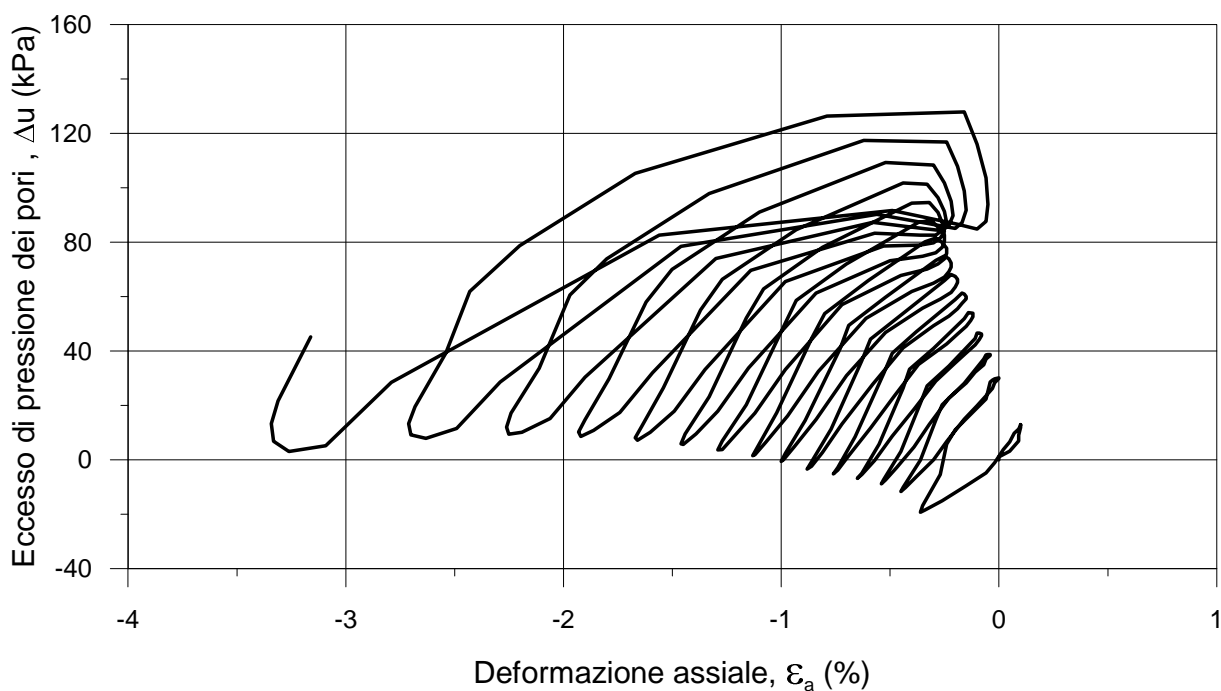
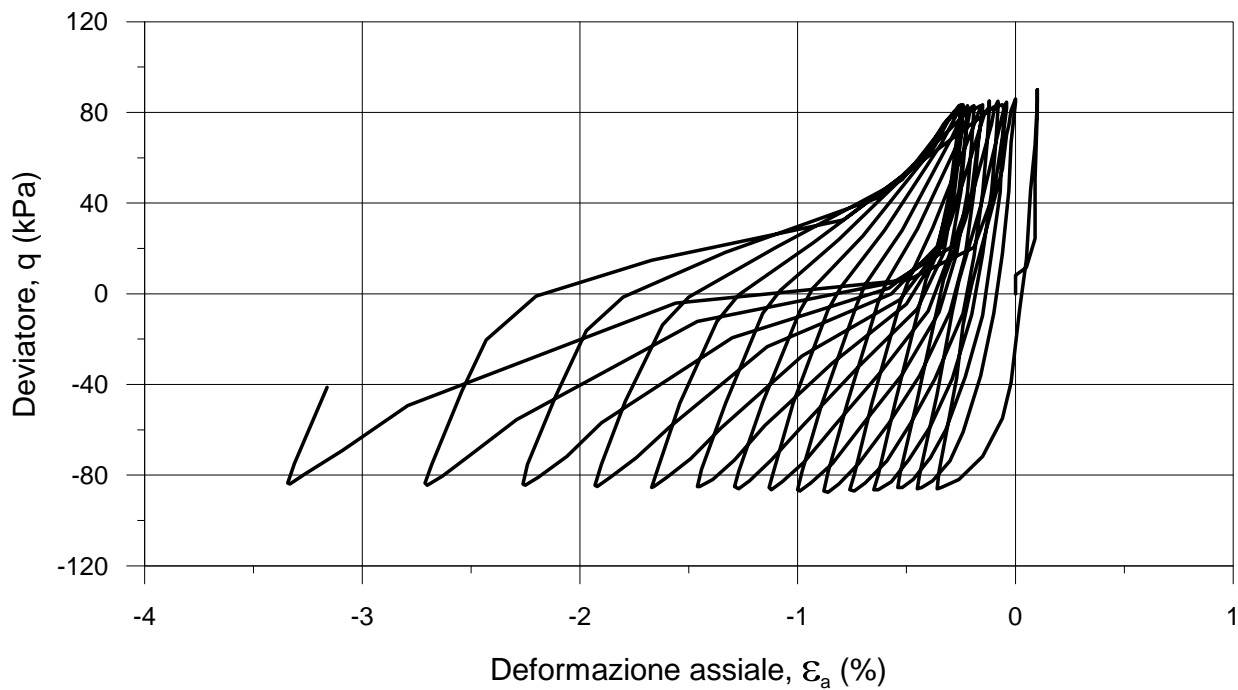




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA

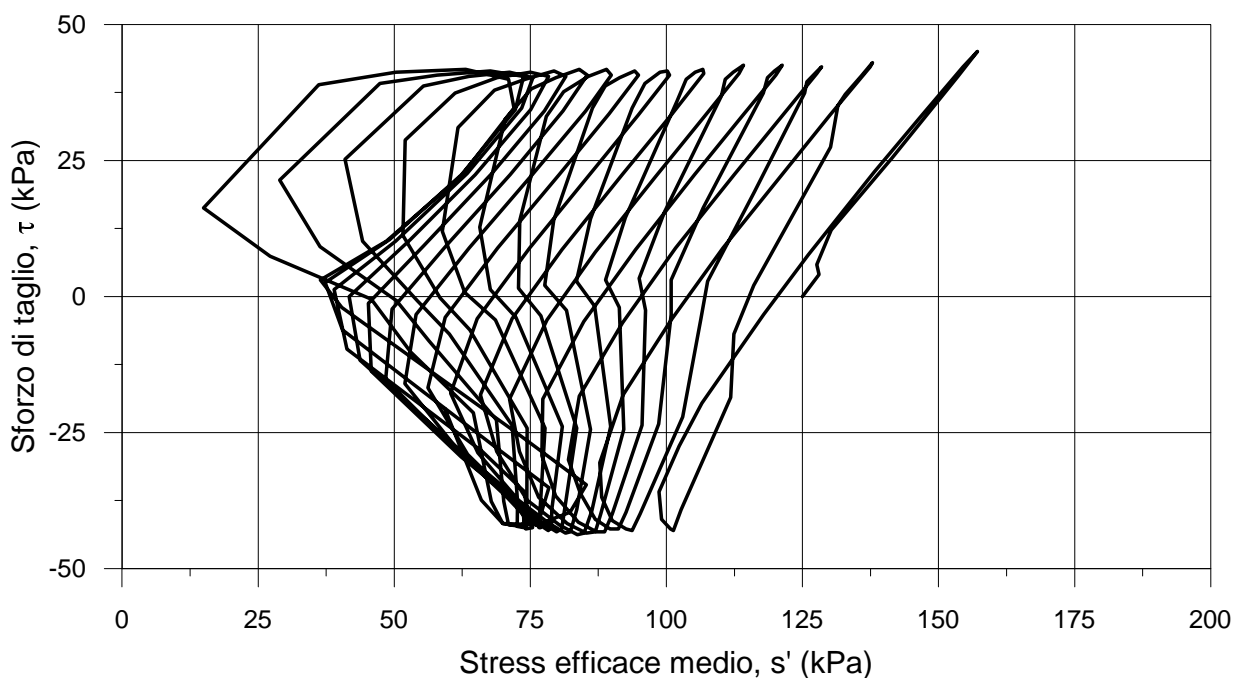
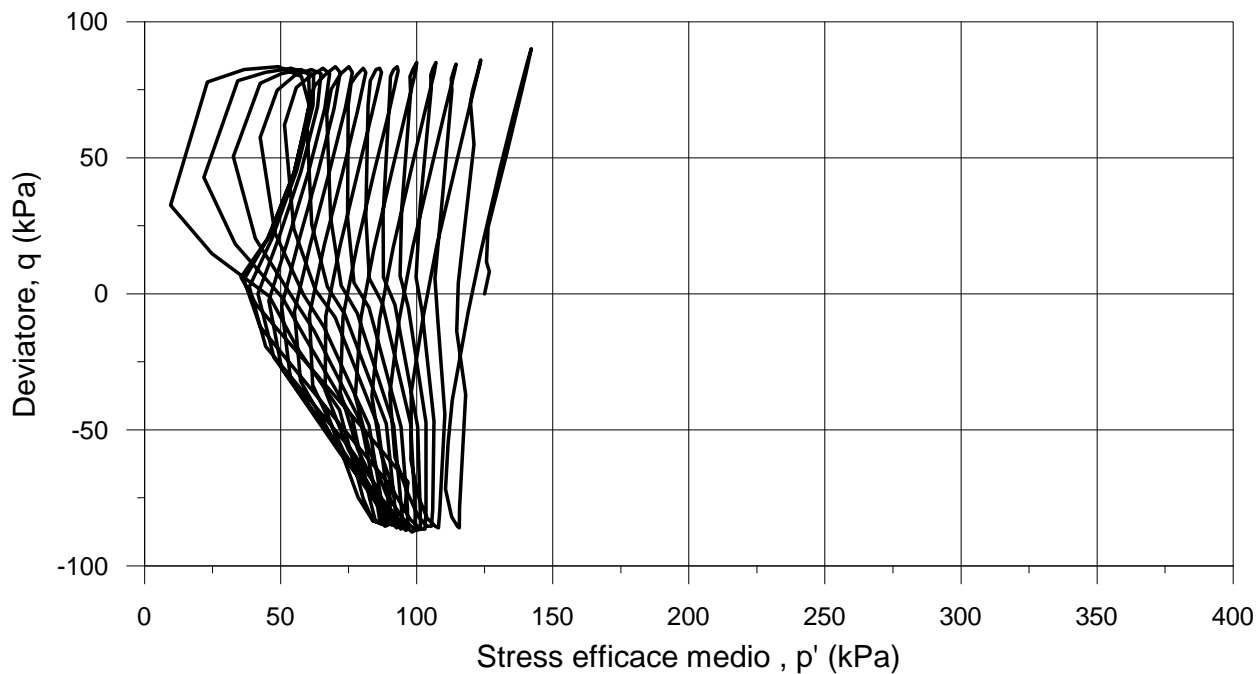




TRIASSIALE CICLICA IN CONTROLLO DI CARICO - ASTM D 5311-11

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
 Località : COMUNE DI ANDORA
 Id. Campione : S3 Ci2 (CSR0.35)
 Profondità (m) : 12.4
 Descrizione : Sabbia poco gradata

FASE CICLICA





Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

IL PRESIDENTE

Visto l'art. 20 della legge n° 1086 del 05.11.1971, concernente le "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", che consente di autorizzare anche Laboratori non ufficiali ad effettuare prove sui materiali da costruzione;

Visto il D.P.R. 06.06.2001 n. 380, concernente il "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";

Visto l'art. 59 del citato D.P.R. che consente di autorizzare anche laboratori non ufficiali ad effettuare prove su materiali da costruzione, comprese quelle geotecniche su terreni e rocce, come modificato dalla legge n.134 del 7.8.2012;

Visto il decreto legislativo 30 marzo 2001 n. 165, recante "Norme generali sull'ordinamento del lavoro alle dipendenze delle amministrazioni pubbliche" e successive modifiche ed integrazioni;

Vista la Circolare della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.7618/STC dell'8 settembre 2010;

Vista la domanda in data 10.03.2017 con la quale la società "G.E.T. SRL" con sede in Genova, ha chiesto l'autorizzazione ad effettuare e certificare prove sulle terre e sulle rocce con estensioni;

Vista l'istruttoria effettuata con esito favorevole dal Servizio Tecnico Centrale;

Considerato che il Direttore responsabile del laboratorio possiede il titolo professionale richiesto;

DECRETA

Art.1 E' rilasciata alla società "G.E.T. SRL" con sede in Via Albisola, 64/66-16162 Genova- l'autorizzazione ad effettuare e certificare prove sulle terre e sulle rocce, ulteriormente estesa alle prove facoltative così definite ai sensi del punto 5 della Circolare 7618/STC e in particolare:

- Prove triassiali cicliche;
- Prove di densità in sito;
- Prove di carico su piastra;

Art.2 Il predetto laboratorio è soggetto al controllo di questo Ministero cui spetta di verificare il mantenimento delle condizioni di idoneità accertate.



Art.3 E' confermato l'obbligo del controllo esterno di taratura delle principali apparecchiature di misura di forza e spostamenti, da effettuarsi con frequenza almeno annuale da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59, comma 1, del D.P.R. 380/01 o da organismi terzi di taratura appositamente accreditati secondo i regolamenti vigenti nel settore. E' prescritta la stretta osservanza di tutte le disposizioni contenute nella normativa vigente; in particolare è indicato l'assoluto divieto di emettere certificati di prove che non siano state effettuate con il personale, con le attrezzature e con le procedure del laboratorio autorizzato. E' prescritto altresì: l'obbligo di esporre al pubblico copia del decreto di autorizzazione; l'adozione di stampati nei quali sia evidente l'identificazione del laboratorio che emette le certificazioni.

Art.4 Il Direttore responsabile del laboratorio è il Dott. Geol. Paolo BRASEY

Art.5 Per qualsiasi modifica della compagine societaria o dell'assetto proprietario, per l'eventuale sostituzione del direttore del laboratorio o degli sperimentatori, e per l'eventuale cambio di sede del laboratorio, dovrà essere preventivamente richiesto apposito nulla-osta al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Art.6 L'autorizzazione ha validità quinquennale a decorrere dalla data del presente decreto e potrà essere rinnovata con successivo Decreto; la richiesta di rinnovo dovrà inderogabilmente essere inoltrata almeno sei mesi prima della data di scadenza, completa della documentazione necessaria alla valutazione della permanenza dei requisiti.

Art. 7 L'autorizzazione di cui al presente Decreto può essere sospesa o revocata in qualsiasi momento a seguito di accertate inadempienze o carenze del laboratorio, in particolare per eventuali sopravvenute carenze riguardanti la gestione del servizio, la correttezza e la competenza previste nell'esecuzione delle prove, le attrezzature, i locali ed il personale addetto, ovvero per accertate inadempienze rispetto alle prescrizioni di cui ai precedenti artt. 3 e 5.



IL PRESIDENTE
MASSIMO SESSA

A handwritten signature in blue ink, located in the bottom left corner of the page.

Studio Associato di Ingegneria, Geologia e Architettura

Ing. Mauro Marchiano, Ing. Riccardo Torri, Geol. Vittorio Vezzaro

17051 Andora, via Cavour 30 --- tel.0182/684363 --- E-mail stingeo@libero.it

PROVINCIA DI SAVONA

COMUNE DI ANDORA

REPORT MASW

Il tecnico:

geologo Vittorio Vezzaro (O.R.G.L. 222)

PREMESSE

Allo scopo di identificare i principali orizzonti sismostratigrafici relativi al sottosuolo del porto di Andora sono state approntate 4 stese sismiche di dodici geofoni per l'applicazione della tecnica masw. In tutte le stese la tecnica masw è stata eseguita sia in andata che in ritorno, solo nella masw in andata del 3° stendimento non è stato possibile elaborare un diagramma di dispersione di facile interpretazione.

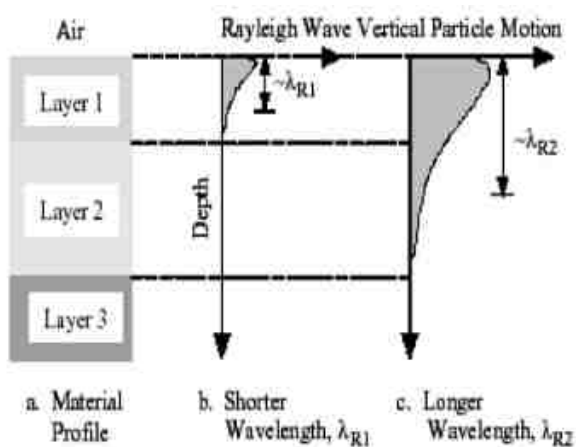
La disposizione delle stese è visibile nella planimetria in allegato.

METODO MASW

Sintesi del metodo

Nel metodo MASW le onde superficiali (Rayleigh o Love) sono prodotte da una sorgente impulsiva (compressiva o di taglio) posta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica). Come sorgente superficiale si è utilizzato un maglio da 10 Kg battente su un piattello in alluminio.

Il metodo sfrutta le caratteristiche delle onde di superficie: la velocità delle onde di Rayleigh e di Love è controllata dalla V_s del mezzo attraversato (V_{sv} per le onde di Rayleigh e V_{sh} per le onde di Love) inoltre la velocità di propagazione per una certa lunghezza λ (quindi frequenza) è influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a $\lambda/2$:



le alte frequenze pertanto sono influenzate dagli strati più superficiali mentre le basse frequenze sono interessate da quelli più profondi.

Questo metodo consente di ottenere una curva di dispersione in termini di velocità di fase / frequenza nel range generalmente compreso tra 1 e 60 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (in genere fino a circa 30-35 m di profondità in funzione della rigidità del suolo).

L'acquisizione delle onde superficiali è stata eseguita mediante il Sismografo DoReMi a 12 canali con il metodo “alternato” supportato dal software di elaborazione Winmasw 2018 Academy: in tale metodo la sorgente è spostata (allontanata) di una lunghezza pari a metà della distanza intergeofonica (i geofoni restano immobili) simulando così un'acquisizione a 24 tracce (vedi fig. a)

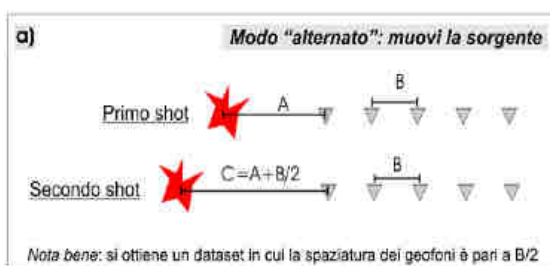


Tabella calcolo moduli elastici:

Modulo di Poisson (adimensionale)	$(V_p^2 - 2V_s^2) / [2(V_p^2 - V_s^2)]$
Modulo di Young (in Pa)	$\rho V_s^2 (4 - 3k^2) / (1 - k^2)$
Modulo di Taglio (in Pa)	ρV_s^2
Modulo di Lamé λ (in Pa)	$\rho V_s^2 (k^2 - 2)$
Modulo di Compressione (in Pa)	$\rho V_s^2 (k^2 - 4/3)$

dove:

$k = V_p/V_s$ (adimensionale)

$\rho =$ densità (Kg/m³)

V_s e $V_p =$ velocità onde di taglio e compressionali in m/s

Chiaramente per convertire valori espressi in Pascal (Pa) in valori in MegaPascal (MPa) è sufficiente dividere il numero per 10⁶ (Mega = 1 milione)

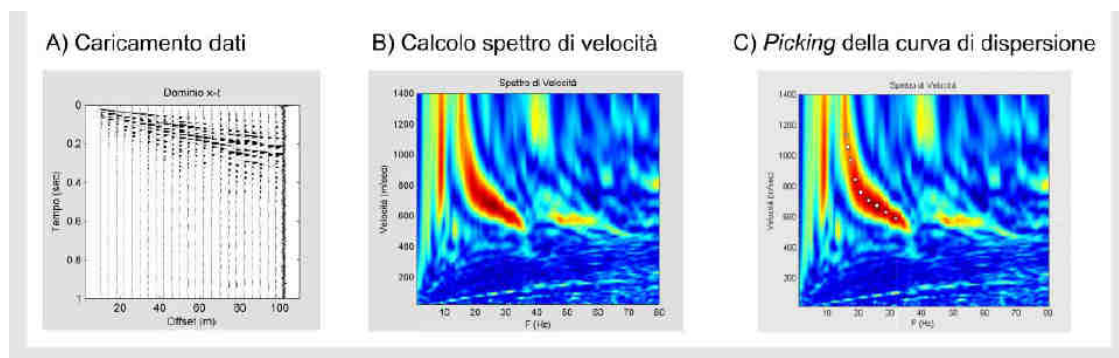
Geometrie adottate per le stese sismiche:

N° geofoni	12+12
Frequenza	4,5 Hz
Spaziatura tra i geofoni	3m (1,5m con il metodo alternato);
Distanza sorgente 1° geofono (offset)	1° masw andata (13,5m); 1° masw ritorno (18,5m) 2° masw andata (12m); 2° masw ritorno (12m) 3° masw andata (12m); 4° masw andata (20m); 4° masw ritorno (20m)

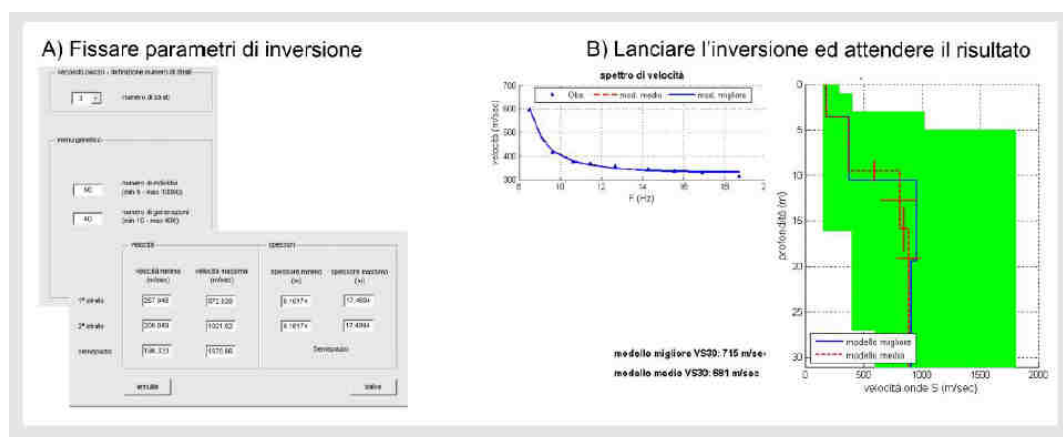
Modellazione

In termini del tutto generali l'analisi delle onde di superficie avviene in 2 passi fondamentali:

1) determinazione dello spettro di velocità sul quale l'utente deve identificare la curva di dispersione.



2) picking e inversione o modellazione diretta della/e curva/e di dispersione.



In alternativa al picking e conseguente inversione automatica, si può procedere con la “modellazione diretta”.

Sotto lo spettro di velocità è presente la sezione di “modellazione” grazie alla quale è possibile calcolare le curve di dispersione di un modello fino a sette strati i cui parametri sono fissati direttamente dall'utente.

Lo scopo è ottenere una valutazione di un possibile modello rispetto allo spettro osservato: ad ogni modello impostato il programma associa precise curve di dispersione che vengono tracciate sul diagramma.

Il software di default propone le curve di dispersione relative al modo fondamentale e i primi due superiori ma se ne possono inserire molte altre, inoltre il calcolo del V_{s30} / V_s equivalente può essere impostato dall'utente alla profondità del piano di fondazione delle strutture.

E' possibile inserire un modello arbitrario, caricare un modello ottenuto da una precedente inversione o determinato da una precedentemente modellazione.

Qualunque sia il modello di partenza scelto, lo scopo è quello di perfezionarlo “per tentativi” modificando opportunamente potenze e V_s degli strati in modo tale da creare curve sintetiche che ricalchino le zone del diagramma a segnale più intenso (aree rosse).

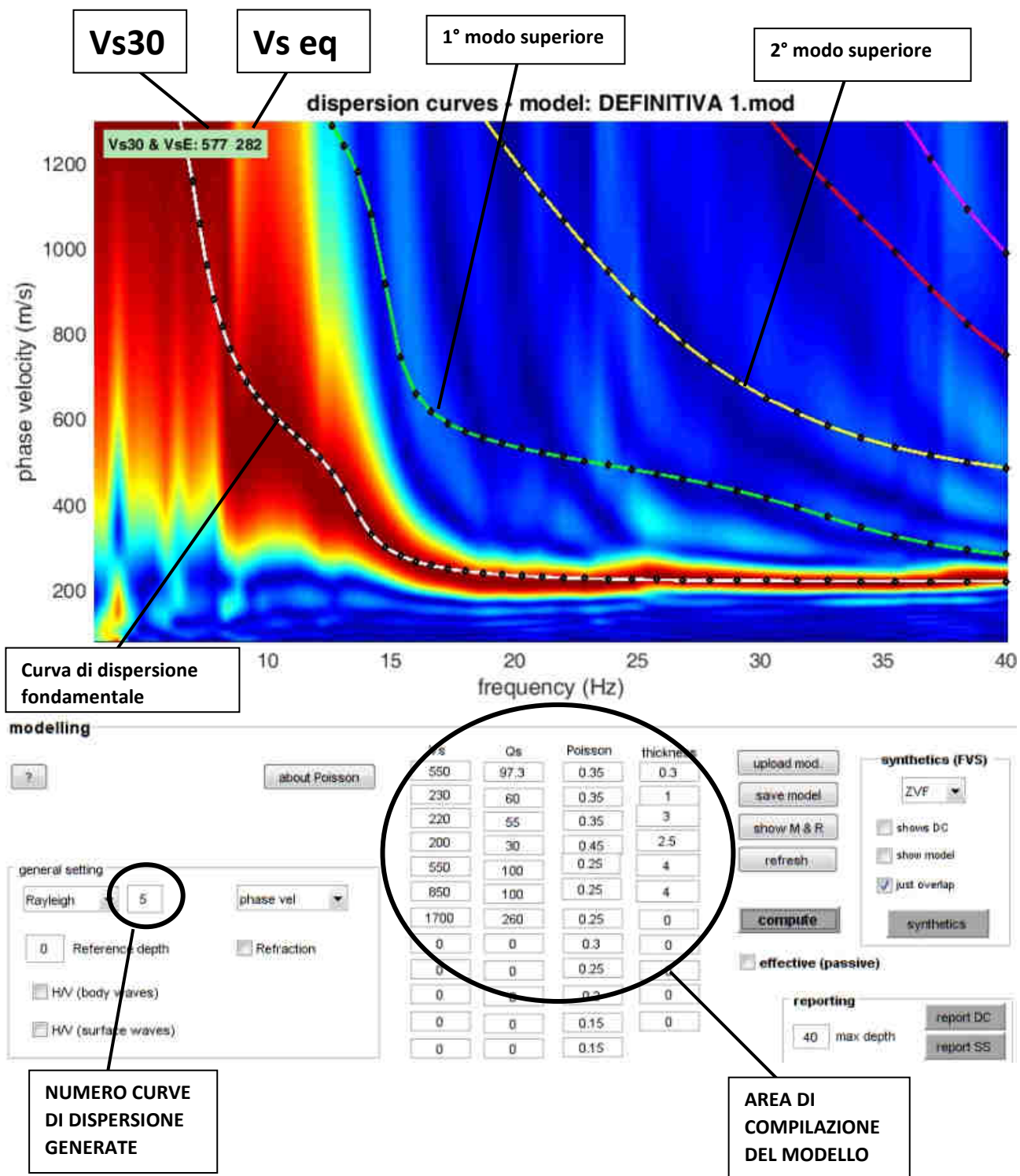
La scelta del modello base è una fase della modellazione diretta da non sottovalutare poiché influenzerà in modo decisivo il risultato finale. Soprattutto in caso di diagrammi di dispersione particolarmente ambigui è necessario impostare un modello di partenza che rispetti le informazioni geologiche già a disposizione della zona.

E' inoltre possibile fissare diversi valori del rapporto di Poisson (in modo da modificare il rapporto V_P/V_S).

Il modello elaborato è puntale e deve essere considerato come una stratigrafia di orizzonti sismici piano paralleli riferiti al punto mediano della stesa sismica.

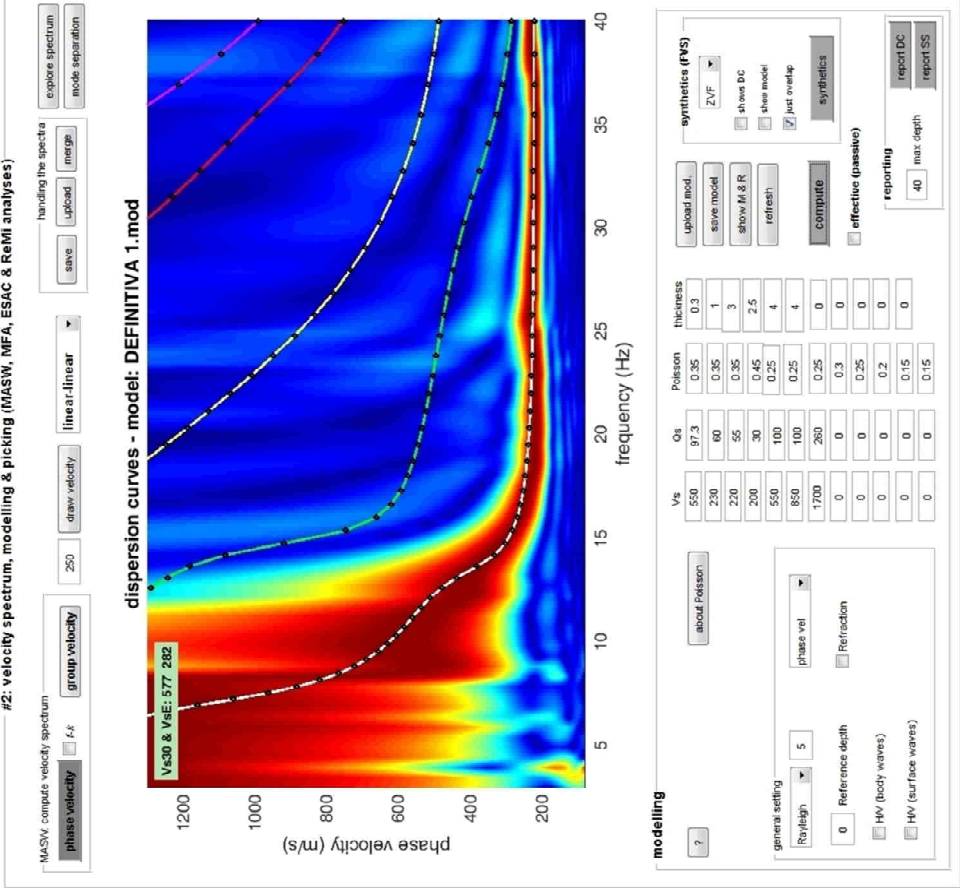
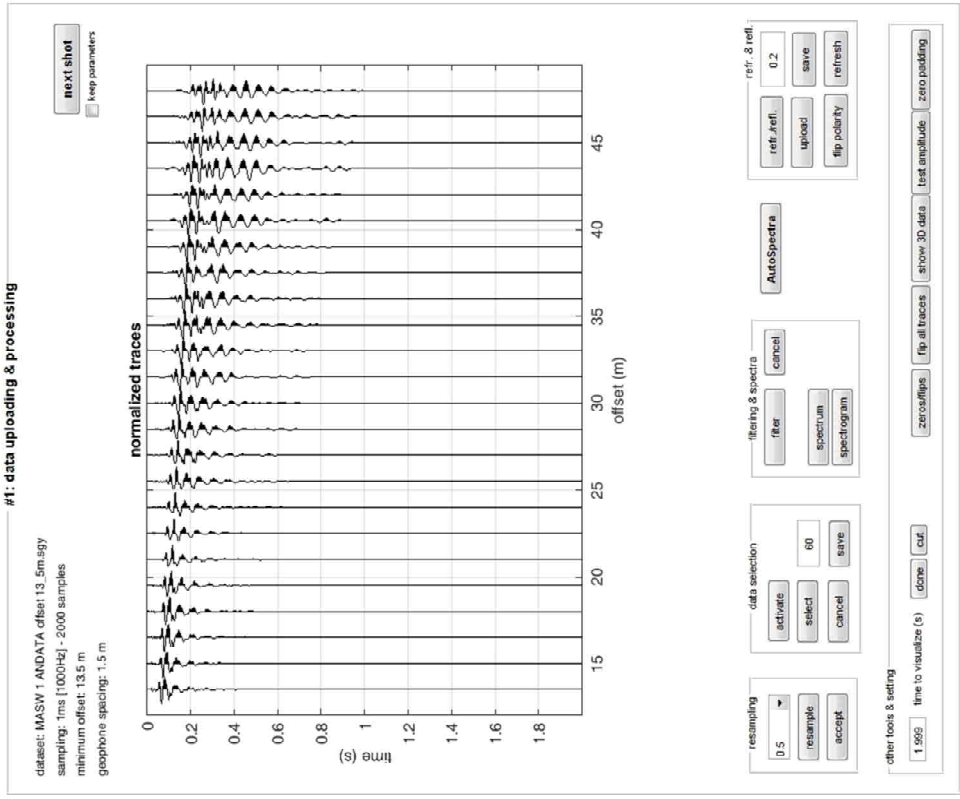
Va considerato che situazioni geologiche diverse da quelle ideali sopra descritte complicano fortemente l'interpretazione della prova fino a renderla in alcuni casi veramente molto problematica.

Di seguito sono evidenziate le aree specifiche del software:



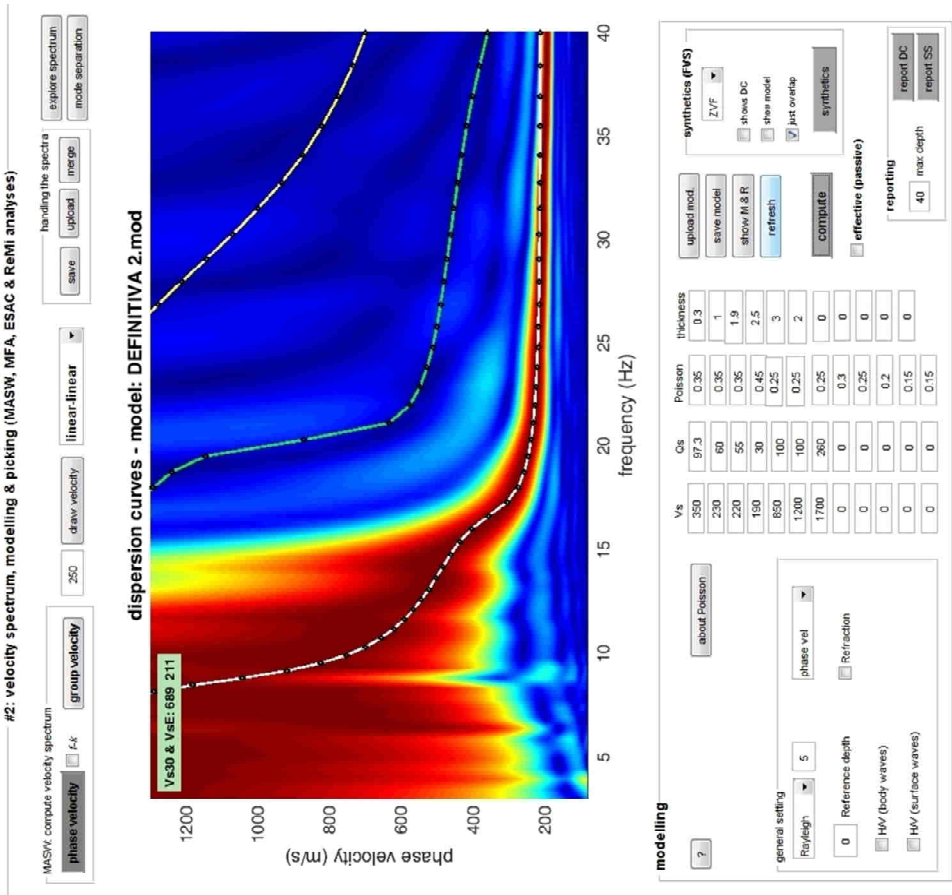
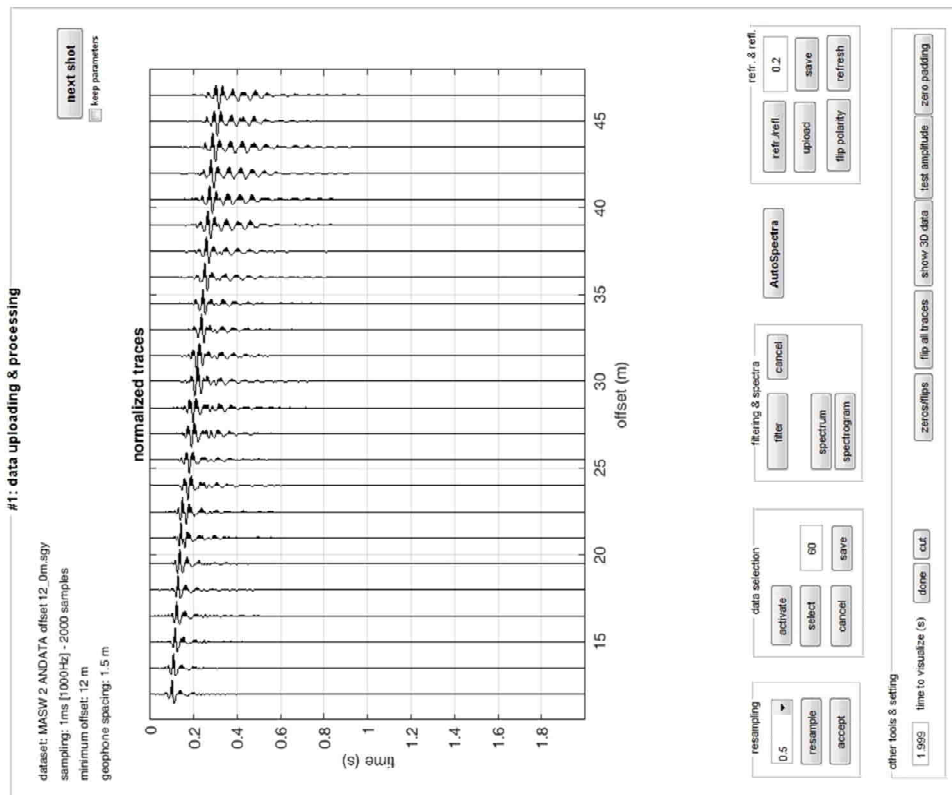
Risultati

Di seguito si riportano gli elaborati della prova MASW in termini di frequenza velocità di fase eseguita utilizzando il software WINMASW 2018 Academy.



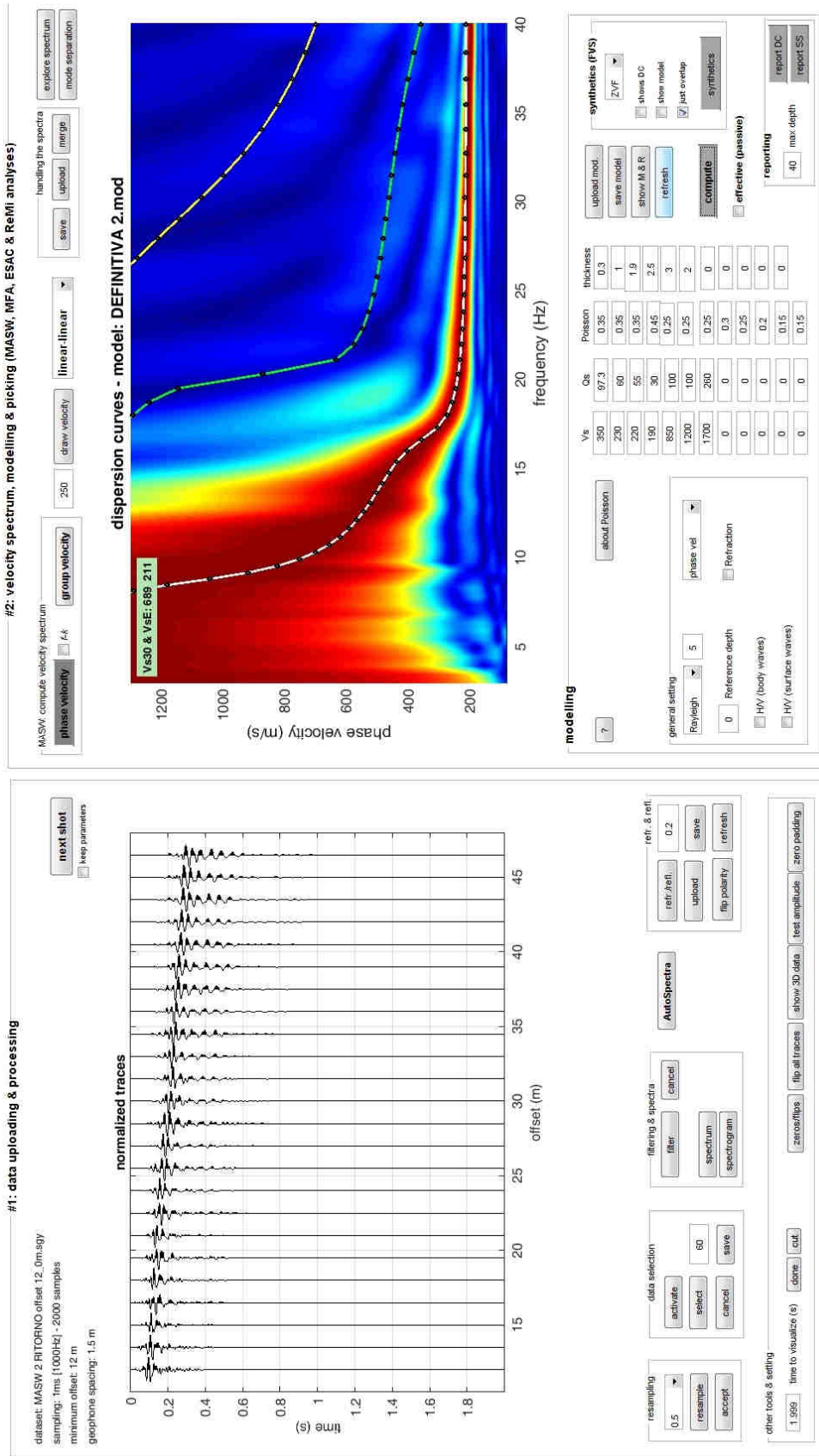
MASW 1 ANDATA

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



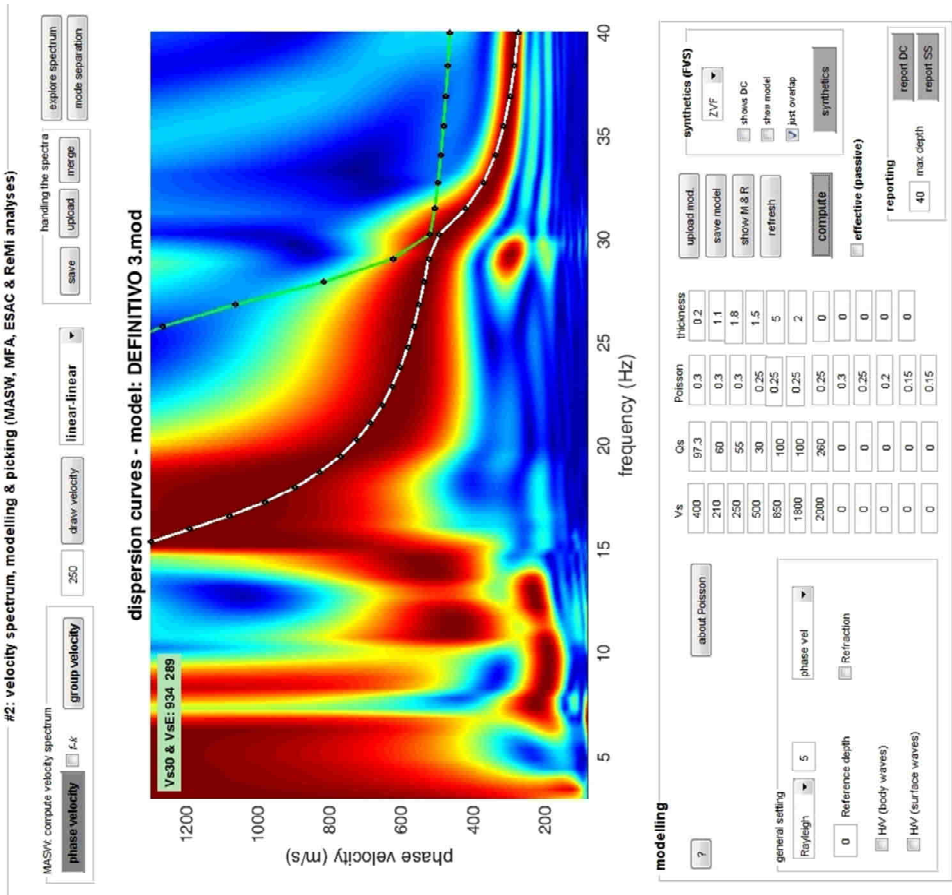
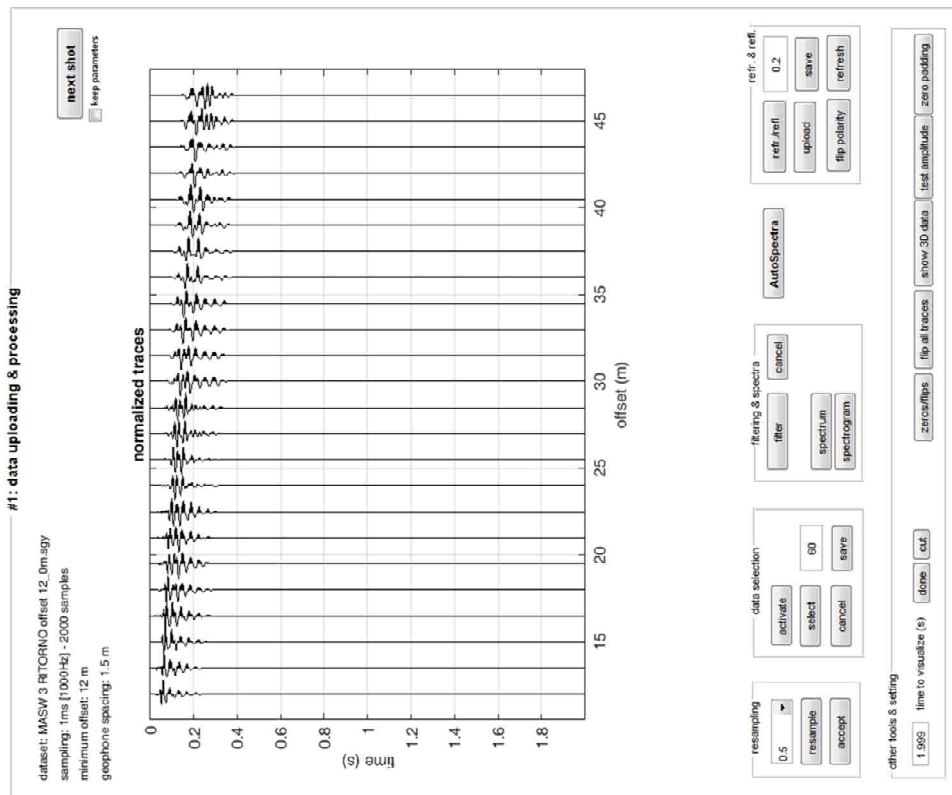
MASW 2 ANDATA

(Diagramma frequenza-velocità di fase con curve di dispersione)



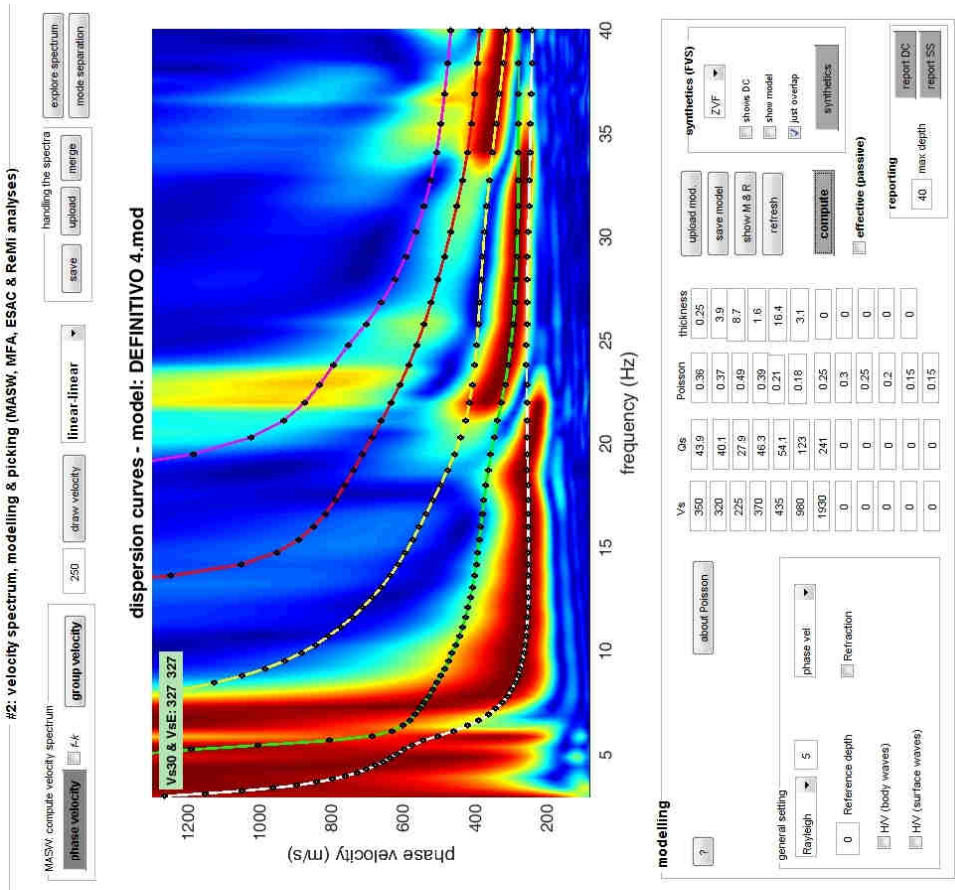
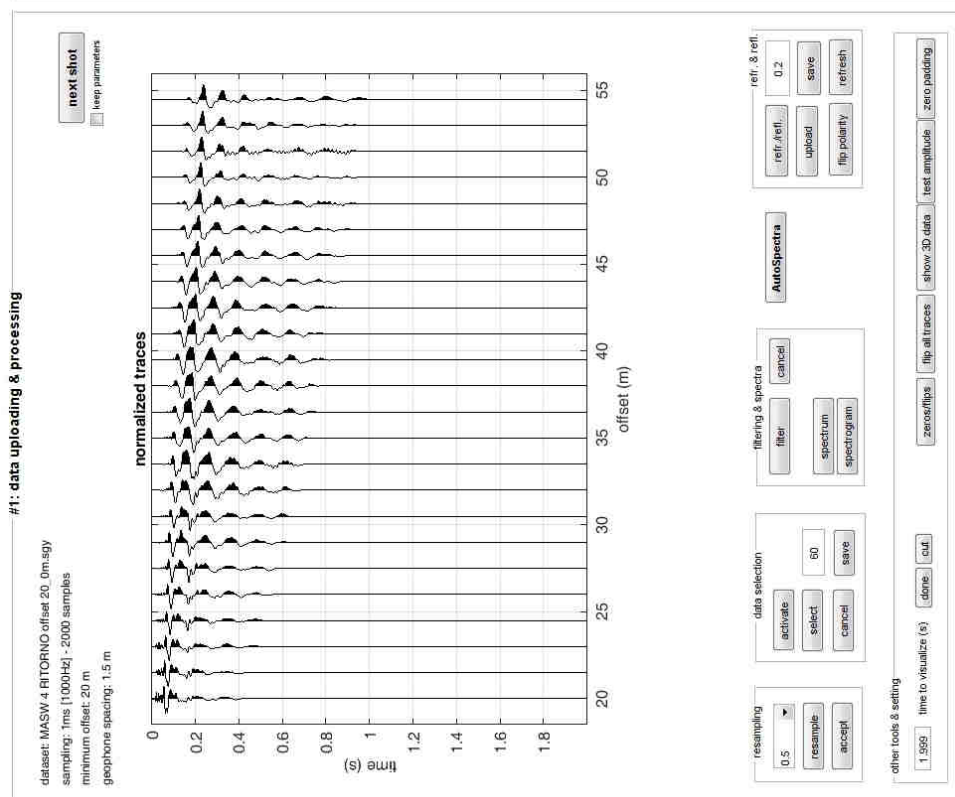
MASW 2 RITORNO

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



MASW 3 RITORNO

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)



MASW 4 RITORNO

(Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione)

INTERPRETAZIONE

Con la sola eccezione della terza stesa è stato possibile elaborare un unico modello sismostratigrafico tra andata e ritorno dello stesso stendimento di geofoni. Eseguire la prova masw nelle due direzioni dei geofoni consente di confermare la piena applicabilità della tecnica quando si generano diagrammi di dispersione molto simili e si ha quindi la presenza di sismostrati piano paralleli. Nel caso in cui si generano due diagrammi di dispersione con incongruenze e/o lacune di segnale in alcune bande di frequenze, sebbene non sia la condizione ideale, è sempre possibile elaborare un unico sismomodello le cui curve di dispersione si adattino bene in entrambi i diagrammi.

Nelle fasi preliminari di elaborazione, il modello di partenza di ogni masw è stato compilato rispettando le informazioni stratigrafiche disponibili nell'immediato intorno della stesa sismica (sondaggi ed altre prove geofisiche). Apportando precise modifiche, si è giunti ad un modello finale che soddisfa i criteri di fittaggio su entrambi i diagrammi di dispersione (andata e ritorno) ovvero modelli le cui curve di dispersione ricalcano le zone a più alta energia (aree rosse nel diagramma).

In particolare le masw 1 e masw 2 sono state correlate con il sondaggio S1 mentre la masw 4 è stata correlata con il sondaggio S3 ed S4. La posizione del substrato (orizzonte con $V_s > 800\text{m/s}$) risultata dalla diverse prove masw, considerati i limiti del metodo geofisico e la diversa posizione delle indagini, ben si relaziona con quanto evidenziato dalle stratigrafie:

1. - S1 individua un substrato a poco più di 7 metri di profondità dal piano campagna e le masw posizionano un sismostrato con $V_s > 800\text{m/s}$ a poco meno di 7 metri nella 1° masw e poco meno di 6 metri nella 2° masw;
2. - S3 ed S4 si approfondiscono rispettivamente di 22,4 metri e 29 metri dal piano di campagna (superficie del molo) senza individuare un orizzonte stratigrafico di roccia massiva ma solo un livello di transizione associabile a cappellaccio di alterazione e/o clasti di pezzatura fortemente variabile in matrice sabbio-limosa;
3. - La 3° masw individua un orizzonte con $V_s > 800\text{m/s}$ a poco più di 4 metri dal piano di campagna. Tale discontinuità è sempre correlabile ad S1 se si considera che la posizione della stesa si trova a circa 20 metri più a monte del sondaggio stesso.

Dai modelli proposti si elaborano le seguenti $V_{\text{EQUIVALENTE}}$:

- 1° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}}=282\text{m/s}$;
- 2° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}}=211\text{m/s}$;
- 3° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}}=289\text{m/s}$;
- 4° masw : $V_{\text{EQUIVALENTE}}=327\text{m/s}$;

Considerate le informazioni sopra esposte l'area su cui risiede il porto di Andora ricade interamente nella stessa categoria topografica ma in due diverse categorie di sottosuolo (vedi planimetria allegata):

CATEGORIA TOPOGRAFICA T1: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$*

Per tutte le aree più a monte del porto ad esclusione del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

Per le aree del molo principale:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Allegato
(S.P.T. – Angoli di Attrito)

Sondaggio S1 (Nuovo):

quota dal p.c. (m)	1,50	3,00	4,50	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
falda	No	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No
Nspt	7	11	13	11						

ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)

R.B.S.	24,6	27,5	28,7	27,8						
J.N.R.	28,8	30,1	30,8	30,3						
De Mello	25,8	27,7	28,4	27,8						
Owasaki & Iwasaki	26,1	29,5	30,9	29,7						
Sowers	29,7	30,9	31,5	31,0						
Peck Hanson & Thormburn	28,9	30,1	30,7	30,2						
Meyerhof	27,0	29,0	29,9	29,2						
Hatanaka & Uchida	29,7	32,7	33,9	32,9						
Wolff	28,9	30,2	30,8	30,3						
Schmertmann (DR)	39,5	39,5	39,5	37,3						

Sondaggio S2 (Nuovo):

quota dal p.c. (m)	6,00	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
falda	Si	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	25	18								

ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)

R.B.S.	32,2	30,7								
J.N.R.	32,9	32,0								
De Mello	30,0	29,2								
Owasaki & Iwasaki	34,9	33,2								
Sowers	33,5	32,6								
Peck Hanson & Thormburn	32,7	31,8								
Meyerhof	32,6	31,5								
Hatanaka & Uchida	37,4	35,9								
Wolff	32,8	31,9								
Schmertmann (DR)	39,5	39,5	34,5	31,5						

Sondaggio S3 (Nuovo):

quota dal p.c. (m)	6,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
falda	Si	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	12	15									

ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)

R.B.S.	28,3	30,0									
J.N.R.	30,6	31,5									
De Mello	28,1	28,9									
Owasaki & Iwasaki	30,4	32,3									
Sowers	31,3	32,2									
Peck Hanson & Thornburn	30,5	31,4									
Meyerhof	29,6	30,9									
Hatanaka & Uchida	33,5	35,2									
Wolff	30,6	31,5									
Schmertmann (DR)	42,0	39,5	34,5	31,5							

Sondaggio S3 (Vecchio):

quota dal p.c. (m)	3,00	6,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
falda	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	18	5	9								

ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)

R.B.S.	30,3	23,6	26,6								
J.N.R.	31,7	28,5	29,7								
De Mello	29,3	24,8	27,0								
Owasaki & Iwasaki	32,7	24,9	28,4								
Sowers	32,4	29,4	30,5								
Peck Hanson & Thornburn	31,6	28,6	29,7								
Meyerhof	31,2	26,4	28,3								
Hatanaka & Uchida	35,5	28,7	31,8								
Wolff	31,7	28,6	29,8								
Schmertmann (DR)	42,0	39,5	39,5	37,3							

ALLEGATO PARAMETRI SISMICI



(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine

Longitudine

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

8.15743

LATITUDINE

43.95223

☐ Ricerca per comune

REGIONE

Liguria

PROVINCIA

Savona

COMUNE

Marina di Andora

Elaborazioni grafiche

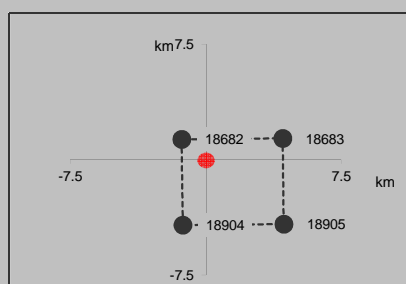
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- ☐ Sito esterno al reticolo
- ☐ Interpolazione su 3 nodi
- ☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$
SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$
SLC - $P_{VR} = 5\%$

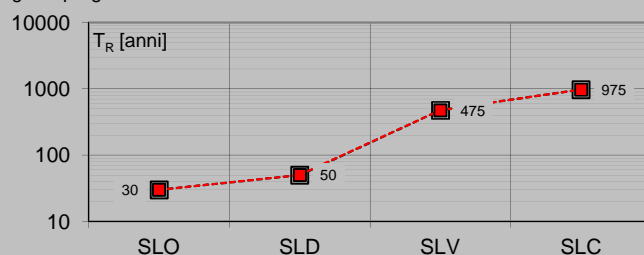
Elaborazioni

Grafici parametri azione ☐

Grafici spettri di risposta ☐

Tabella parametri azione ☐

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.025	2.515	0.180
SLD	50	0.036	2.572	0.205
SLV	475	0.138	2.423	0.284
SLC	975	0.188	2.461	0.299

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **E** ▼ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$S_S =$ **1.600**

$C_C =$ **2.167** info

$h/H =$ **1.000**

$S_T =$ **1.000** info

(h =quota sito, H =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta =$ **1.000** info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1.5**

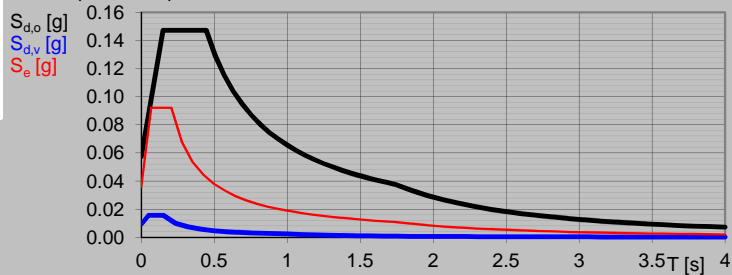
$\eta =$ **0.667** info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **E** ▼ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$S_S =$ **1.600**

$C_C =$ **1.902** info

$h/H =$ **1.000**

$S_T =$ **1.000** info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta =$ **1.000** info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1.5**

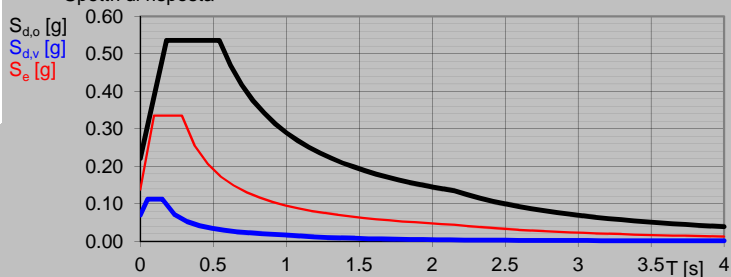
$\eta =$ **0.667** info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2


FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD**  [info](#)

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C**  [info](#)

Categoria topografica **T1**  [info](#)

$S_s =$ **1,500**

$C_c =$ **1,771** [info](#)

$h/H =$ **1,000**

$S_T =$ **1,000** [info](#)

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale


☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta =$ **1,000** [info](#)

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no**  [info](#)


Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

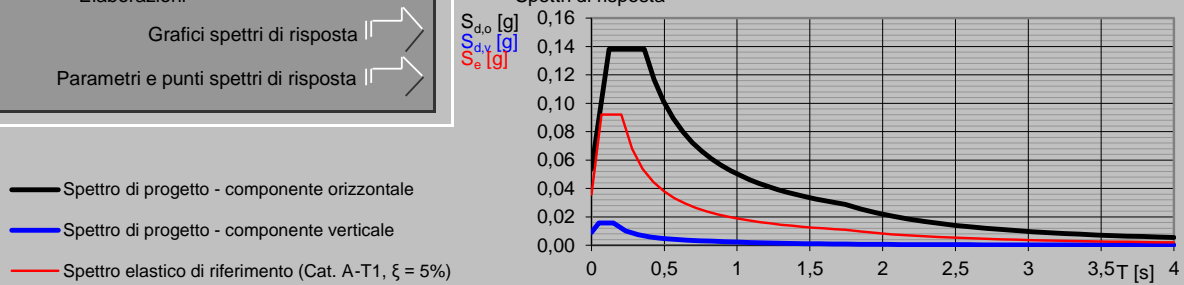
$\eta =$ **0,667** [info](#)

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta 

Parametri e punti spettri di risposta 

Spettri di risposta



INTRO


FASE 1

FASE 2


FASE 3


FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV**  [info](#)

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C**  [info](#)

Categoria topografica **T1**  [info](#)

$S_s =$ **1,499**

$C_c =$ **1,590** [info](#)

$h/H =$ **1,000**

$S_T =$ **1,000** [info](#)

(h =quota sito, H =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale


☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta =$ **1,000** [info](#)

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no**  [info](#)


Compon. verticale


Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

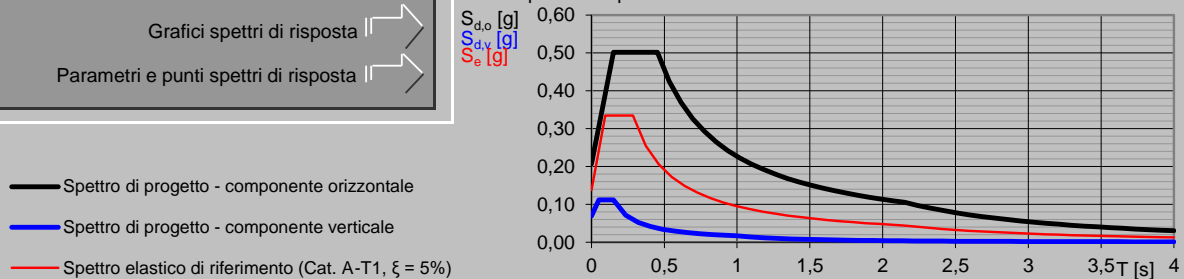
$\eta =$ **0,667** [info](#)

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta 

Parametri e punti spettri di risposta 

Spettri di risposta

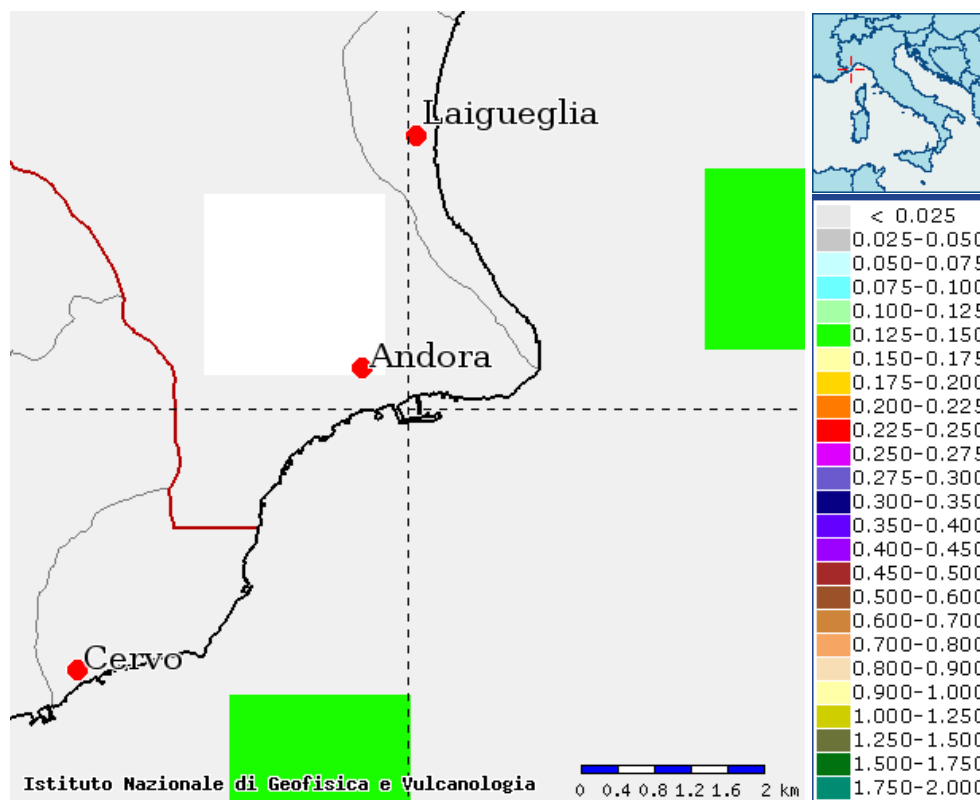


INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3



Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:

(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)

Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:

Longitudine:

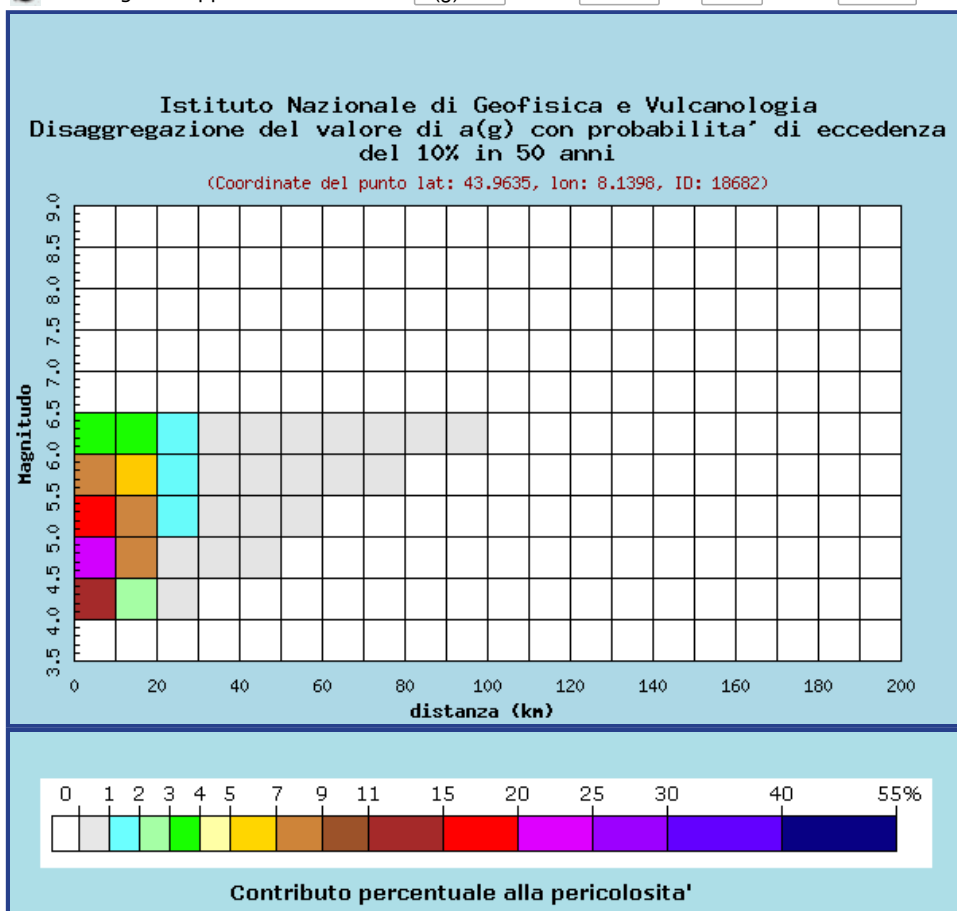
Ricerca Comune

Il nome

contiene:

Selezione mappa

- ☒ Visualizza punti della griglia riferiti a:
 - ☐ Ridisegna mappa
- Parametro dello scuotimento:
- Probabilità in 50 anni:
- Percentile:
- Periodo spettrale (sec):



Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.9635, lon: 8.1398, ID: 18682)
	Magnitudo

	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	12.200	24.300	15.400	8.460	3.540	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.730	7.920	8.020	6.550	3.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.144	0.821	1.380	1.650	1.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.061	0.298	0.517	0.503	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.049	0.167	0.205	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.003	0.048	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.120	9.600	0.394

Boulanger e Idriss, 2014

Per tener conto della magnitudo del terremoto, il metodo proposto da Boulanger e Idriss, 2014 calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente relazione:

$$CSR_{M, \sigma'_v} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo r_d funzione della magnitudo M e di altre due variabili:

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M]$$

Dove:

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \cdot \sin\left(\frac{z}{11.73} + 5.133\right)$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \cdot \sin\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$

La resistenza alla liquefazione si ricava dalla seguente espressione:

$$CRR_{M=7.5; \sigma'_v=1atm} = \exp \left\{ \frac{(N_1)_{60cs}}{14.1} + \left[\frac{(N_1)_{60cs}}{126} \right]^2 - \left[\frac{(N_1)_{60cs}}{23.6} \right]^3 + \left[\frac{(N_1)_{60cs}}{25.4} \right]^4 - 2.8 \right\}$$

dove

$$(N_1)_{60cs} = (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$$

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp \left[1.63 + \frac{9.7}{FC + 0.01} - \left(\frac{15.7}{FC + 0.01} \right)^2 \right]$$

FC è il contenuto di fine espresso in %, determinato con analisi granulometrica sul materiale prelevato durante l'esecuzione della prova medesima e/o mediante stima indiretta da prove CPTe/CPTu limitrofe.

$$(N_1)_{60} = C_N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S \cdot N_{SPT} \leq 46$$

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right) \leq 1.7$$

$$m = 0.784 - 0.0768 \sqrt{(N_1)_{60cs}} \quad (N_1)_{60cs} \leq 46$$

$(N1)_{60cs}$ è definito al punto 2 e m è determinato per via iterativa, per prove eseguite secondo le raccomandazioni AGI(1977): $C_E = C_B = C_R = C_S \cong 1$; p_a è la pressione atmosferica.

L'espressione del FS secondo Boulanger e Idriss, 2014 è dato da:

$$FS = \frac{CRR_{M=7.5; \sigma'_v=1atm}}{CSR_{M; \sigma'_v}} \cdot MSF \cdot K_\sigma$$

Con le seguenti posizioni:

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1) \cdot \left[8.64 \cdot \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 1.325 \right]$$

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{(N1)_{60cs}}{31.5} \right)^2 \leq 2.2$$

$$K_s = 1 - C_\sigma \cdot \ln\left(\frac{\sigma'_v}{p_a}\right) \leq 1.1$$

$$C_\sigma = \frac{1}{18.9 - 2.55 \cdot \sqrt{(N1)_{60cs}}} \leq 0.3$$

Cortè (1985)

Nel metodo proposto da **Cortè**, il Rapporto di Tensione Ciclica **CSR** viene calcolato dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie contenente gli effetti amplificativi di sito. La relazione è valida per eventi sismici di magnitudo 7,5. Per magnitudo diverse bisogna dividere il Rapporto di Tensione Ciclica per il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*):

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii (1978)**:

$$r_d = 1 - 0,015z$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M (1982)**.

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per il calcolo del Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR**, **Cortè** propose due relazione funzione del parametro D_{50} :

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$CRR = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0,258 \log_{10} \left(\frac{D_{50}}{0,35} \right) \right\}$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$CRR = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{v0} + 70} \right]^{0,5} - 0,0567 \right\}$$

Il coefficiente **A** assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e del **numero di cicli equivalenti** che variano a loro volta fra 5 e 20.

Finn & Cortè (1985)

Gli autori propongono due metodi diversi per calcolare il Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR**, mentre il Rapporto di Tensione Ciclica **CSR** si calcola dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{v0}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d \quad (4.0)$$

è valida per eventi sismici di magnitudo 7,5. Per magnitudo diverse bisogna dividere il Rapporto di Tensione Ciclica per il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*):

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (4.1)$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **r_d** viene utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii (1978)**:

$$r_d = 1 - 0,015z \quad (4.2)$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M (1982)**.

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N. (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per il calcolo del Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR**, **Finn** propose una relazione in cui le variabili

indipendenti sono la magnitudo **M** e il numero dei colpi corretto della prova penetrometrica standard SPT **N_{1,60}**:

$$CRR = \frac{N_{1,60}}{12,9 M - 15,7} \quad (4.3)$$

Cortè propose invece la seguente espressione:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$CRR = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0,258 \log_{10} \left(\frac{D_{50}}{0,35} \right) \right\} \quad (4.4)$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$CRR = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0,0567 \right\} \quad (4.5)$$

Il coefficiente **A** assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e del **numero di cicli equivalenti** che variano a loro volta fra 5 e 20.

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Questo metodo è stato sviluppato basandosi sull'osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione sui manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito.

Il metodo si basa sulla stima di due quantità: **il fattore di resistenza (FS)** e **l'indice di liquefazione (I_L)**. L'indice di liquefazione **I_L**, indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere all'interno del deposito, si ricava dall'espressione:

$$I_L = \int_0^{20} F W(z) dz \quad (2.0)$$

dove:

$$F(z) = 1 - FS \quad \text{per } FS \leq 1$$

$$F(z) = 0 \quad \text{per } FS > 1$$

$$W(z) = 10 - 0,5z$$

Il fattore di resistenza **FS** si determina dalla (1.0), lo strato di terreno è considerato liquefacibile se **FS ≤ 1**. Il Rapporto di Resistenza Ciclica per eventi sismici con magnitudo 7,5 si ricava dalla:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d \quad (2.1)$$

Per magnitudo diverse occorre dividere la quantità sopra indicata per il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*):

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (2.2)$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene invece utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii (1978)**:

$$r_d = 1 - 0,015z \quad (2.3)$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M (1982)**.

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per la valutazione del Rapporto di Resistenza Ciclica **CRR** vengono proposte le seguenti espressioni ottenute da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} + 0,225 \log_{10} \left(\frac{0,35}{D_{50}} \right) \quad (2.4)$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} - 0,05 \quad (2.5)$$

dove **D₅₀** è il diametro dei granuli al 50% (in mm) ed **N_m** è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT.

La classificazione del rischio di liquefazione attraverso il metodo di **Iwasaki et alii** viene riportata in Tabella 2.

Tabella 2- Classi di rischio

I_L	Rischio di Liquefazione
I_L = 0	Molto basso
0 < I_L ≤ 5	Basso
5 < I_L ≤ 15	Alto
15 < I_L	Molto alto

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Le indicazioni della normativa europea sono contenute al punto 4.1.3 a cui si aggiungono ulteriori indicazioni che si possono trovare nell'appendice B della parte 5 dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5).

Secondo tale normativa si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0,15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$
- frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, *la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.*

Lo sforzo ciclico di taglio **CSR** viene valutato con l'espressione semplificata:

$$CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF} \quad (8.0)$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabella 1- *Coefficienti di profilo stratigrafico*

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1 $S (M > 5,5)$	Spettri di Tipo 2 $S (M \leq 5,5)$
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di **Ambraseys** (Tabella 2).

Tabella 2- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N. (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove **SPT** la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di **Blake**, 1997:

$$CRR = \frac{0,04844 - 0,004721 (N_{1,60})_{cs} + 0,0006136 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673 [(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248 (N_{1,60})_{cs} + 0,009578 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285 [(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,000003714 [(N_{1,60})_{cs}]^4} \quad (8.1)$$

Il valore di $N_{1,60}$ misurato in sabbie limose può essere trasformato in una resistenza equivalente $(N_{1,60})_{cs}$ dove con “cs” si indica “sabbie pulite”. Tale valore viene valutato con il metodo proposto da **Youd e Idriss (1997)** e raccomandato dal **NCEER**:

$$(N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60} \quad (8.2)$$

dove $N_{1,60}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice N_m (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova **SPT** rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$N_{1,60} = C_N C_E N_m \quad (8.3a)$$

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5} \quad (8.3b)$$

$$C_E = \frac{ER}{60} \quad (8.3c)$$

dove ER è pari al (rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico) x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato (Tabella 3).

Tabella 3- Rendimenti dei sistemi di infissione

Attrezzatura	C _E
Safety Hammer	0,7÷1,2
Donut Hammer (USA)	0,5÷1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1÷1,4
Automatico-Trip Hammer	0,8÷1,4
(Tipo Donut o Safety)	

I parametri α e β , invece, dipendono dalla frazione fine FC:

$$\alpha = 0 \quad \text{per } FC \leq 5\%$$

$$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)] \quad \text{per } 5\% < FC \leq 35\%$$

$$\alpha = 5 \quad \text{per } FC > 35\%$$

$$\beta = 1,0 \quad \text{per } FC \leq 5\%$$

$$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)] \quad \text{per } 5\% < FC \leq 35\%$$

$$\beta = 1,2 \quad \text{per } FC > 35\%$$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati tramite la seguente relazione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (8.4)$$

Per poter tenere conto della eventuale presenza di fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$\frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5 \quad (8.5)$$

come proposto dall'**EC8**, derivato $(N_{1,60})_{cs}$ dalla (5.3), si utilizza la (5.2) per il calcolo di **CRR**.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche di rifrazione, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la (4.9) e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe (5.0):

Seed e Idriss (1982)

Per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma, gli autori propongono una semplice procedura basata sull' ipotesi di terreno omogeneo. Ipotezzando la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza z (Figura 1) si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo alla profondità z è dato da:

$$\tau_{max} = \frac{a_{max}}{g} \cdot \gamma z$$

dove a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie, g l'accelerazione di gravità e γ il peso di volume secco del terreno.

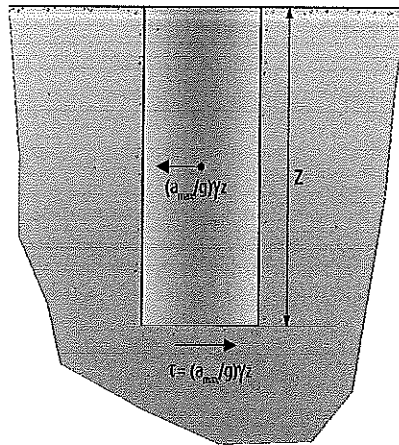


Figura 1- Sforzo di taglio indotto dal terremoto ad una determinata quota

Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo r_d . Normalizzando con la pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio τ_{av} anziché ad un valore massimo τ_{max} si ottiene:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie conetenente gli effetti amplificativi di sito. L'espressione è valida per eventi sismici di magnitudo 7,5. Per magnitudo diverse

bisogna dividere il Rapporto di Tensione Ciclica per il fattore correttivo **MSF** (*Magnitudo Scaling Factor*):

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (1.3)$$

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da **Iwasaki et alii (1978)**:

$$r_d = 1 - 0,015z$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si fa riferimento ai valori riportati in Tabella 1 ricavati da diversi ricercatori, tra cui **Seed H. B. e Idriss I. M (1982)**.

Tabella 1- Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Il termine al numeratore della (1.0), cioè il Rapporto di Resistenza Ciclica CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi nella prova SPT, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(N_{L,60}) = C_N \cdot N_m$$

dove N_m è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e C_N un coefficiente correttivo che si determina dalla relazione:

$$C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

dove σ'_{vo} è la pressione verticale effettiva, Pa la pressione atmosferica (~ 100 kPa) espressa nelle stesse unità di σ'_{vo} ed n un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Figura 2).

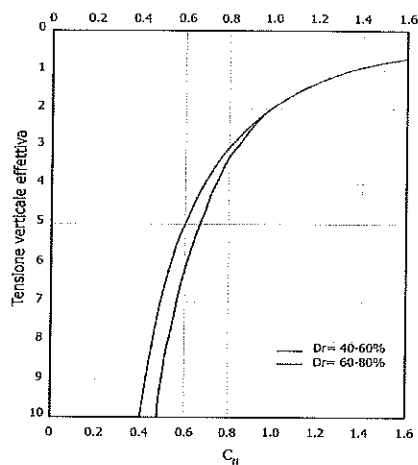


Figura 2- Coefficiente correttivo C_N

Si valuta il rapporto di resistenza ciclica **CRR** dall'abaco riportato in Figura 3 che rappresenta l'insieme dei valori di soglia (separazione tra liquefazione e non liquefazione) per fissato valore della magnitudo.

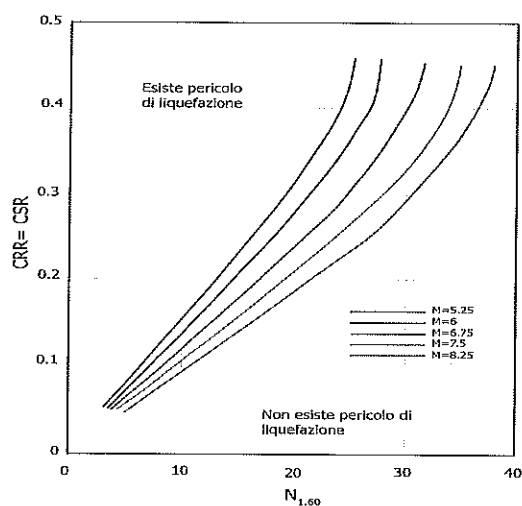


Figura 3- Correlazione tra CRR e $N_{1,60}$

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR può essere espresso dalla seguente espressione:

$$CRR \approx \frac{N_{1,60}}{90} \quad (1.7)$$

Applicando quindi la (1.0) si determina il fattore di sicurezza a liquefazione (**FS**) che deve essere confrontato con i valori imposti dalla normativa di riferimento.

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con **D₅₀** > 0,25 mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di **N_{1,60}** utilizzando la seguente formula:

$$(N_{1,60})_{cs} = N_{1,60} + 7.5 \quad (1.8)$$

Tokimatsu e Yoshimi

Per tener conto della magnitudo del terremoto, il metodo proposto da Tokimatsu e Yoshimi calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente relazione:

$$CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d r_n \quad (3.0)$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo r_n funzione della magnitudo M :

$$r_d = 0,1 (M - 1) \quad (3.1)$$

La resistenza alla liquefazione si ricava dalla seguente espressione:

$$CRR = a C_r \left[\frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{100} + \left(\frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{C_s} \right)^n \right] \quad (3.2)$$

dove

$$a = 0,45$$

$$C_r = 0,57$$

$$n = 14$$

$$\Delta N_f = 0 \text{ per sabbie pulite e } \Delta N_f = 5 \text{ per sabbie limose}$$

$$N_{1,60} = [1,7 / (\sigma'_{vo} + 0,7)] N_m$$

C_s è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazione di taglio.

La relazione precedente è stata ricavata dagli autori correlando i risultati ottenuti da prove triassiali cicliche con i risultati di prove penetrometriche standard SPT.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di **FS** > **1,5** per le sabbie medio-sciolte e **FS** > **1,3** per le sabbie medio-dense.

Questo metodo è raccomandato nella proposta di *Norme Sismiche Italiane* avanzata dal CNR nel 1984.

DATI GENERALI**SONDAGGIO S1****PROGETTO E LOCALIZZAZIONE**

Titolo lavoro: PUO --- Porto di Andora

Cliente: Comune di Andora ---- Sondaggio S1

Data 02/02/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 1.25 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.138

Tipo Suolo: E-Profilo di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido $V_{s30} \geq 800 \text{ m/s}$ Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.6

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6

Distanza epicentro 10 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.2208

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso un'ia volume (KN/mc)	Peso un'ia volume satur (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1.8	18	18	7	0.187	0	0	0
2		1.8	3.3	18	18	11	0.187	0	0	0
3		3.3	4.8	18	18	13	0.187	0	0	0
4		4.8	6.3	18	18	11	0.381	0	0	0

FC (%)	Validità
10	Valido
10	Valido
10	Valido
10	Valido

Dr (%)	Validità
42	Valido per sabbie pulite
52	Valido per sabbie pulite
55	Valido per sabbie pulite
48	Valido per sabbie pulite

Consistenza terreno	Validità
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose

Boulanger e Idriss, 2014

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	1.700	13.049	1.028	0.179	0.160	1.12	Terreno suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	1.700	13.049	1.024	0.179	0.169	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	1.700	19.849	1.020	0.290	0.178	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	1.700	19.849	1.016	0.290	0.185	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	1.700	19.849	1.012	0.290	0.192	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	1.672	19.541	1.008	0.284	0.197	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	1.635	19.137	1.003	0.275	0.202	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	1.601	18.759	0.999	0.267	0.207	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	1.585	18.580	0.994	0.264	0.210	1.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	1.554	18.238	0.990	0.257	0.214	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	1.497	20.605	0.985	0.308	0.217	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	1.471	20.269	0.980	0.300	0.219	1.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	1.446	19.951	0.976	0.293	0.222	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	1.435	19.799	0.971	0.289	0.224	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	1.412	19.504	0.966	0.283	0.225	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	1.390	19.223	0.961	0.275	0.227	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	1.370	18.956	0.956	0.269	0.228	1.18	Terreno suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	1.377	16.301	0.951	0.219	0.229	0.96	Terreno suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	1.357	16.077	0.946	0.215	0.230	0.93	Terreno suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	1.338	15.863	0.941	0.211	0.231	0.91	Terreno suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	1.319	15.658	0.935	0.207	0.231	0.90	Terreno suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	1.308	15.541	0.930	0.205	0.232	0.88	Terreno suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	1.291	15.347	0.925	0.202	0.232	0.87	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	1.274	15.162	0.920	0.198	0.232	0.85	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	1.258	14.983	0.914	0.195	0.233	0.84	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=1.23 Zerit=20 m Rischio=Basso

Cortè (1985)

Numero dei cicli equivalenti
Coefficiente A

5
0.66

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	0.978	0.226	0.152	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	0.975	0.225	0.161	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	0.972	0.268	0.169	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	0.969	0.266	0.177	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	0.966	0.264	0.183	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	0.963	0.263	0.189	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	0.960	0.261	0.194	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	0.957	0.259	0.198	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	0.954	0.258	0.202	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	0.951	0.256	0.205	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	0.948	0.273	0.209	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	0.945	0.271	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	0.942	0.269	0.214	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	0.939	0.268	0.216	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	0.936	0.266	0.218	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	0.933	0.265	0.220	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	0.930	0.263	0.222	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	0.927	0.192	0.223	0.86	Terreno suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	0.924	0.191	0.225	0.85	Terreno suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	0.921	0.189	0.226	0.84	Terreno suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	0.918	0.188	0.227	0.83	Terreno suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	0.915	0.187	0.228	0.82	Terreno suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	0.912	0.186	0.229	0.81	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	0.909	0.184	0.230	0.80	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	0.906	0.183	0.231	0.79	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=2.01 Zcrit=20 m Rischio=Basso

Finn & Corté (1985)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (kPa)	Pressione verticale effettiva (kPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	0.978	0.204	0.152	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	0.975	0.200	0.161	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	0.972	0.309	0.169	1.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	0.969	0.304	0.177	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	0.966	0.299	0.183	1.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	0.963	0.294	0.189	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	0.960	0.290	0.194	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	0.957	0.285	0.198	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	0.954	0.281	0.202	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	0.951	0.276	0.205	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	0.948	0.322	0.209	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	0.945	0.317	0.211	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	0.942	0.312	0.214	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	0.939	0.308	0.216	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	0.936	0.304	0.218	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	0.933	0.299	0.220	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	0.930	0.295	0.222	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	0.927	0.246	0.223	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	0.924	0.243	0.225	1.08	Terreno suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	0.921	0.240	0.226	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	0.918	0.237	0.227	1.04	Terreno suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	0.915	0.234	0.228	1.02	Terreno suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	0.912	0.231	0.229	1.01	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	0.909	0.228	0.230	0.99	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	0.906	0.225	0.231	0.98	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=29.38 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzat o (CSR)	Coefficiente di sicurezza F _s	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.45	26.100	24.139	0.978	0.3011555	0.086	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.65	29.700	25.777	0.975	0.2990647	0.091	3.28	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.85	33.300	27.416	0.972	0.3568127	0.096	3.73	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.05	36.900	29.055	0.969	0.3543236	0.100	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.25	40.500	30.693	0.966	0.3518963	0.103	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.45	44.100	32.332	0.963	0.3495284	0.107	3.28	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.65	47.700	33.971	0.960	0.3472174	0.109	3.18	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.85	51.300	35.609	0.957	0.3449611	0.112	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.05	54.900	37.248	0.954	0.3427574	0.114	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.25	58.500	38.887	0.951	0.3406043	0.116	2.94	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.45	62.100	40.525	0.948	0.3626522	0.118	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.65	65.700	42.164	0.945	0.3604154	0.119	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.85	69.300	43.803	0.942	0.3582276	0.121	2.96	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.05	72.900	45.441	0.939	0.3560871	0.122	2.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.25	76.500	47.080	0.936	0.3539923	0.123	2.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.45	80.100	48.719	0.933	0.3519414	0.124	2.83	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.65	83.700	50.357	0.930	0.3499331	0.125	2.79	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.85	87.300	51.996	0.927	0.2554465	0.126	2.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.05	90.900	53.635	0.924	0.2536734	0.127	2.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.25	94.500	55.273	0.921	0.2519356	0.128	1.97	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.45	98.100	56.912	0.918	0.2502319	0.128	1.95	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.65	101.700	58.551	0.915	0.2485612	0.129	1.93	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.85	105.300	60.189	0.912	0.2469225	0.129	1.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.05	108.900	61.828	0.909	0.2453148	0.130	1.89	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.25	112.500	63.467	0.906	0.2437377	0.130	1.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Energy Ratio (ER) 0.6
 Correzione per ER (CE) (CE) 1
 Correzione per la magnitudo (MSF) 1.77

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
5	5	<= 10	E-Profilo di terreno costituito da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
5	5	<= 10	E-Profilo di terreno costituito da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
5	5	<= 10	E-Profilo di terreno costituito da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
5	5	<= 10	E-Profilo di terreno costituito da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente di riduzione (rd)	Resistenza al liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1.45	26.100	24.139	1.700	9.987	0.989	0.109	0.076	1.443	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.389
1.65	29.700	25.777	1.700	9.987	0.987	0.109	0.081	1.356	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.318
1.85	33.300	27.416	1.700	15.198	0.986	0.166	0.085	1.948	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.369
2.05	36.900	29.055	1.700	15.198	0.984	0.166	0.089	1.866	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.962
2.25	40.500	30.693	1.700	15.198	0.983	0.166	0.092	1.799	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.527
2.45	44.100	32.332	1.700	15.198	0.981	0.166	0.095	1.743	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.061
2.65	47.700	33.971	1.700	15.198	0.980	0.166	0.098	1.696	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.564
2.85	51.300	35.609	1.676	14.994	0.978	0.163	0.100	1.634	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.311
3.05	54.900	37.248	1.639	19.283	0.977	0.210	0.102	2.052	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.746
3.25	58.500	38.887	1.604	18.891	0.975	0.205	0.104	1.972	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.218
3.45	62.100	40.525	1.571	21.732	0.974	0.238	0.106	2.252	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.834
3.65	65.700	42.164	1.540	21.323	0.972	0.233	0.107	2.171	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.164
3.85	69.300	43.803	1.511	20.936	0.971	0.229	0.109	2.099	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.502

4.05	72.900	45.441	1.483	20.571	0.969	0.224	0.110	2.034	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.847
4.25	76.500	47.080	1.457	20.225	0.967	0.220	0.112	1.975	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.197
4.45	80.100	48.719	1.433	19.897	0.966	0.217	0.113	1.921	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.553
4.65	83.700	50.357	1.409	19.585	0.964	0.213	0.114	1.872	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.914
4.85	87.300	51.996	1.387	16.454	0.963	0.179	0.115	1.560	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.344
5.05	90.900	53.635	1.365	16.214	0.961	0.176	0.116	1.526	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.885
5.25	94.500	55.273	1.345	15.985	0.960	0.174	0.116	1.494	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.429
5.45	98.100	56.912	1.326	15.766	0.958	0.172	0.117	1.464	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.975
5.65	101.700	58.551	1.307	15.556	0.957	0.169	0.118	1.436	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.522
5.85	105.300	60.189	1.289	15.355	0.955	0.167	0.119	1.410	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.069
6.05	108.900	61.828	1.272	15.161	0.954	0.165	0.119	1.386	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.617
6.25	112.500	63.467	1.255	14.976	0.952	0.163	0.120	1.362	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.164

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Seed e Idriss (1982)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (kPa)	Pressione verticale effettiva (kPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	2.185	15.297	0.978	0.170	0.086	1.98	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	2.108	14.754	0.975	0.164	0.091	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	2.038	22.413	0.972	0.249	0.096	2.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	1.973	21.708	0.969	0.241	0.100	2.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	1.915	21.063	0.966	0.234	0.103	2.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	1.861	20.469	0.963	0.227	0.107	2.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	1.811	19.920	0.960	0.221	0.109	2.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	1.765	19.410	0.957	0.216	0.112	1.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	1.721	18.936	0.954	0.210	0.114	1.84	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	1.681	18.493	0.951	0.205	0.116	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	1.643	21.365	0.948	0.237	0.118	2.01	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	1.608	20.904	0.945	0.232	0.119	1.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	1.575	20.470	0.942	0.227	0.121	1.88	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	1.543	20.061	0.939	0.223	0.122	1.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	1.513	19.674	0.936	0.219	0.123	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	1.485	19.307	0.933	0.215	0.124	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	1.458	18.959	0.930	0.211	0.125	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	1.433	15.762	0.927	0.175	0.126	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	1.409	15.495	0.924	0.172	0.127	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	1.386	15.241	0.921	0.169	0.128	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	1.363	14.998	0.918	0.167	0.128	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	1.342	14.766	0.915	0.164	0.129	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione

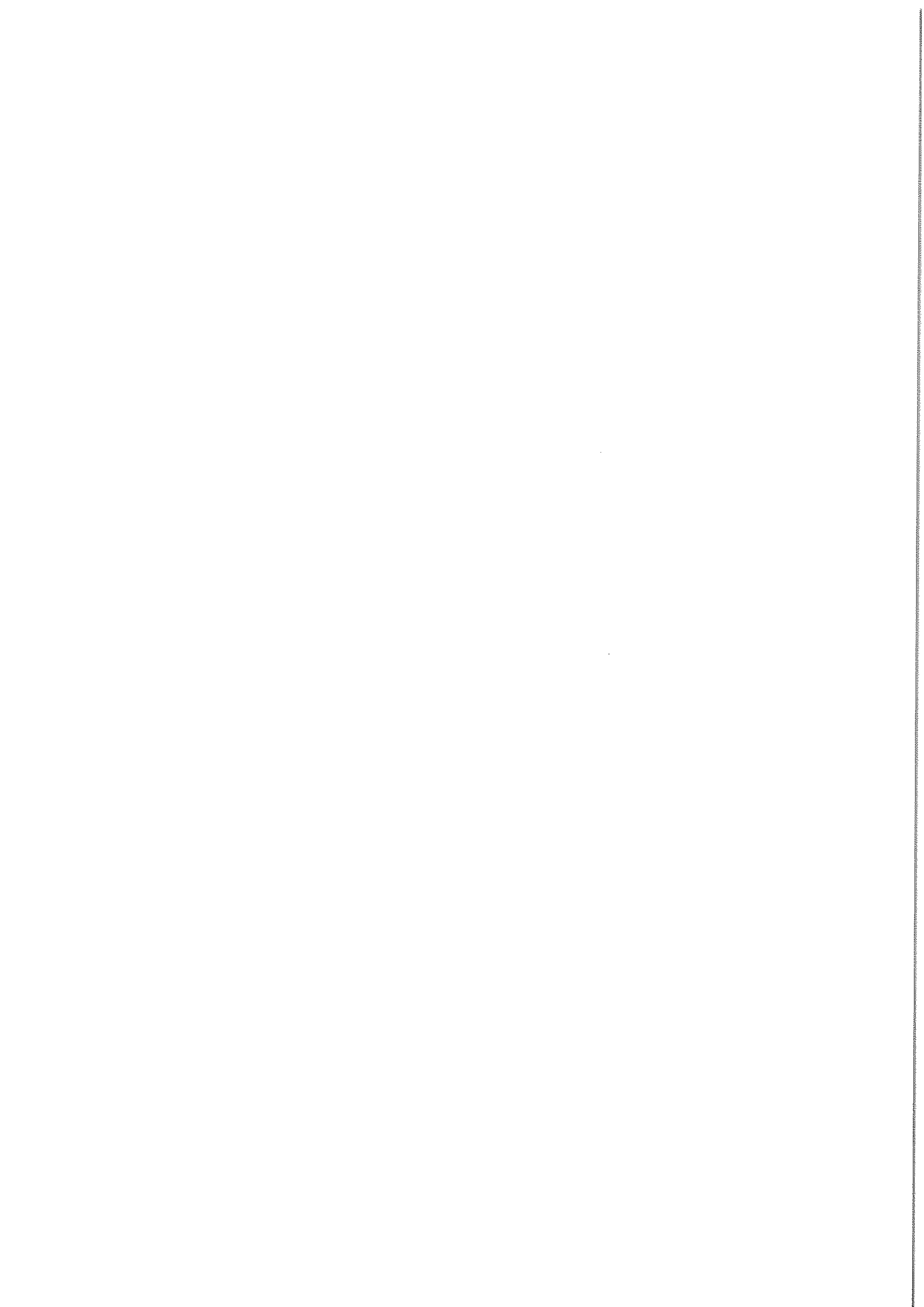
5.85	105.300	60.189	1.322	14.543	0.912	0.162	0.129	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	1.303	14.330	0.909	0.159	0.130	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	1.284	14.125	0.906	0.157	0.130	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zerit=20 m Rischio=Molto bas

Tokimatsu e Yoshimi

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Coefficiente correttivo (m)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1.45	26.100	24.139	0.978	0.500	0.226	0.076	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.65	29.700	25.777	0.975	0.500	0.220	0.081	2.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
1.85	33.300	27.416	0.972	0.500	0.689	0.085	8.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.05	36.900	29.055	0.969	0.500	0.644	0.088	7.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.25	40.500	30.693	0.966	0.500	0.604	0.091	6.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.45	44.100	32.332	0.963	0.500	0.568	0.094	6.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.65	47.700	33.971	0.960	0.500	0.535	0.097	5.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
2.85	51.300	35.609	0.957	0.500	0.506	0.099	5.11	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.05	54.900	37.248	0.954	0.500	0.480	0.101	4.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.25	58.500	38.887	0.951	0.500	0.456	0.103	4.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.45	62.100	40.525	0.948	0.500	0.811	0.104	7.78	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	42.164	0.945	0.500	0.761	0.106	7.20	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	43.803	0.942	0.500	0.716	0.107	6.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	45.441	0.939	0.500	0.676	0.108	6.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	47.080	0.936	0.500	0.638	0.109	5.85	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	48.719	0.933	0.500	0.605	0.110	5.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	50.357	0.930	0.500	0.574	0.111	5.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	51.996	0.927	0.500	0.327	0.112	2.92	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	53.635	0.924	0.500	0.316	0.112	2.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	55.273	0.921	0.500	0.306	0.113	2.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	56.912	0.918	0.500	0.297	0.114	2.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	58.551	0.915	0.500	0.289	0.114	2.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	60.189	0.912	0.500	0.281	0.115	2.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	61.828	0.909	0.500	0.274	0.115	2.38	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	63.467	0.906	0.500	0.267	0.115	2.32	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zerit=20 m Rischio=Molto basso



DATI GENERALI**SONDAGGIO S2****PROGETTO E LOCALIZZAZIONE**

Titolo lavoro: PUO Porto di Andora

Data

02/02/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa

1.25

FALDA

Profondità falda idrica

3.25 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock

0.138

Tipo Suolo: E-Profilo di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido $V_{s30} \geq 800 \text{ m/s}$ Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)

1.6

Coefficiente amplificazione topografica (ST)

1

Magnitudo momento sismico (Mw)

6

Distanza epicentro

10 Km

Peak ground acceleration (PGA)

0.2208

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7.5	18	18	25	0.201	0	0	0
2		7.5	10	18	18	18	0.145	0	0	0
3		10	13	18	18	22	0.145	0	0	0
4		13	15	18	18	27	0.145	0	0	0

FC (%)	Validità
15	Valido
15	Valido
40	Valido
40	Valido

Dr (%)	Validità
70	Valido per sabbie-limose e limi
60	Valido per sabbie-limose e limi
65	Valido per sabbie-limose e limi
70	Valido per sabbie-limose e limi

Consistenza terreno	Validità
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente sciolto	Sabbie limose
Mediamente denso	Sabbie limose
Mediamente denso	Sabbie limose

Boulanger e Idriss, 2014

Profondità à dal p.c. (m)	Pressione totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione e per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza a liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (ato)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	1.200	33.270	0.985	1.508	0.146	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	1.189	32.988	0.980	1.429	0.150	9.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	1.178	32.717	0.976	1.356	0.153	8.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	1.168	32.455	0.971	1.291	0.156	8.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	1.158	32.202	0.966	1.226	0.159	7.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	1.148	31.958	0.961	1.166	0.162	7.21	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	1.143	31.826	0.956	1.133	0.164	6.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	1.133	31.589	0.951	1.081	0.166	6.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	1.124	31.359	0.946	1.033	0.168	6.14	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	1.115	31.136	0.941	0.990	0.170	5.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	1.106	30.920	0.935	0.951	0.172	5.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	1.098	30.710	0.930	0.915	0.174	5.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	1.090	30.506	0.925	0.881	0.175	5.03	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	1.084	30.366	0.920	0.858	0.176	4.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	1.076	30.167	0.914	0.829	0.178	4.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	1.068	29.973	0.909	0.801	0.179	4.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	1.061	29.785	0.903	0.776	0.180	4.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	1.054	29.601	0.898	0.752	0.181	4.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	1.046	29.422	0.892	0.730	0.181	4.03	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	1.039	29.247	0.887	0.709	0.182	3.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	1.033	29.076	0.881	0.690	0.183	3.78	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	1.030	21.805	0.876	0.312	0.183	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	1.023	21.669	0.870	0.308	0.183	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	1.015	21.535	0.864	0.304	0.184	1.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	1.008	21.405	0.859	0.300	0.184	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	1.001	21.278	0.853	0.296	0.184	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.994	21.152	0.847	0.292	0.184	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.987	21.028	0.842	0.289	0.184	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione

9.05	162.900	106.021	0.980	20.906	0.836	0.285	0.184	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.974	20.788	0.830	0.282	0.184	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.967	20.671	0.825	0.279	0.184	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.961	20.558	0.819	0.276	0.184	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.955	20.447	0.813	0.273	0.184	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.954	26.572	0.808	0.483	0.184	2.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.949	26.456	0.802	0.476	0.183	2.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.943	26.311	0.796	0.467	0.183	2.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.937	26.196	0.791	0.460	0.183	2.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.932	26.084	0.785	0.453	0.182	2.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.927	25.974	0.779	0.446	0.182	2.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.922	25.866	0.774	0.440	0.181	2.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.917	25.759	0.768	0.434	0.181	2.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.913	25.655	0.762	0.429	0.180	2.38	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.908	25.553	0.757	0.423	0.180	2.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.903	25.452	0.751	0.418	0.179	2.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.899	25.353	0.746	0.412	0.178	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.895	25.256	0.740	0.407	0.178	2.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.890	25.160	0.735	0.403	0.177	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.886	25.066	0.729	0.398	0.176	2.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.890	29.609	0.724	0.687	0.176	3.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.886	29.504	0.718	0.675	0.175	3.85	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.882	29.402	0.713	0.663	0.174	3.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.879	29.301	0.708	0.652	0.174	3.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.875	29.202	0.702	0.642	0.173	3.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.868	29.017	0.697	0.624	0.172	3.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.865	28.918	0.692	0.615	0.171	3.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.861	28.821	0.687	0.605	0.171	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.857	28.725	0.682	0.596	0.170	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.854	28.631	0.676	0.588	0.169	3.48	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Cortè (1985)

Numero dei cicli equivalenti
Coefficiente A

5
0.66

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	0.948	0.330	0.141	2.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	0.945	0.328	0.144	2.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	0.942	0.327	0.148	2.21	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	0.939	0.325	0.151	2.15	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	0.936	0.323	0.154	2.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	0.933	0.322	0.157	2.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	0.930	0.320	0.160	2.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	0.927	0.318	0.162	1.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	0.924	0.317	0.165	1.92	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	0.921	0.315	0.167	1.89	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	0.918	0.314	0.169	1.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	0.915	0.312	0.171	1.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	0.912	0.311	0.173	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	0.909	0.309	0.174	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	0.906	0.308	0.176	1.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	0.903	0.306	0.178	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	0.900	0.305	0.179	1.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	0.897	0.304	0.180	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	0.894	0.302	0.182	1.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	0.891	0.301	0.183	1.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	0.888	0.300	0.184	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	0.885	0.283	0.185	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	0.882	0.282	0.186	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	0.879	0.281	0.187	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	0.876	0.280	0.188	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.873	0.279	0.189	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.870	0.278	0.189	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.867	0.277	0.190	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.864	0.276	0.191	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.861	0.275	0.191	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.858	0.274	0.192	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione

9.65	173.700	110.937	0.855	0.273	0.192	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.852	0.272	0.193	1.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.849	0.293	0.193	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.846	0.292	0.193	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.843	0.291	0.194	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.840	0.290	0.194	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.837	0.289	0.194	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.834	0.288	0.195	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.831	0.287	0.195	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.828	0.286	0.195	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.825	0.286	0.195	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.822	0.285	0.195	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.819	0.284	0.195	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.816	0.283	0.195	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.813	0.282	0.195	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.810	0.281	0.195	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.807	0.280	0.195	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.804	0.303	0.195	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.801	0.302	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.798	0.301	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.795	0.300	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.792	0.299	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.789	0.298	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.786	0.297	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.783	0.296	0.195	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.780	0.295	0.194	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.777	0.295	0.194	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Finn & Cortè (1985)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	0.948	0.525	0.141	3.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	0.945	0.518	0.144	3.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	0.942	0.511	0.148	3.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	0.939	0.505	0.151	3.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	0.936	0.499	0.154	3.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	0.933	0.493	0.157	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	0.930	0.487	0.160	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	0.927	0.482	0.162	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	0.924	0.476	0.165	2.89	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	0.921	0.471	0.167	2.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	0.918	0.465	0.169	2.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	0.915	0.460	0.171	2.69	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	0.912	0.455	0.173	2.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	0.909	0.450	0.174	2.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	0.906	0.445	0.176	2.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	0.903	0.440	0.178	2.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	0.900	0.436	0.179	2.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	0.897	0.431	0.180	2.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	0.894	0.427	0.182	2.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	0.891	0.422	0.183	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	0.888	0.418	0.184	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	0.885	0.298	0.185	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	0.882	0.295	0.186	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	0.879	0.292	0.187	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	0.876	0.289	0.188	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.873	0.287	0.189	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.870	0.284	0.189	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.867	0.281	0.190	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.864	0.278	0.191	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.861	0.276	0.191	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.858	0.273	0.192	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.855	0.271	0.192	1.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.852	0.268	0.193	1.39	Terreno non suscettibile di liquefazione

10.05	180.900	114.215	0.849	0.325	0.193	1.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.846	0.322	0.193	1.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.843	0.319	0.194	1.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.840	0.317	0.194	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.837	0.314	0.194	1.62	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.834	0.311	0.195	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.831	0.308	0.195	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.828	0.306	0.195	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.825	0.303	0.195	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.822	0.301	0.195	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.819	0.298	0.195	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.816	0.296	0.195	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.813	0.294	0.195	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.810	0.291	0.195	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.807	0.289	0.195	1.48	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.804	0.352	0.195	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.801	0.349	0.195	1.79	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.798	0.346	0.195	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.795	0.344	0.195	1.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.792	0.341	0.195	1.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.789	0.338	0.195	1.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.786	0.336	0.195	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.783	0.333	0.195	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.780	0.331	0.194	1.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.777	0.328	0.194	1.69	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=38.74 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficien te riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazio ne (CRR)	Sforzo di taglio normalizza to (CSR)	Coefficien te di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.45	62.100	60.139	0.948	0.4390235	0.079	5.53	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.65	65.700	61.777	0.945	0.4365984	0.082	5.36	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.85	69.300	63.416	0.942	0.4342185	0.083	5.20	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.05	72.900	65.055	0.939	0.4318825	0.085	5.06	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.25	76.500	66.693	0.936	0.429589	0.087	4.93	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.45	80.100	68.332	0.933	0.4273369	0.089	4.82	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.65	83.700	69.971	0.930	0.4251248	0.090	4.71	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.85	87.300	71.609	0.927	0.4229515	0.092	4.61	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.05	90.900	73.248	0.924	0.4208161	0.093	4.52	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.25	94.500	74.887	0.921	0.4187173	0.094	4.44	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.45	98.100	76.525	0.918	0.4166541	0.095	4.36	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.65	101.700	78.164	0.915	0.4146256	0.097	4.29	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.85	105.300	79.803	0.912	0.4126308	0.098	4.23	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.05	108.900	81.441	0.909	0.4106687	0.099	4.17	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.25	112.500	83.080	0.906	0.4087385	0.100	4.11	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.45	116.100	84.719	0.903	0.4068393	0.100	4.05	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.65	119.700	86.357	0.900	0.4049703	0.101	4.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.85	123.300	87.996	0.897	0.4031307	0.102	3.95	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.05	126.900	89.635	0.894	0.4013198	0.103	3.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.25	130.500	91.273	0.891	0.3995368	0.103	3.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.45	134.100	92.912	0.888	0.3977809	0.104	3.83	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.65	137.700	94.551	0.885	0.3761815	0.105	3.60	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.85	141.300	96.189	0.882	0.374736	0.105	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.05	144.900	97.828	0.879	0.3733119	0.106	3.53	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.25	148.500	99.467	0.876	0.3719088	0.106	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.45	152.100	101.105	0.873	0.370526	0.107	3.48	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.65	155.700	102.744	0.870	0.369163	0.107	3.45	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.85	159.300	104.383	0.867	0.3678195	0.107	3.43	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.05	162.900	106.021	0.864	0.3664949	0.108	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.25	166.500	107.660	0.861	0.3651889	0.108	3.38	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.45	170.100	109.299	0.858	0.3639009	0.108	3.36	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.65	173.700	110.937	0.855	0.3626306	0.109	3.34	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

9.85	177.300	112.576	0.852	0.3613775	0.109	3.32	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.05	180.900	114.215	0.849	0.3890633	0.109	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.25	184.500	115.853	0.846	0.387715	0.109	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.45	188.100	117.492	0.843	0.3863845	0.109	3.53	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.65	191.700	119.131	0.840	0.3850714	0.110	3.51	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.85	195.300	120.770	0.837	0.3837754	0.110	3.50	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.05	198.900	122.408	0.834	0.3824961	0.110	3.48	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.25	202.500	124.047	0.831	0.3812331	0.110	3.46	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.45	206.100	125.686	0.828	0.3799862	0.110	3.45	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.65	209.700	127.324	0.825	0.3787549	0.110	3.44	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.85	213.300	128.963	0.822	0.377539	0.110	3.42	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.05	216.900	130.602	0.819	0.3763381	0.110	3.41	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.25	220.500	132.240	0.816	0.375152	0.110	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.45	224.100	133.879	0.813	0.3739803	0.110	3.39	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.65	227.700	135.518	0.810	0.3728227	0.110	3.38	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.85	231.300	137.156	0.807	0.3716789	0.110	3.37	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.05	234.900	138.795	0.804	0.4012182	0.110	3.63	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.25	238.500	140.434	0.801	0.3999809	0.110	3.62	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.45	242.100	142.072	0.798	0.3987581	0.110	3.61	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.65	245.700	143.711	0.795	0.3975495	0.110	3.61	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.85	249.300	145.350	0.792	0.3963547	0.110	3.60	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.05	252.900	146.988	0.789	0.3951737	0.110	3.59	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.25	256.500	148.627	0.786	0.394006	0.110	3.58	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.45	260.100	150.266	0.783	0.3928514	0.110	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.65	263.700	151.904	0.780	0.3917098	0.110	3.57	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.85	267.300	153.543	0.777	0.3905807	0.110	3.56	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Energy Ratio (ER)

0.6

Correzione per ER (CE) (CE)

1

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.77

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
7	7	<= 10	E-Profilo di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
30	8	<= 10	E-Profilo di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
30	8	<= 10	E-Profilo di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido
30	8	<= 10	E-Profilo di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali su substrato rigido Vs30>= 800m/s	Valido

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente di riduzione (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
3.45	62.100	60.139	1.290	35.809	0.974	0.621	0.071	8.701	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.044
3.65	65.700	61.777	1.272	35.360	0.972	0.588	0.073	8.019	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.057
3.85	69.300	63.416	1.256	34.929	0.971	0.560	0.075	7.439	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.072
4.05	72.900	65.055	1.240	34.514	0.969	0.535	0.077	6.939	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.089
4.25	76.500	66.693	1.225	34.115	0.967	0.512	0.079	6.502	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.109
4.45	80.100	68.332	1.210	33.730	0.966	0.491	0.080	6.117	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.132
4.65	83.700	69.971	1.195	33.358	0.964	0.473	0.082	5.772	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.157
4.85	87.300	71.609	1.182	33.000	0.963	0.455	0.083	5.461	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.187
5.05	90.900	73.248	1.168	32.653	0.961	0.438	0.085	5.174	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.221
5.25	94.500	74.887	1.156	32.319	0.960	0.421	0.086	4.904	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.261
5.45	98.100	76.525	1.143	31.994	0.958	0.405	0.087	4.642	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.309
5.65	101.700	78.164	1.131	31.680	0.957	0.386	0.088	4.374	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.371
5.85	105.300	79.803	1.119	31.376	0.955	0.364	0.089	4.074	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.462
6.05	108.900	81.441	1.108	31.081	0.954	0.333	0.090	3.681	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.632
6.25	112.500	83.080	1.097	30.795	0.952	0.270	0.091	2.950	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.247
6.45	116.100	84.719	1.086	30.517	0.951	-0.095	0.092	-1.032	Terreno suscettibile di liquefazione	1.247
6.65	119.700	86.357	1.076	30.247	0.949	0.658	0.093	7.053	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.085
6.85	123.300	87.996	1.066	29.985	0.948	0.484	0.094	5.134	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.226

7.05	126.900	89.635	1.056	29.730	0.946	0.437	0.095	4.594	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.319
7.25	130.500	91.273	1.047	29.482	0.945	0.412	0.096	4.301	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.391
7.45	134.100	92.912	1.037	29.240	0.943	0.396	0.097	4.100	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.453
7.65	137.700	94.551	1.028	27.214	0.941	0.328	0.097	3.371	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.828
7.85	141.300	96.189	1.020	27.024	0.940	0.324	0.098	3.303	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.881
8.05	144.900	97.828	1.011	26.838	0.938	0.320	0.099	3.240	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.935
8.25	148.500	99.467	1.003	26.658	0.937	0.316	0.099	3.181	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.989
8.45	152.100	101.105	0.995	26.482	0.935	0.312	0.100	3.126	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.044
8.65	155.700	102.744	0.987	26.310	0.934	0.309	0.100	3.074	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.099
8.85	159.300	104.383	0.979	26.142	0.932	0.305	0.101	3.025	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.154
9.05	162.900	106.021	0.971	25.978	0.931	0.302	0.101	2.979	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.210
9.25	166.500	107.660	0.964	25.817	1.149	0.299	0.126	2.373	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.419
9.45	170.100	109.299	0.957	25.661	1.149	0.296	0.127	2.337	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.534
9.65	173.700	110.937	0.949	25.508	1.148	0.294	0.128	2.302	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.650
9.85	177.300	112.576	0.942	25.358	1.148	0.291	0.128	2.270	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.767
10.05	180.900	114.215	0.936	29.703	1.147	0.433	0.129	3.360	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.836
10.25	184.500	115.853	0.929	29.527	1.147	0.416	0.130	3.209	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.963
10.45	188.100	117.492	0.923	29.356	1.146	0.403	0.130	3.096	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.076
10.65	191.700	119.131	0.916	29.188	1.146	0.393	0.131	3.004	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.179
10.85	195.300	120.770	0.910	29.023	1.145	0.385	0.131	2.927	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.277
11.05	198.900	122.408	0.904	28.862	1.144	0.377	0.132	2.860	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.371
11.25	202.500	124.047	0.898	28.703	1.144	0.371	0.133	2.800	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.462
11.45	206.100	125.686	0.892	28.548	1.143	0.365	0.133	2.746	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.552
11.65	209.700	127.324	0.886	28.396	1.143	0.360	0.134	2.697	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.641
11.85	213.300	128.963	0.881	28.247	1.142	0.355	0.134	2.651	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.728
12.05	216.900	130.602	0.875	28.101	1.142	0.351	0.135	2.609	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.815
12.25	220.500	132.240	0.870	27.957	1.141	0.347	0.135	2.569	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.902
12.45	224.100	133.879	0.864	27.816	1.141	0.343	0.135	2.532	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.988
12.65	227.700	135.518	0.859	27.678	1.140	0.339	0.136	2.496	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.075
12.85	231.300	137.156	0.854	27.542	1.140	0.336	0.136	2.463	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.161
13.05	234.900	138.795	0.849	32.502	1.139	0.431	0.137	3.147	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.023
13.25	238.500	140.434	0.844	32.341	1.139	0.423	0.137	3.080	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.093
13.45	242.100	142.072	0.839	32.183	1.138	0.415	0.138	3.012	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.170
13.65	245.700	143.711	0.834	32.027	1.138	0.406	0.138	2.945	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.254
13.85	249.300	145.350	0.829	31.874	1.137	0.398	0.138	2.876	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.348
14.05	252.900	146.988	0.825	31.724	1.136	0.389	0.139	2.804	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.456
14.25	256.500	148.627	0.820	31.576	1.136	0.379	0.139	2.728	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.584
14.45	260.100	150.266	0.816	31.431	1.135	0.369	0.139	2.645	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.740
14.65	263.700	151.904	0.811	31.288	1.135	0.357	0.140	2.551	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.943
14.85	267.300	153.543	0.807	31.148	1.134	0.342	0.140	2.438	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.229

IPL (Iwasaki)=0 Zerif=20 m Rischio=Molto basso

Seed e Idriss (1982)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato o (CSR)	Coefficien te di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	1.257	38.928	0.948	0.433	0.079	5.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	1.242	38.550	0.945	0.428	0.082	5.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	1.227	38.187	0.942	0.424	0.083	5.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	1.213	37.836	0.939	0.420	0.085	4.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	1.200	37.499	0.936	0.417	0.087	4.78	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	1.187	37.173	0.933	0.413	0.089	4.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	1.174	36.858	0.930	0.410	0.090	4.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	1.162	36.554	0.927	0.406	0.092	4.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	1.150	36.260	0.924	0.403	0.093	4.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	1.139	35.975	0.921	0.400	0.094	4.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	1.128	35.699	0.918	0.397	0.095	4.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	1.117	35.431	0.915	0.394	0.097	4.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	1.107	35.171	0.912	0.391	0.098	4.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	1.097	34.920	0.909	0.388	0.099	3.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	1.087	34.675	0.906	0.385	0.100	3.87	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	1.077	34.437	0.903	0.383	0.100	3.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	1.068	34.206	0.900	0.380	0.101	3.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	1.059	33.981	0.897	0.378	0.102	3.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	1.050	33.762	0.894	0.375	0.103	3.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	1.042	33.549	0.891	0.373	0.103	3.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	1.034	33.341	0.888	0.370	0.104	3.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	1.031	26.063	0.885	0.290	0.105	2.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	1.022	25.889	0.882	0.288	0.105	2.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	1.012	25.719	0.879	0.286	0.106	2.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	1.003	25.553	0.876	0.284	0.106	2.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.994	25.391	0.873	0.282	0.107	2.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.985	25.234	0.870	0.280	0.107	2.62	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.977	25.080	0.867	0.279	0.107	2.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.968	24.930	0.864	0.277	0.108	2.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.960	24.784	0.861	0.275	0.108	2.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.952	24.641	0.858	0.274	0.108	2.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.945	24.501	0.855	0.272	0.109	2.51	Terreno non suscettibile di liquefazione

9.85	177.300	112.576	0.937	24.365	0.852	0.271	0.109	2.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.942	28.223	0.849	0.314	0.109	2.87	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.25	184.500	115.853	0.936	28.090	0.846	0.312	0.109	2.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.930	27.961	0.843	0.311	0.109	2.84	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.924	27.833	0.840	0.309	0.110	2.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.919	27.709	0.837	0.308	0.110	2.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.913	27.587	0.834	0.307	0.110	2.79	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.908	27.467	0.831	0.305	0.110	2.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.902	27.349	0.828	0.304	0.110	2.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.897	27.234	0.825	0.303	0.110	2.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.892	27.121	0.822	0.301	0.110	2.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.887	27.009	0.819	0.300	0.110	2.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.882	26.900	0.816	0.299	0.110	2.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.877	26.793	0.813	0.298	0.110	2.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.872	26.688	0.810	0.297	0.110	2.69	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.867	26.584	0.807	0.295	0.110	2.68	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.863	30.797	0.804	0.342	0.110	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.858	30.674	0.801	0.341	0.110	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.854	30.553	0.798	0.339	0.110	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.849	30.435	0.795	0.338	0.110	3.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.845	30.318	0.792	0.337	0.110	3.06	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.841	30.203	0.789	0.336	0.110	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.837	30.090	0.786	0.334	0.110	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.833	29.979	0.783	0.333	0.110	3.03	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.829	29.870	0.780	0.332	0.110	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.825	29.762	0.777	0.331	0.110	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Tokimatsu e Yoshimi

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Coefficiente correttivo (m)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
3.45	62.100	60.139	0.948	0.500	10.774	0.070	153.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.65	65.700	61.777	0.945	0.500	9.996	0.072	138.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
3.85	69.300	63.416	0.942	0.500	9.286	0.074	125.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.05	72.900	65.055	0.939	0.500	8.636	0.076	114.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.25	76.500	66.693	0.936	0.500	8.040	0.077	104.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.45	80.100	68.332	0.933	0.500	7.494	0.079	95.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.65	83.700	69.971	0.930	0.500	6.993	0.080	87.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
4.85	87.300	71.609	0.927	0.500	6.533	0.081	80.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.05	90.900	73.248	0.924	0.500	6.109	0.082	74.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.25	94.500	74.887	0.921	0.500	5.718	0.083	68.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.45	98.100	76.525	0.918	0.500	5.358	0.084	63.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.65	101.700	78.164	0.915	0.500	5.026	0.085	58.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.85	105.300	79.803	0.912	0.500	4.719	0.086	54.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.05	108.900	81.441	0.909	0.500	4.435	0.087	50.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.25	112.500	83.080	0.906	0.500	4.172	0.088	47.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.45	116.100	84.719	0.903	0.500	3.928	0.089	44.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.65	119.700	86.357	0.900	0.500	3.702	0.090	41.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.85	123.300	87.996	0.897	0.500	3.492	0.090	38.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.05	126.900	89.635	0.894	0.500	3.297	0.091	36.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.25	130.500	91.273	0.891	0.500	3.116	0.091	34.08	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.45	134.100	92.912	0.888	0.500	2.948	0.092	32.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.65	137.700	94.551	0.885	0.500	2.795	0.093	30.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.85	141.300	96.189	0.882	0.500	2.652	0.093	28.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.05	144.900	97.828	0.879	0.500	2.520	0.093	26.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.25	148.500	99.467	0.876	0.500	2.397	0.094	24.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.45	152.100	101.105	0.873	0.500	2.283	0.094	22.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.65	155.700	102.744	0.870	0.500	2.177	0.095	20.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.85	159.300	104.383	0.867	0.500	2.078	0.095	18.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.05	162.900	106.021	0.864	0.500	1.985	0.095	16.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.25	166.500	107.660	0.861	0.500	1.897	0.096	14.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.45	170.100	109.299	0.858	0.500	1.814	0.096	12.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.65	173.700	110.937	0.855	0.500	1.735	0.096	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.85	177.300	112.576	0.852	0.500	1.660	0.096	8.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.05	180.900	114.215	0.849	0.500	1.589	0.097	6.00	Terreno non suscettibile di liquefazione

10.25	184.500	115.853	0.846	0.500	0.815	0.097	8.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.45	188.100	117.492	0.843	0.500	0.785	0.097	8.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.65	191.700	119.131	0.840	0.500	0.757	0.097	7.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.85	195.300	120.770	0.837	0.500	0.730	0.097	7.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.05	198.900	122.408	0.834	0.500	0.704	0.097	7.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.25	202.500	124.047	0.831	0.500	0.680	0.097	6.99	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.45	206.100	125.686	0.828	0.500	0.658	0.097	6.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.65	209.700	127.324	0.825	0.500	0.636	0.098	6.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.85	213.300	128.963	0.822	0.500	0.616	0.098	6.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.05	216.900	130.602	0.819	0.500	0.597	0.098	6.11	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.25	220.500	132.240	0.816	0.500	0.579	0.098	5.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.45	224.100	133.879	0.813	0.500	0.562	0.098	5.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.65	227.700	135.518	0.810	0.500	0.545	0.098	5.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.85	231.300	137.156	0.807	0.500	0.530	0.098	5.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.05	234.900	138.795	0.804	0.500	1.213	0.098	12.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.25	238.500	140.434	0.801	0.500	1.168	0.098	11.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.45	242.100	142.072	0.798	0.500	1.126	0.098	11.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.65	245.700	143.711	0.795	0.500	1.086	0.098	11.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.85	249.300	145.350	0.792	0.500	1.048	0.098	10.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.05	252.900	146.988	0.789	0.500	1.012	0.097	10.39	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.25	256.500	148.627	0.786	0.500	0.978	0.097	10.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.45	260.100	150.266	0.783	0.500	0.945	0.097	9.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.65	263.700	151.904	0.780	0.500	0.914	0.097	9.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.85	267.300	153.543	0.777	0.500	0.885	0.097	9.11	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE *S3*

Titolo lavoro: PUO PORTO DI ANDORA

Data

02/02/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa

1.25

FALDA

Profondità falda idrica

1.5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock

0.138

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)

1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST)

1

Magnitudo momento sismico (Mw)

6

Distanza epicentro

10 Km

Peak ground acceleration (PGA)

0.207

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7.5	18	18	12	0.15	0	0	0
2		7.5	10	18	18	15	0.148	0	0	0
3		10	13	18	18	18	0.148	0	0	0
4		13	16	18	18	27	0.227	0	0	0

FC
(%)

Validità

12

Valido

12

Valido

20

Valido

4

Valido

Dr

Validità

(%)

51

Valido per sabbie pulite

55

Valido per sabbie pulite

60

Valido per sabbie pulite

73

Valido per sabbie pulite

Consistenza terreno

Validità

Mediamente sciolto

Sabbie limose

Mediamente sciolto

Sabbie limose

Mediamente denso

Sabbie limose

Mediamente denso

Sabbie limose

Boulanger e Idriss, 2014

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	1.308	17.772	0.945	0.242	0.207	1.17	Terreno suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	1.298	17.653	0.939	0.239	0.207	1.15	Terreno suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	1.282	17.451	0.934	0.235	0.208	1.13	Terreno suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	1.265	17.257	0.929	0.231	0.209	1.11	Terreno suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	1.250	17.070	0.924	0.227	0.209	1.09	Terreno suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	1.235	16.890	0.918	0.224	0.210	1.07	Terreno suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	1.220	16.717	0.913	0.220	0.210	1.05	Terreno suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	1.211	16.608	0.907	0.218	0.210	1.04	Terreno suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	1.198	16.443	0.902	0.215	0.210	1.02	Terreno suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	1.184	16.283	0.896	0.212	0.210	1.01	Terreno suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	1.171	16.129	0.891	0.209	0.210	0.99	Terreno suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	1.159	15.979	0.885	0.206	0.210	0.98	Terreno suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	1.147	15.835	0.880	0.203	0.210	0.97	Terreno suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	1.126	18.966	0.874	0.255	0.210	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	1.118	18.849	0.869	0.252	0.209	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	1.108	18.693	0.863	0.249	0.209	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	1.098	18.540	0.857	0.245	0.208	1.18	Terreno suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	1.088	18.392	0.852	0.242	0.208	1.16	Terreno suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	1.078	18.249	0.846	0.239	0.207	1.15	Terreno suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	1.069	18.109	0.840	0.236	0.207	1.14	Terreno suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	1.060	17.973	0.835	0.233	0.206	1.13	Terreno suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	1.051	17.840	0.829	0.230	0.205	1.12	Terreno suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	1.044	17.725	0.823	0.228	0.205	1.11	Terreno suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	1.035	17.597	0.817	0.225	0.204	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	1.027	17.471	0.812	0.223	0.203	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	1.016	22.774	0.806	0.338	0.202	1.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	1.009	22.646	0.800	0.333	0.201	1.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	1.002	22.522	0.795	0.329	0.201	1.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.996	22.398	0.789	0.325	0.200	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.989	22.276	0.783	0.321	0.199	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.982	22.157	0.778	0.317	0.198	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.30	203.400	107.295	0.976	22.040	0.772	0.313	0.197	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.50	207.000	108.934	0.969	21.926	0.767	0.309	0.196	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.963	21.814	0.761	0.305	0.195	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.957	21.705	0.755	0.302	0.194	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.951	21.598	0.750	0.299	0.193	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.945	21.493	0.744	0.296	0.192	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.940	21.390	0.739	0.292	0.191	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.934	21.290	0.733	0.289	0.190	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.927	21.162	0.728	0.286	0.189	1.51	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.928	25.064	0.722	0.406	0.188	2.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.922	24.881	0.717	0.398	0.187	2.13	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.917	24.747	0.712	0.391	0.186	2.11	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.912	24.615	0.706	0.386	0.185	2.09	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.907	24.486	0.701	0.380	0.184	2.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.902	24.359	0.696	0.374	0.182	2.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.898	24.235	0.691	0.369	0.181	2.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.893	24.113	0.685	0.364	0.180	2.02	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.889	23.992	0.680	0.359	0.179	2.01	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.884	23.874	0.675	0.355	0.178	1.99	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.877	23.684	0.670	0.348	0.177	1.96	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.873	23.567	0.665	0.343	0.176	1.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.869	23.452	0.660	0.339	0.175	1.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.864	23.339	0.655	0.335	0.174	1.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.860	23.228	0.650	0.331	0.173	1.92	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0.08 Zcrit=20 m Rischio=Basso

Cortè (1985)

Numero dei cicli equivalenti
Coefficiente A

5
0.66

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	0.924	0.266	0.202	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	0.921	0.265	0.203	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	0.918	0.263	0.204	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	0.915	0.262	0.206	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	0.912	0.261	0.207	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	0.909	0.260	0.207	1.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	0.906	0.258	0.208	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	0.903	0.257	0.209	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	0.900	0.256	0.210	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	0.897	0.255	0.210	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	0.894	0.254	0.211	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	0.891	0.253	0.211	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	0.888	0.252	0.212	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	0.885	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	0.882	0.273	0.212	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	0.879	0.272	0.213	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	0.876	0.270	0.213	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	0.873	0.269	0.213	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	0.870	0.268	0.213	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	0.867	0.267	0.213	1.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	0.864	0.266	0.213	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	0.861	0.265	0.213	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	0.858	0.264	0.213	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	0.855	0.263	0.213	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	0.852	0.262	0.213	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	0.849	0.280	0.213	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	0.846	0.279	0.213	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.843	0.278	0.213	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.840	0.277	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.837	0.276	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.834	0.275	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.831	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.50	207.000	108.934	0.828	0.273	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.70	210.600	110.572	0.825	0.272	0.211	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.822	0.271	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.819	0.270	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.816	0.269	0.210	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.813	0.268	0.210	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.810	0.267	0.210	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.807	0.267	0.209	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.804	0.279	0.209	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.801	0.278	0.208	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.798	0.277	0.208	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.795	0.276	0.208	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.792	0.275	0.207	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.789	0.274	0.207	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.786	0.273	0.206	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.783	0.272	0.206	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.780	0.271	0.205	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.777	0.271	0.205	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.774	0.270	0.204	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.771	0.269	0.204	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.768	0.268	0.203	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.765	0.267	0.203	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.762	0.266	0.202	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Finn & Cortè (1985)

Finn (1985)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR) (CSR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	0.924	0.259	0.202	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	0.921	0.256	0.203	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	0.918	0.252	0.204	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	0.915	0.249	0.206	1.21	Terreno suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	0.912	0.246	0.207	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	0.909	0.243	0.207	1.17	Terreno suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	0.906	0.240	0.208	1.15	Terreno suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	0.903	0.237	0.209	1.14	Terreno suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	0.900	0.235	0.210	1.12	Terreno suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	0.897	0.232	0.210	1.10	Terreno suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	0.894	0.229	0.211	1.09	Terreno suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	0.891	0.226	0.211	1.07	Terreno suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	0.888	0.224	0.212	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	0.885	0.277	0.212	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	0.882	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	0.879	0.271	0.213	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	0.876	0.268	0.213	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	0.873	0.265	0.213	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	0.870	0.262	0.213	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	0.867	0.259	0.213	1.22	Terreno suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	0.864	0.257	0.213	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	0.861	0.254	0.213	1.19	Terreno suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	0.858	0.251	0.213	1.18	Terreno suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	0.855	0.249	0.213	1.17	Terreno suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	0.852	0.246	0.213	1.16	Terreno suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	0.849	0.293	0.213	1.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	0.846	0.290	0.213	1.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.843	0.287	0.213	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.840	0.284	0.212	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.837	0.282	0.212	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.834	0.279	0.212	1.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.831	0.276	0.212	1.30	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.50	207.000	108.934	0.828	0.274	0.212	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.825	0.271	0.211	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.822	0.269	0.211	1.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.819	0.267	0.211	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.816	0.264	0.210	1.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.813	0.262	0.210	1.25	Terreno suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.810	0.260	0.210	1.24	Terreno suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.807	0.257	0.209	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.804	0.383	0.209	1.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.801	0.379	0.208	1.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.798	0.376	0.208	1.81	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.795	0.373	0.208	1.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.792	0.370	0.207	1.79	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.789	0.367	0.207	1.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.786	0.364	0.206	1.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.783	0.361	0.206	1.75	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.780	0.358	0.205	1.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.777	0.355	0.205	1.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.774	0.352	0.204	1.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.771	0.350	0.204	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.768	0.347	0.203	1.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.765	0.344	0.203	1.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.762	0.341	0.202	1.69	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=57.9 Zcrit=20 m Rischio=Molto alto

Iwasaki et alii (1978; 1984)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficien te riduttivo (rd)	Resistenz a alla liquefazio ne (CRR)	Sforzo di taglio normalizza to (CSR)	Coefficien te di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazi one	Rischio
5.10	91.800	56.496	0.924	0.3532634	0.114	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.30	95.400	58.135	0.921	0.3515098	0.115	3.06	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.50	99.000	59.773	0.918	0.3497899	0.116	3.03	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.70	102.600	61.412	0.915	0.3481025	0.116	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.90	106.200	63.051	0.912	0.3464468	0.117	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.10	109.800	64.689	0.909	0.3448217	0.117	2.94	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.30	113.400	66.328	0.906	0.3432263	0.118	2.92	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.50	117.000	67.967	0.903	0.3416596	0.118	2.89	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.70	120.600	69.605	0.900	0.3401209	0.118	2.87	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.90	124.200	71.244	0.897	0.3386093	0.119	2.85	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.10	127.800	72.883	0.894	0.337124	0.119	2.83	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.30	131.400	74.521	0.891	0.3356644	0.119	2.81	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.50	135.000	76.160	0.888	0.3342295	0.120	2.79	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.70	138.600	77.799	0.885	0.3636418	0.120	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.90	142.200	79.437	0.882	0.3620909	0.120	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.10	145.800	81.076	0.879	0.3605655	0.120	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.30	149.400	82.715	0.876	0.3590649	0.120	2.99	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.50	153.000	84.353	0.873	0.3575885	0.120	2.97	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.70	156.600	85.992	0.870	0.3561356	0.120	2.96	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.90	160.200	87.631	0.867	0.3547056	0.120	2.95	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.10	163.800	89.269	0.864	0.353298	0.120	2.93	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.30	167.400	90.908	0.861	0.3519121	0.120	2.92	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.50	171.000	92.547	0.858	0.3505474	0.120	2.91	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.70	174.600	94.185	0.855	0.3492033	0.120	2.90	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.90	178.200	95.824	0.852	0.3478794	0.120	2.89	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.10	181.800	97.463	0.849	0.3716265	0.120	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.30	185.400	99.101	0.846	0.3702187	0.120	3.08	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.50	189.000	100.740	0.843	0.3688314	0.120	3.07	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.70	192.600	102.379	0.840	0.3674641	0.120	3.06	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.90	196.200	104.018	0.837	0.3661162	0.120	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.10	199.800	105.656	0.834	0.3647875	0.120	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.30	203.400	107.295	0.831	0.3634773	0.120	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

11.50	207.000	108.934	0.828	0.3621854	0.120	3.03	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.70	210.600	110.572	0.825	0.3609111	0.119	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.90	214.200	112.211	0.822	0.3596543	0.119	3.02	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.10	217.800	113.850	0.819	0.3584144	0.119	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.30	221.400	115.488	0.816	0.3571911	0.119	3.01	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.50	225.000	117.127	0.813	0.355984	0.119	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.70	228.600	118.766	0.810	0.3547928	0.118	3.00	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.90	232.200	120.404	0.807	0.3536171	0.118	2.99	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.10	235.800	122.043	0.804	0.37097	0.118	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.30	239.400	123.682	0.801	0.3695669	0.118	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.50	243.000	125.320	0.798	0.3681816	0.118	3.13	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.70	246.600	126.959	0.795	0.3668137	0.117	3.13	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.90	250.200	128.598	0.792	0.365463	0.117	3.12	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.10	253.800	130.236	0.789	0.3641289	0.117	3.12	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.30	257.400	131.875	0.786	0.3628112	0.117	3.11	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.50	261.000	133.514	0.783	0.3615097	0.116	3.11	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.70	264.600	135.152	0.780	0.3602238	0.116	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.90	268.200	136.791	0.777	0.3589533	0.116	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.10	271.800	138.430	0.774	0.3576979	0.115	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.30	275.400	140.068	0.771	0.3564574	0.115	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.50	279.000	141.707	0.768	0.3552314	0.115	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.70	282.600	143.346	0.765	0.3540196	0.115	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.90	286.200	144.984	0.762	0.3528219	0.114	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Energy Ratio (ER) 0.6
 Correzione per ER (CE) (CE) 1
 Correzione per la magnitudo (MSF) 1.77

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
28	7	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
18	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
18	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
2	2	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
5.10	91.800	56.496	1.330	24.089	0.961	0.271	0.091	2.973	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.217
5.30	95.400	58.135	1.312	23.817	0.959	0.267	0.092	2.905	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.307
5.50	99.000	59.773	1.293	23.557	0.958	0.263	0.092	2.842	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.398
5.70	102.600	61.412	1.276	23.308	0.956	0.259	0.093	2.784	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.489
5.90	106.200	63.051	1.259	23.068	0.955	0.256	0.094	2.730	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.580
6.10	109.800	64.689	1.243	22.837	0.953	0.253	0.094	2.680	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.672
6.30	113.400	66.328	1.228	22.615	0.952	0.250	0.095	2.634	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.763
6.50	117.000	67.967	1.213	22.401	0.950	0.247	0.095	2.590	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.855
6.70	120.600	69.605	1.199	22.195	0.949	0.244	0.096	2.550	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.946
6.90	124.200	71.244	1.185	21.996	0.947	0.242	0.096	2.512	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.037
7.10	127.800	72.883	1.171	21.804	0.946	0.239	0.097	2.476	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.128
7.30	131.400	74.521	1.158	21.618	0.944	0.237	0.097	2.442	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.218
7.50	135.000	76.160	1.146	21.438	0.943	0.235	0.097	2.410	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.308
7.70	138.600	77.799	1.134	22.250	0.941	0.245	0.098	2.507	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.048
7.90	142.200	79.437	1.122	22.059	0.940	0.243	0.098	2.474	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.132
8.10	145.800	81.076	1.111	21.873	0.938	0.240	0.098	2.443	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.216
8.30	149.400	82.715	1.100	21.693	0.937	0.238	0.099	2.413	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.300
8.50	153.000	84.353	1.089	21.518	0.935	0.236	0.099	2.385	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.383

8.70	156.600	85.992	1.078	21.348	0.933	0.234	0.099	2.358	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.466
8.90	160.200	87.631	1.068	21.183	0.932	0.232	0.099	2.333	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.548
9.10	163.800	89.269	1.058	21.023	0.930	0.230	0.100	2.308	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.630
9.30	167.400	90.908	1.049	20.867	1.149	0.228	0.123	1.847	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.115
9.50	171.000	92.547	1.039	20.715	1.149	0.226	0.124	1.827	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.281
9.70	174.600	94.185	1.030	20.567	1.148	0.224	0.124	1.808	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.448
9.90	178.200	95.824	1.022	20.423	1.148	0.223	0.124	1.789	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.614
10.10	181.800	97.463	1.013	23.583	1.147	0.263	0.125	2.110	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.444
10.30	185.400	99.101	1.005	23.419	1.146	0.261	0.125	2.086	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.564
10.50	189.000	100.740	0.996	23.258	1.146	0.259	0.125	2.063	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.684
10.70	192.600	102.379	0.988	23.102	1.145	0.256	0.126	2.041	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.803
10.90	196.200	104.018	0.980	22.949	1.145	0.254	0.126	2.020	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.923
11.10	199.800	105.656	0.973	22.800	1.144	0.252	0.126	2.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.043
11.30	203.400	107.295	0.965	22.654	1.144	0.250	0.126	1.980	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.162
11.50	207.000	108.934	0.958	22.511	1.143	0.248	0.127	1.962	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.281
11.70	210.600	110.572	0.951	22.372	1.143	0.247	0.127	1.944	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.400
11.90	214.200	112.211	0.944	22.236	1.142	0.245	0.127	1.926	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.519
12.10	217.800	113.850	0.937	22.102	1.142	0.243	0.127	1.909	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.637
12.30	221.400	115.488	0.931	21.972	1.141	0.241	0.128	1.893	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.756
12.50	225.000	117.127	0.924	21.844	1.141	0.240	0.128	1.878	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.873
12.70	228.600	118.766	0.918	21.719	1.140	0.238	0.128	1.863	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.991
12.90	232.200	120.404	0.911	21.597	1.140	0.237	0.128	1.848	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.108
13.10	235.800	122.043	0.905	24.440	1.139	0.276	0.128	2.152	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.248
13.30	239.400	123.682	0.899	24.278	1.138	0.274	0.128	2.129	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.352
13.50	243.000	125.320	0.893	24.119	1.138	0.271	0.129	2.108	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.456
13.70	246.600	126.959	0.888	23.963	1.137	0.269	0.129	2.087	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.561
13.90	250.200	128.598	0.882	23.809	1.137	0.266	0.129	2.067	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.665
14.10	253.800	130.236	0.876	23.659	1.136	0.264	0.129	2.047	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.769
14.30	257.400	131.875	0.871	23.512	1.136	0.262	0.129	2.029	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.874
14.50	261.000	133.514	0.865	23.367	1.135	0.260	0.129	2.011	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.979
14.70	264.600	135.152	0.860	23.225	1.135	0.258	0.129	1.993	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.083
14.90	268.200	136.791	0.855	23.085	1.134	0.256	0.130	1.976	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.188

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Seed e Idriss (1982)

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato o (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	1.369	16.427	0.924	0.183	0.114	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	1.348	16.171	0.921	0.180	0.115	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	1.327	15.926	0.918	0.177	0.116	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	1.308	15.691	0.915	0.174	0.116	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	1.289	15.465	0.912	0.172	0.117	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	1.271	15.248	0.909	0.169	0.117	1.45	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	1.253	15.040	0.906	0.167	0.118	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	1.237	14.839	0.903	0.165	0.118	1.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	1.221	14.646	0.900	0.163	0.118	1.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	1.205	14.460	0.897	0.161	0.119	1.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	1.190	14.280	0.894	0.159	0.119	1.33	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	1.176	14.107	0.891	0.157	0.119	1.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	1.162	13.939	0.888	0.155	0.120	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	1.148	17.221	0.885	0.191	0.120	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	1.135	17.025	0.882	0.189	0.120	1.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	1.122	16.835	0.879	0.187	0.120	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	1.110	16.650	0.876	0.185	0.120	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	1.098	16.472	0.873	0.183	0.120	1.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	1.087	16.298	0.870	0.181	0.120	1.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	1.075	16.130	0.867	0.179	0.120	1.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	1.064	15.966	0.864	0.177	0.120	1.47	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	1.054	15.807	0.861	0.176	0.120	1.46	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	1.044	15.653	0.858	0.174	0.120	1.44	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	1.033	15.502	0.855	0.172	0.120	1.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	1.024	15.356	0.852	0.171	0.120	1.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	1.014	18.256	0.849	0.203	0.120	1.69	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	1.005	18.090	0.846	0.201	0.120	1.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.996	17.927	0.843	0.199	0.120	1.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.987	17.769	0.840	0.197	0.120	1.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.979	17.614	0.837	0.196	0.120	1.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.970	17.463	0.834	0.194	0.120	1.62	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.962	17.316	0.831	0.192	0.120	1.61	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.50	207.000	108.934	0.954	17.173	0.828	0.191	0.120	1.60	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.946	17.032	0.825	0.189	0.119	1.59	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.939	16.895	0.822	0.188	0.119	1.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.931	16.761	0.819	0.186	0.119	1.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.924	16.629	0.816	0.185	0.119	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.917	16.501	0.813	0.183	0.119	1.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.910	16.375	0.810	0.182	0.118	1.54	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.903	16.252	0.807	0.181	0.118	1.53	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.914	24.685	0.804	0.274	0.118	2.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.909	24.537	0.801	0.273	0.118	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.903	24.392	0.798	0.271	0.118	2.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.898	24.250	0.795	0.269	0.117	2.30	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.893	24.111	0.792	0.268	0.117	2.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.888	23.974	0.789	0.266	0.117	2.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.883	23.839	0.786	0.265	0.117	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.878	23.707	0.783	0.263	0.116	2.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.873	23.577	0.780	0.262	0.116	2.26	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.869	23.450	0.777	0.261	0.116	2.25	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.864	23.324	0.774	0.259	0.115	2.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.859	23.201	0.771	0.258	0.115	2.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.855	23.080	0.768	0.256	0.115	2.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.850	22.961	0.765	0.255	0.115	2.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.846	22.844	0.762	0.254	0.114	2.22	Terreno non suscettibile di liquefazione

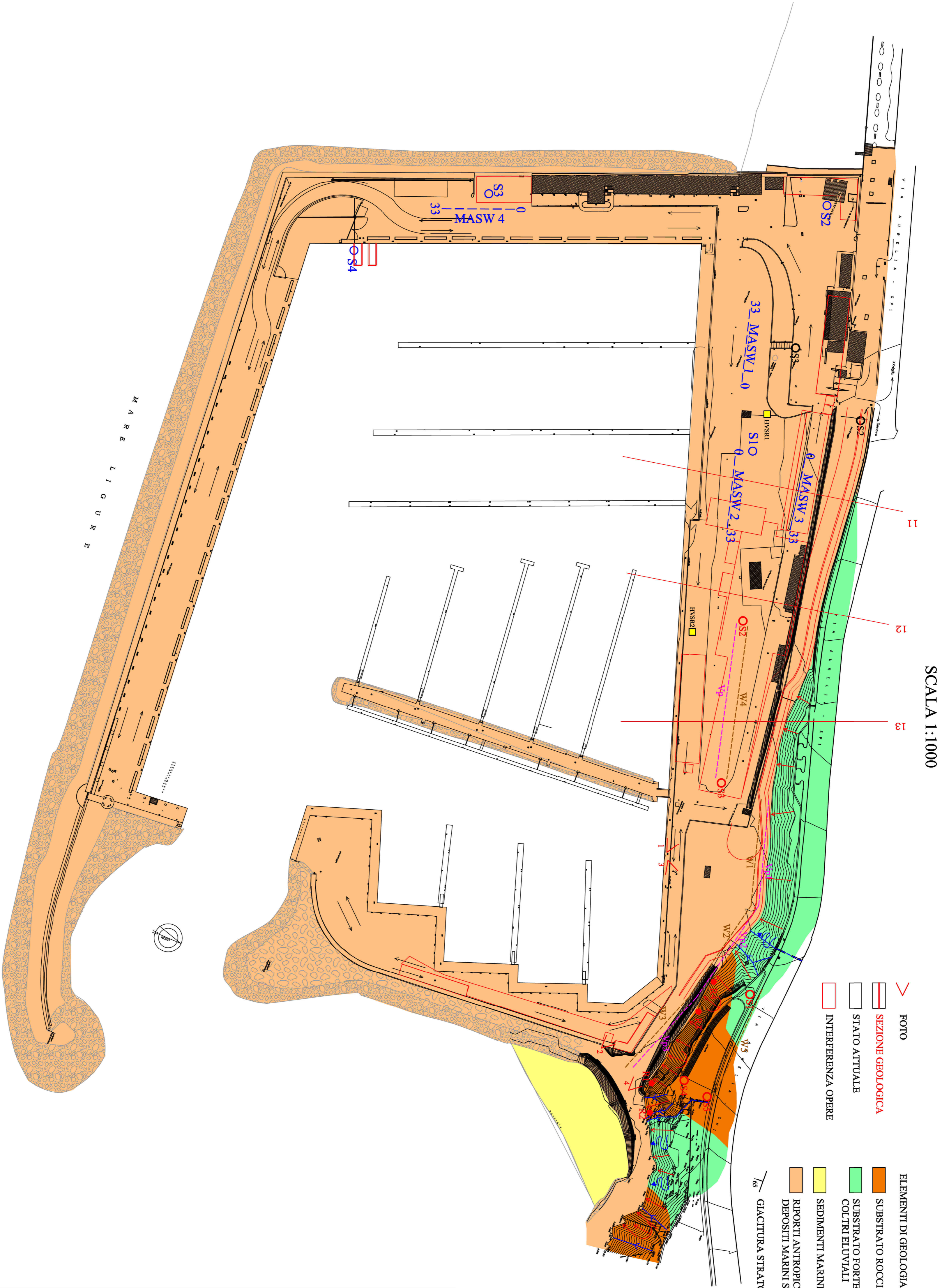
IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

Tokimatsu e Yoshimi

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Coefficiente correttivo (m)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato o (CSR)	Coefficien te di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
5.10	91.800	56.496	0.924	0.500	0.374	0.101	3.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.30	95.400	58.135	0.921	0.500	0.360	0.102	3.55	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.50	99.000	59.773	0.918	0.500	0.348	0.102	3.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.70	102.600	61.412	0.915	0.500	0.337	0.103	3.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
5.90	106.200	63.051	0.912	0.500	0.326	0.103	3.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.10	109.800	64.689	0.909	0.500	0.316	0.104	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.30	113.400	66.328	0.906	0.500	0.307	0.104	2.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.50	117.000	67.967	0.903	0.500	0.299	0.105	2.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.70	120.600	69.605	0.900	0.500	0.291	0.105	2.77	Terreno non suscettibile di liquefazione
6.90	124.200	71.244	0.897	0.500	0.284	0.105	2.70	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.10	127.800	72.883	0.894	0.500	0.277	0.105	2.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.30	131.400	74.521	0.891	0.500	0.270	0.106	2.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.50	135.000	76.160	0.888	0.500	0.264	0.106	2.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.70	138.600	77.799	0.885	0.500	0.457	0.106	4.31	Terreno non suscettibile di liquefazione
7.90	142.200	79.437	0.882	0.500	0.441	0.106	4.15	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.10	145.800	81.076	0.879	0.500	0.426	0.106	4.01	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.30	149.400	82.715	0.876	0.500	0.412	0.106	3.87	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.50	153.000	84.353	0.873	0.500	0.399	0.106	3.74	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.70	156.600	85.992	0.870	0.500	0.386	0.107	3.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
8.90	160.200	87.631	0.867	0.500	0.375	0.107	3.52	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.10	163.800	89.269	0.864	0.500	0.364	0.107	3.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.30	167.400	90.908	0.861	0.500	0.354	0.107	3.32	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.50	171.000	92.547	0.858	0.500	0.344	0.107	3.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.70	174.600	94.185	0.855	0.500	0.335	0.107	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione
9.90	178.200	95.824	0.852	0.500	0.327	0.107	3.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.10	181.800	97.463	0.849	0.500	0.557	0.106	5.23	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.30	185.400	99.101	0.846	0.500	0.537	0.106	5.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.50	189.000	100.740	0.843	0.500	0.519	0.106	4.88	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.70	192.600	102.379	0.840	0.500	0.501	0.106	4.72	Terreno non suscettibile di liquefazione
10.90	196.200	104.018	0.837	0.500	0.485	0.106	4.57	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.10	199.800	105.656	0.834	0.500	0.470	0.106	4.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.30	203.400	107.295	0.831	0.500	0.455	0.106	4.30	Terreno non suscettibile di liquefazione

11.50	207.000	108.934	0.828	0.500	0.442	0.106	4.18	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.70	210.600	110.572	0.825	0.500	0.429	0.106	4.06	Terreno non suscettibile di liquefazione
11.90	214.200	112.211	0.822	0.500	0.417	0.105	3.95	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.10	217.800	113.850	0.819	0.500	0.406	0.105	3.85	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.30	221.400	115.488	0.816	0.500	0.395	0.105	3.76	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.50	225.000	117.127	0.813	0.500	0.385	0.105	3.67	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.70	228.600	118.766	0.810	0.500	0.375	0.105	3.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
12.90	232.200	120.404	0.807	0.500	0.366	0.105	3.50	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.10	235.800	122.043	0.804	0.500	1.841	0.104	17.63	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.30	239.400	123.682	0.801	0.500	1.762	0.104	16.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.50	243.000	125.320	0.798	0.500	1.688	0.104	16.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.70	246.600	126.959	0.795	0.500	1.617	0.104	15.58	Terreno non suscettibile di liquefazione
13.90	250.200	128.598	0.792	0.500	1.551	0.104	14.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.10	253.800	130.236	0.789	0.500	1.489	0.103	14.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.30	257.400	131.875	0.786	0.500	1.429	0.103	13.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.50	261.000	133.514	0.783	0.500	1.373	0.103	13.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.70	264.600	135.152	0.780	0.500	1.320	0.103	12.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
14.90	268.200	136.791	0.777	0.500	1.270	0.102	12.40	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.10	271.800	138.430	0.774	0.500	1.223	0.102	11.97	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.30	275.400	140.068	0.771	0.500	1.178	0.102	11.56	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.50	279.000	141.707	0.768	0.500	1.135	0.102	11.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.70	282.600	143.346	0.765	0.500	1.095	0.101	10.80	Terreno non suscettibile di liquefazione
15.90	286.200	144.984	0.762	0.500	1.056	0.101	10.45	Terreno non suscettibile di liquefazione

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso



COMUNE DI ANDORA PROVINCIA DI SAVONA

Z:\COMPITENTI\Comune di Andora\PIRELLA ANDREA\materiale fornito\FIG04022_101643.jpg

PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON
PROVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 -
DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN
VARIANTE AL PUC

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - INTEGRAZIONI
CARTA DI ANALISI

Scala Varie

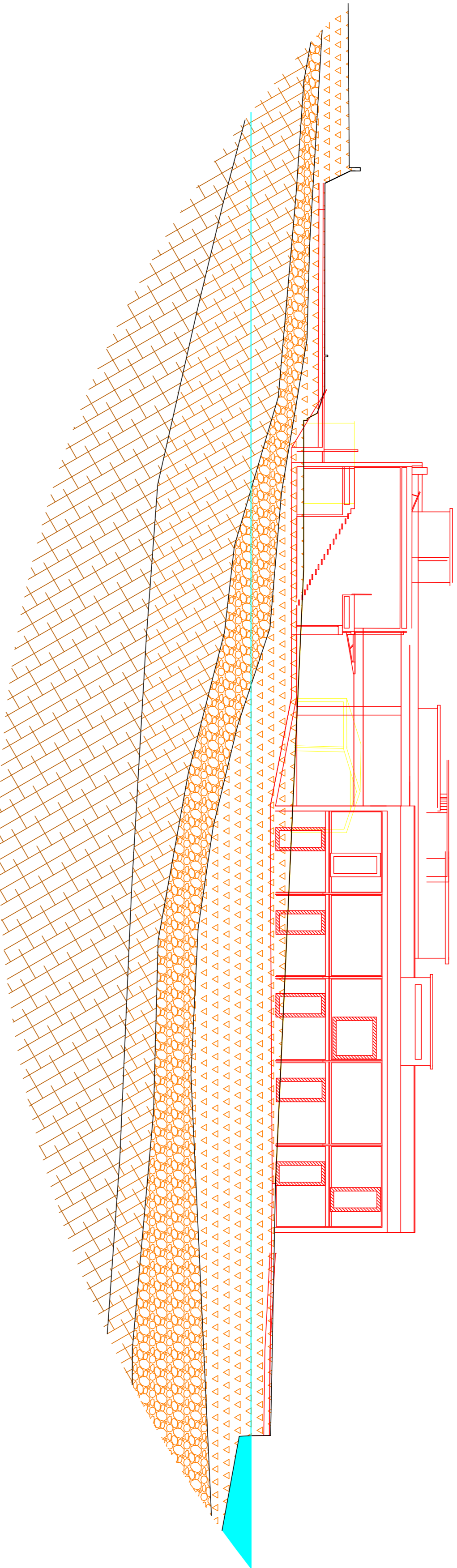
Data Aggiornamento novembre 2021

Progettisti Arch. Paolo Ghione Arch. Antonella Nalbone Arch. Isabella Rabellino
Geol. Vittorio Vezzaro

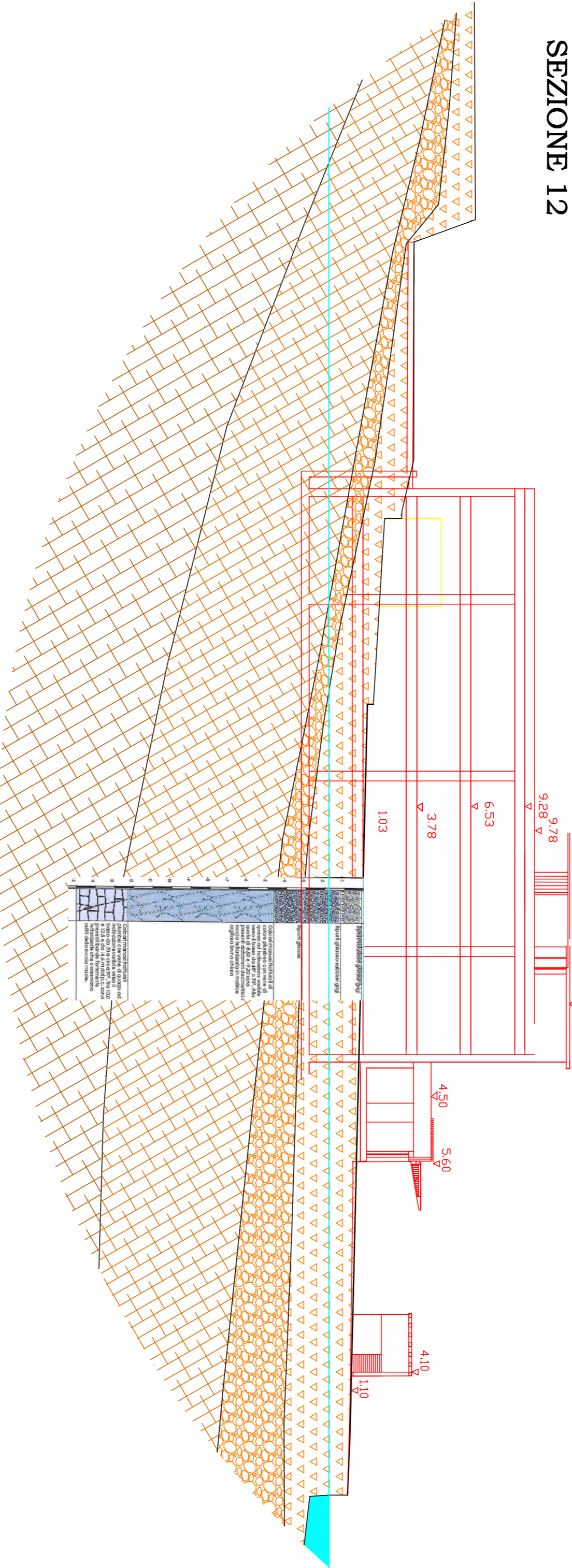
revisioni	data	note	Elaborato
1			
2			
3			
4			
5			

4.1

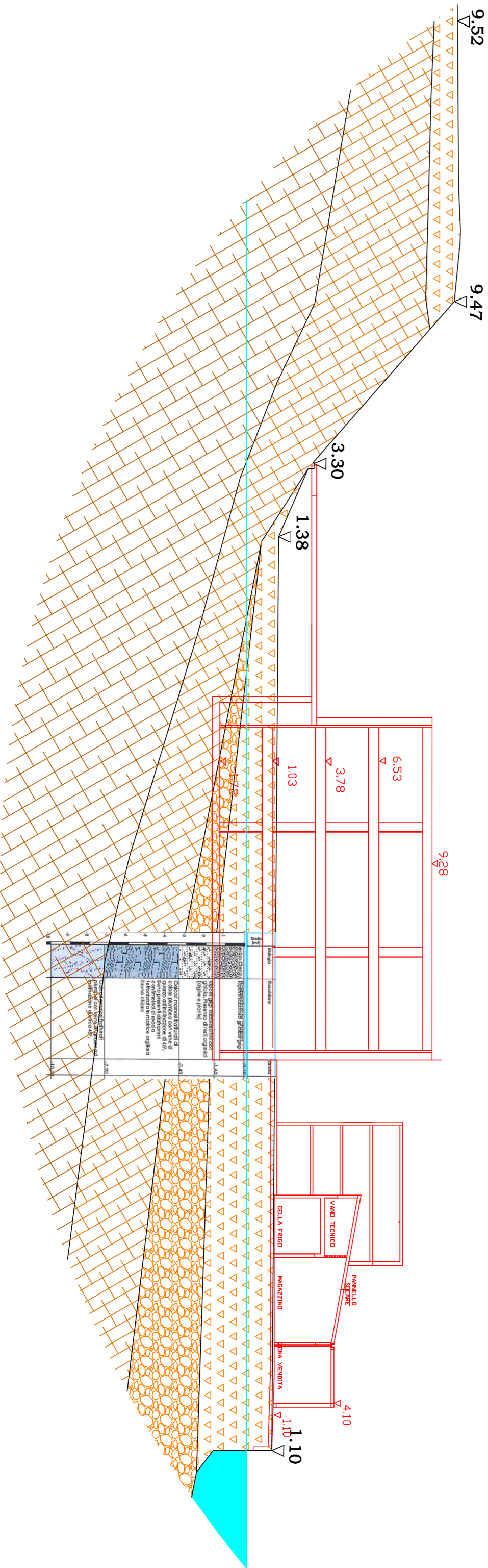
SEZIONE 11



SEZIONE 12



SEZIONE 13



- DEMOLITO
- INTERFERENZA OPERE
- STATO ATTUALE
- MARE
- RIPORTI ANTROPICI/ COLTRI
- DEPOSITI MARINI (GHIAIA E SABBIA)
- SUSTRATO ALTERATO
- SUSTRATO MASSIVO
- LIVELLO FALDA

COMUNE DI ANDORA
PROVINCIA DI SAVONA

Z:\COMITTENTI\Comune di Andora\PERITO ANDORA\progetto finale\2016\4E2_2016\4.2.jpg

PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON
PROVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 -
DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN
VARIANTE AL PUC

oggetto RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - INTEGRAZIONI
SEZIONI GEOLOGICHE

Scala 1:200

Data Aggiornamento novembre 2021

Progettisti Arch. Paolo Ghione Arch. Antonella Nalbone Arch. Isabella Rabbellino
Geol. Vittorio Vezzaro

revisioni	data	note	Elaborato
1			
2			
3			
4			
5			



- CLASSI DI ZONIZZAZIONE
GEOLOGICO-GEOTECNICHE E SISMICHE
- CLASSE 1: ZONE CARATTERIZZATE DA AMMASSO
ROCCIOSO SUBAFFORANTE RICONDUCEBILI A
CATEGORIE DI SOTTOSUOLO "A"
 - CLASSE 2: ZONE CARATTERIZZATE DA AMMASSO
ROCCIOSO ALTERATO EO DA DEPOSITI ELUVIALI/
RIPIANTI CON SPESSORE SUPERIORE A 3 METRI
 - CLASSE 3E: ZONE CARATTERIZZATE DA DEPOSITI
DI ORIGINE MARINA EO DA RIPIANTI ANTROPICI
RICONDUCEBILI A CATEGORIE DI SOTTOSUOLO "E"
 - CLASSE 3B: ZONE CARATTERIZZATE DA POTENTI
DEPOSITI DI ORIGINE MARINA EO DA RIPIANTI
ANTROPICI, RICONDUCEBILI A CATEGORIE DI
SOTTOSUOLO "C"

- SEZIONE GEOLOGICA
STATO ATTUALE
INTERFERENZA OPERE

COMUNE DI ANDORA PROVINCIA DI SAVONA

Z:\COMITENTI\Comune di Andora\PORTO ANDORA\carta sintesi 2016\422_101643.jpg

PUO A MODIFICA DELLO S.U.A. APPROVATO CON
PROVEDIMENTO FINALE IN DATA 16/03/2010 -
DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE TR-CO2 IN
VARIANTE AL PUC

oggetto RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - INTEGRAZIONI
CARTA DI SINTESI

Scala 1:1000

Data Aggiornamento novembre 2021

Progettisti Arch. Paolo Ghione Arch. Antonella Nalbone Arch. Isabella Rabellino
Geol. Vittorio Vezzaro

revisioni	data	note	Elaborato
1			
2			
3			
4			