FERRETTIGROUP

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE ORIENTALE

PORTO DI LA SPEZIA

COMUNE DELLA SPEZIA



SCREENING

Procedimento di verifica di assoggettabilità alla VIA ai sensi dell'art. 6 comma 9 del D.Lgs. n. 152/2006

Relazione geologica, sismica e geologico-tecnica

Marzo 2021

PROGETTO ARCHITETTONICO:

MMAA
Studio Manfroni & Associati Srl

Progettista:
MARIO MANFRONI

COMMITTENTE:

FERRETTIGROUP

Procuratore speciale:
MATTEO CECADA

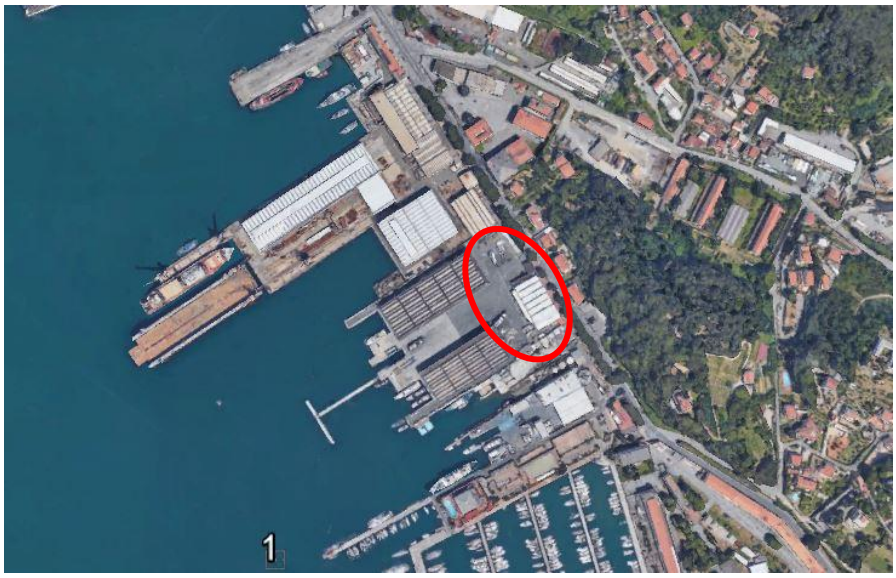
ALL. 02

rpr.	M. Manfroni
pro.	P. Burlando
	S. Grillo
	A. Chilosi
	E. De Ruggiero
rif.int.	M 56/2017
rev.	01-18/03/2021

Questo elaborato è di proprietà dello Studio Manfroni. La proprietà intellettuale ed i relativi diritti d'autore del presente progetto sono riservati al professionista firmatario a norma degli artt. 2575, 2576, 2577, 2578 del CC e della L.633/41. Ai termini di legge ne è vietata la riproduzione, e comunicazione a terzi, la divulgazione, la riproduzione e l'uso anche parziale, se non autorizzati. i trasgressori saranno perseguibili a norma di legge.

STUDI di GEOLOGIA
F. Ferrari - I. De Nobili
Via C. Arzelà n° 76 - 19123 SP
tel 0187/713950 Fax 0187/717589
e-mail: ferraridenobili@tin.it

COMMITTENTE: FERRETTI GROUP S.p.A.



LAVORO

REALIZZAZIONE NUOVI FABBRICATI CANTIERE NAVALE FERRETTI VIALE SAN BARTOLOMEO LA SPEZIA

RELAZIONE GEOLOGICA

RELAZIONE SISMICA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

I geologi:

Dott. Franco Ferrari

Dott. Iacopo De Nobili

La Spezia 9 Luglio 2020

1) PREMESSE

Su incarico della Società Ferretti Group S.p.A. è stato intrapreso uno studio geologico, geologico-tecnico e sismico sui terreni che costituiscono la parte più verso monte dei cantieri in oggetto, in previsione della realizzazione di un nuovo fabbricato e della ristrutturazione di un fabbricato esistente.

Il cantiere è ubicato lungo Viale san Bartolomeo tra il Cantiere San Lorenzo e Porto Lotti (vedi foto sotto riportata).



Le indagini hanno avuto come finalità il verificare la situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica della zona in relazione alle opere previste dal progetto, cercando di ricostruire la situazione stratigrafica e geotecnica di tutta l'area con lo scopo di fornire ai Progettisti tutte le informazioni necessarie al dimensionamento delle nuove strutture e contestualmente ottemperare alle seguenti norme:

- **D.M. 17-01-2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"** e conseguente Circolare esplicativa;
- **Piano Urbanistico Comunale della Spezia** (le aree immediatamente a terra rispetto alla zona di intervento nel P.U.C. ricadono in zona C1 "*Aree con condizionamento di ordine geologico in senso lato eliminabili con interventi di medio-bassa difficoltà ed onerosità*" della Carta di Zonizzazione geologica e di suscettività d'uso del territorio) Tipo IVa MODO 5/a;
- **Piano di Bacino Ambito 20 Golfo della Spezia** (Carta della Suscettività al dissesto) secondo il quale l'area in esame ricade in zona **P0** (suscettività al dissesto molto bassa);
- **Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 24.03.2003 n. 3274 (e succ. mod. ed int.)** Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- **Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 03.05.2005 n. 3431** Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- **Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 28.04.2006 n. 3519** Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone
- **Deliberazione della giunta regionale 17/03/2017 N. 216 OPCM 3519/2006**. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria;

Il programma di lavoro è stato così articolato:

1) Sopralluoghi;
2) Ricerca bibliografica precedenti campagne di indagini geognostiche esistenti;
3) Stesura carte tematiche di inquadramento (Carta geolitologica, Carta Idrogeologica, Carta geomorfologica, Carta ubicazione indagini, stralcio PUC Comune della Spezia, stralcio Piano di Bacino Ambito 20 La Spezia);
4) Esecuzione di n. 1 sondaggio eseguito a carotaggio continuo con prelievo di n. 1 campione indisturbato e prove S.P.T. in foro;
5) Elaborazione ed interpretazione prove penetrometriche S.P.T.;
6) Redazione di stratigrafie relative al sondaggio eseguito;

7) Esecuzione di n. 5 prove penetrometriche dinamiche DPSH, posizionate come da planimetria riportata in allegato;
8) Esecuzione di n. 1 prova sismica di tipo MASW e n.1 prova sismica passiva HVSR, posizionate come da planimetria riportata in allegato;
9) Elaborazione di due sezioni geologiche e geotecniche interpretative;
10) Definizione della categoria di suolo di fondazione e dei parametri sismici di base;
11) Interpretazione prove geotecniche di laboratorio;
12) Elaborazione prove penetrometriche dinamiche DPSH;
13) Interpretazione congiunta prova HVSR e MASW;
14) Stesura della relazione geologica, sismica e geologico-tecnica esecutiva.

Gli elaborati cartografici, oltre all'area in oggetto, coprono un discreto intorno tale da inquadrare la totalità delle problematiche inerenti l'opera da realizzare.

Quale base cartografica è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale per le carte tematiche (geologica, geomorfologica ed idrogeologica) e le Tavole di progetto per l'ubicazione prove e le sezioni.

2) CARTOGRAFIA

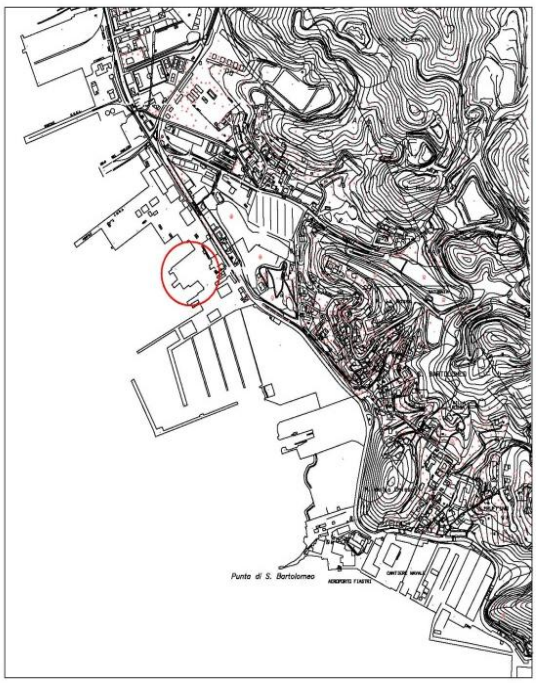
FOTO CANTIERE



LEGENDA

Area di intervento

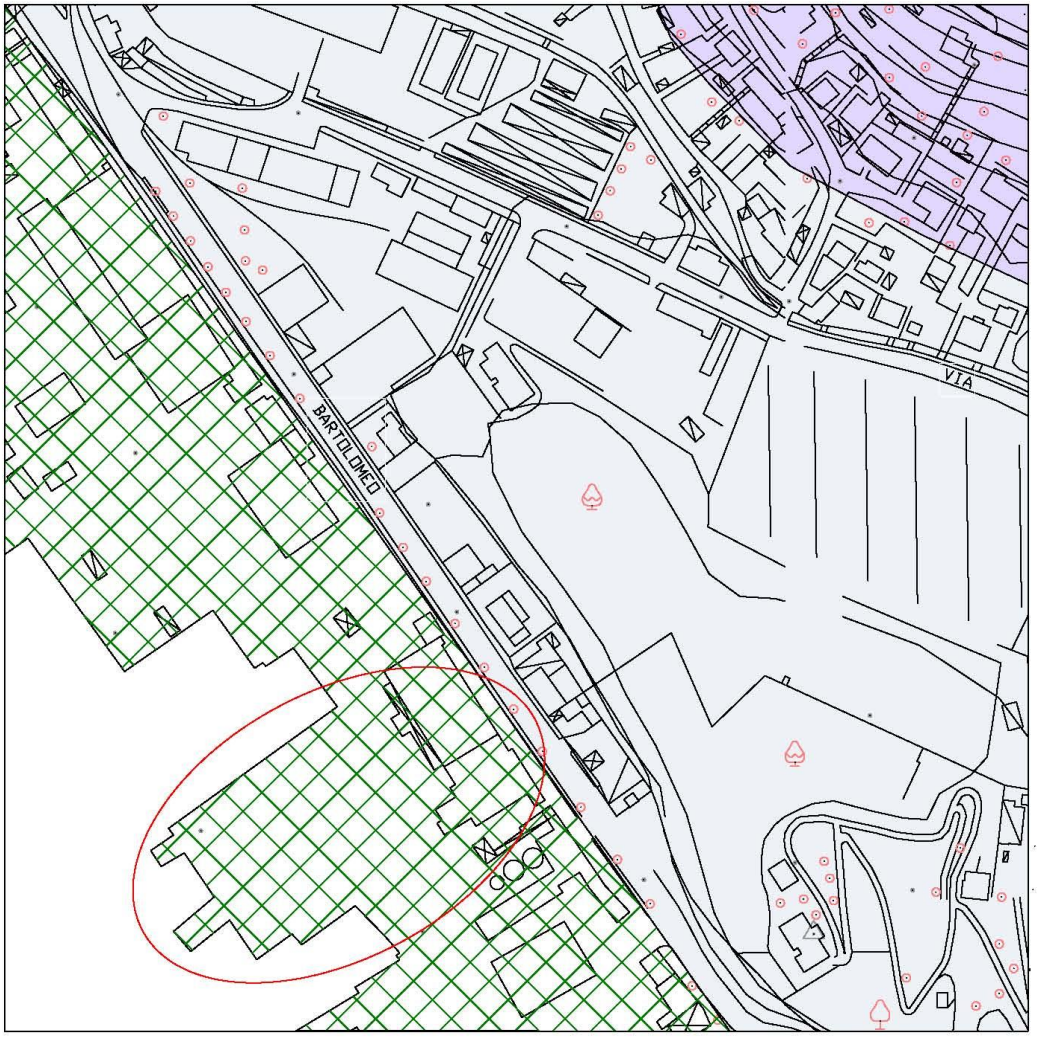
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



LEGENDA

Area di intervento

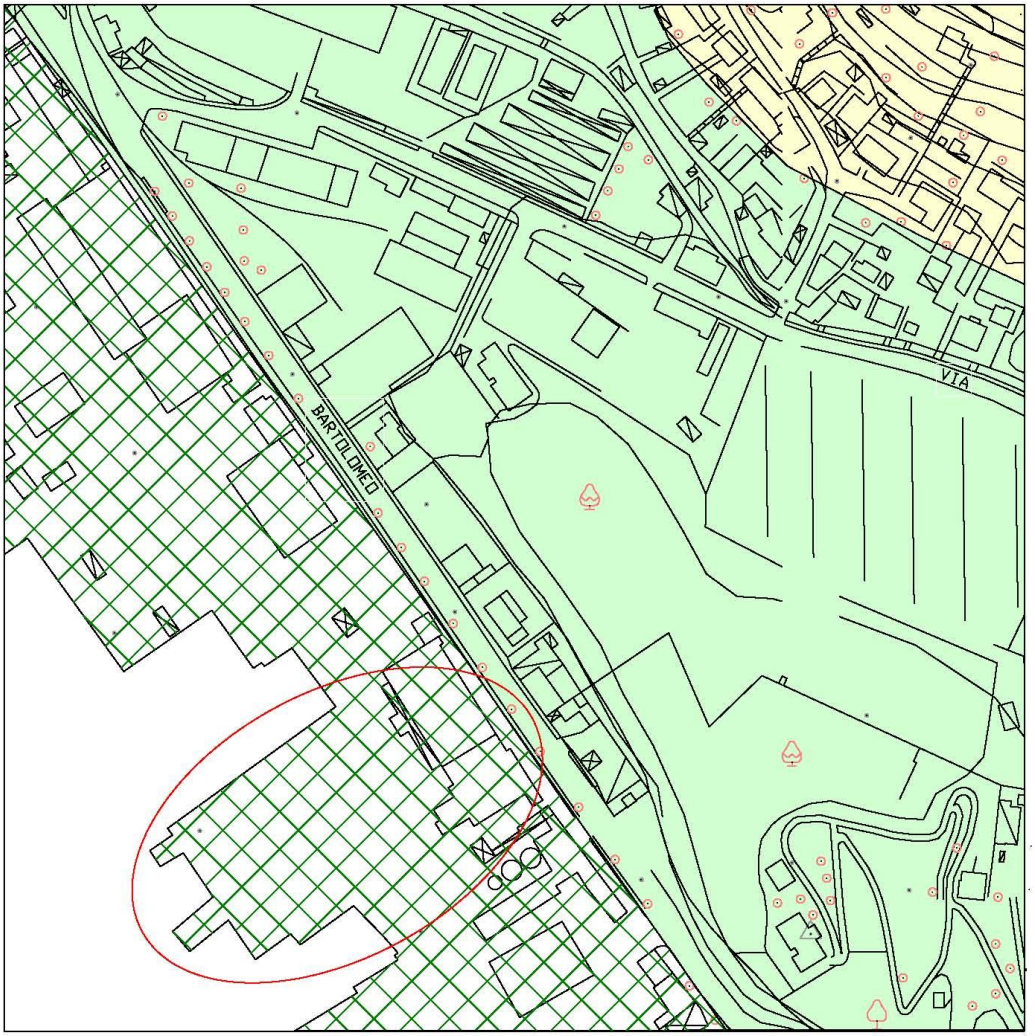
CARTA GEOLITOLOGICA



LEGENDA

- Riporto antropico
- Quarziti e filladi
- Depositi colluviali: alternanza di sabbia limo e ghiaia
- Area di intervento

CARTA GEOMORFOLOGICA



LEGENDA

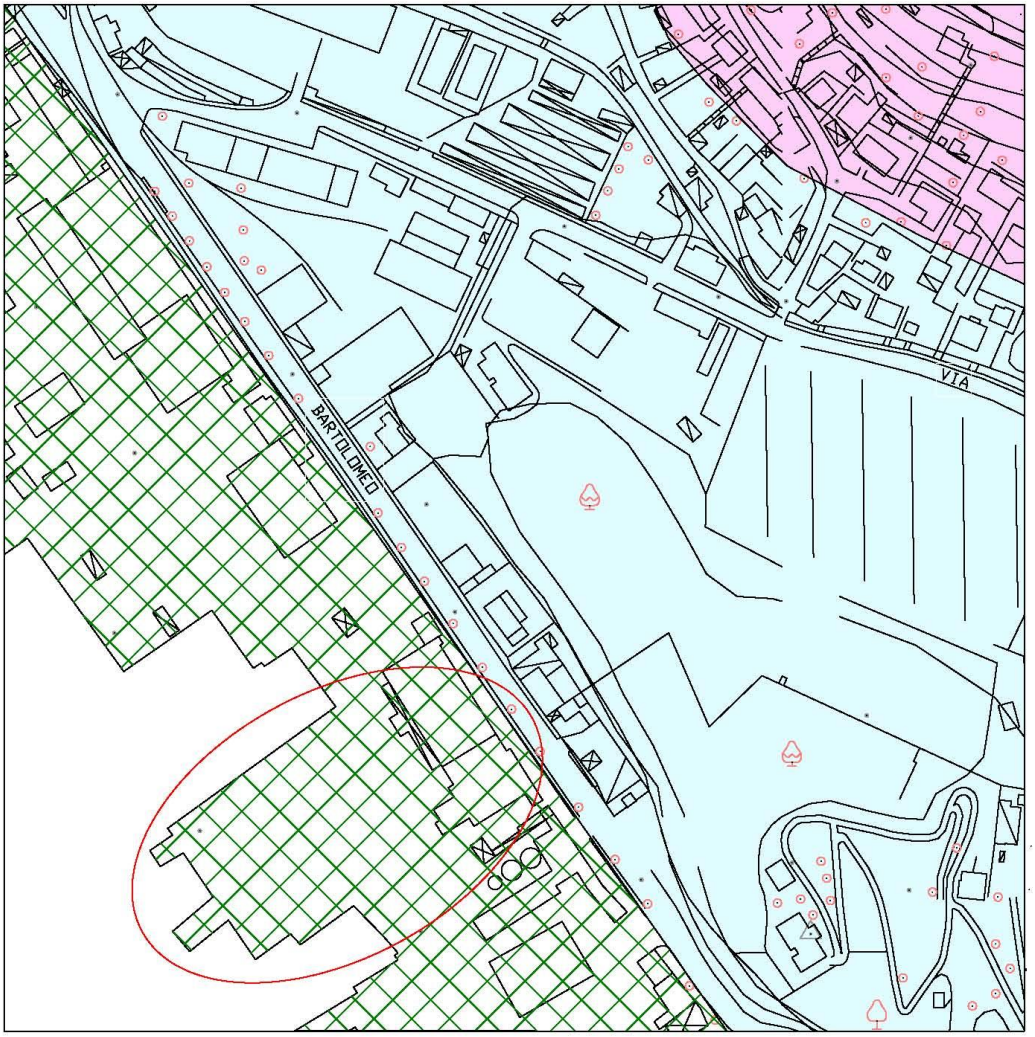
riempimenti a mare: elevata stabilità geomorfologica

Aree di versante a medio alta stabilita' geomorfologica

Aree pianeggianti ad elevata stabilita' geomorfologica

Area di intervento

CARTA IDROGEOLOGICA



LEGENDA

riempimenti a mare

quarziti: permeabilità medio bassa per fratturazione

Depositi colluviali: permeabilità medio bassa per porosità

Area di intervento

PIANO DI BACINO AMBITO 20 GOLFO DELLA SPEZIA
CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO



LEGENDA

Pg0: suscettività al dissesto molto bassa

Pg1: suscettività al dissesto bassa

Pg2: suscettività al dissesto media

Area di intervento

PIANO URBANISTICO COMUNALE
CARTA DI ZONIZZAZIONE GEOLOGICA E SUSCETTIVITA' D'USO DEL TERRITORIO



LEGENDA

SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA - CLASSE C1

SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA - CLASSE C0

Area di intervento

3) RELAZIONE GEOLOGICA

3.1) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'indagine oggetto del presente elaborato è alla base della progettazione di un nuovo fabbricato e della ristrutturazione di un fabbricato esistente, all'interno dei Cantieri Navali Ferretti nel tratto più verso monte degli stessi.

La geologia dei fondali marini, dell'area in oggetto e delle zone limitrofe è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali, colluviali e marini che costituiscono la piana della Spezia che tra Viale San Bartolomeo e l'attuale linea di costa sono nel tempo stati ricoperti per la loro totalità per uno spessore variabile tra i 3 e i 15 metri da terreno di riporto eterogeneo di natura antropica messo in posto durante la realizzazione dei vari terminal e cantieri navali presenti che si affacciano sul golfo.

I depositi di origine naturale marina e continentale sono costituiti da strati di terreno caratterizzati dalla presenza di ghiaia, sabbia, limo e argilla in percentuali differenti tra zona e zona con variazioni sia in senso verticale che orizzontale che rendono la situazione geologica ed idrogeologica molto varia e complessa, mentre il terreno di riporto è solitamente costituito da sabbia, ghiaia e clasti di varia natura e pezzatura.

Invece gli alti morfologici che delimitano la piana della Spezia in questa zona, dal rilevamento geologico abbinato alla cartografia ufficiale e ai sondaggi geognostici e geotecnici eseguiti in zone limitrofe a quella di intervento, evidenziano prevalentemente litologie attribuibili alla Formazione delle "*Quarziti e Filladi*" (Carnico) dell'Unità di Massa – Gruppo del Verrucano, caratterizzata da "Quarziti grigio-rosate ben stratificate; in particolare, sulle colline affiorano strati centimetrici di quarziti fittamente fratturati e debolmente dislocati da piccole fratture e faglie. Le quarziti sono spesso ricoperte da qualche decimetro di terreno di alterazione.

Oltre alle Quarziti, è possibile notare la presenza di depositi detritici compatti, monogenici e con spessori rilevanti (anche 50 m). Tutti i clasti presenti all'interno dei suddetti depositi, di dimensioni prevalentemente centimetriche, sono riferibili alla formazione delle Quarziti, la matrice fine è prevalentemente sabbiosa e/o limosa. L'origine di questi depositi si ritiene sia legata all'intensa tettonizzazione dell'area.

Dagli affioramenti rilevati lungo la strada per Pitelli è stato possibile ricostruire l'andamento principale della formazione, nonostante la forte alterazione e l'intensa fratturazione superficiale, che risulta essere a reggipoggio con inclinazione degli strati di 35-45° rispetto all'orizzontale.

3.2) IDROGEOLOGIA e GEOMORFOLOGIA

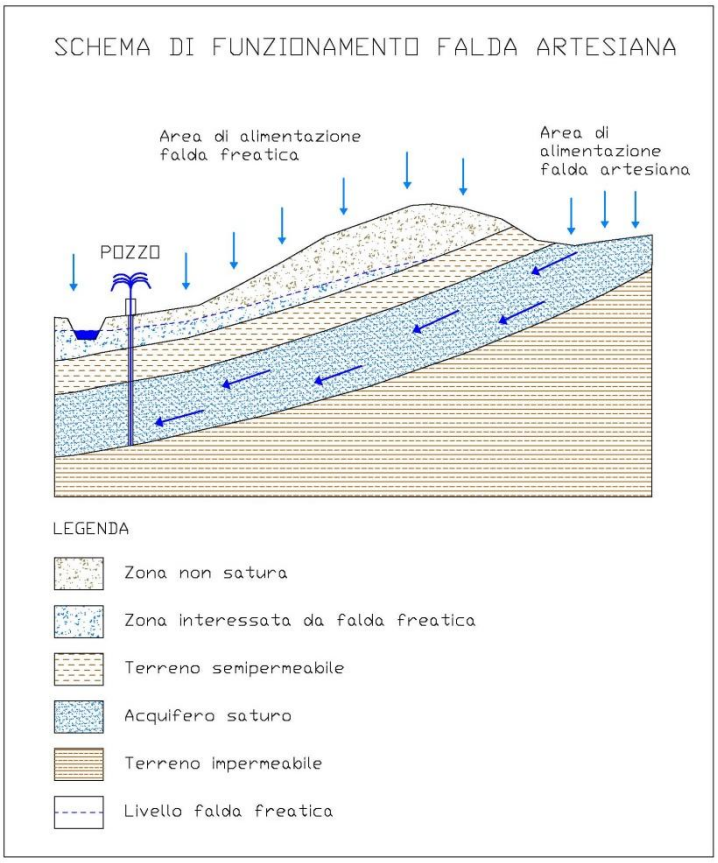
L'area interessata da tutto il cantiere risulta nel suo complesso ricoperta da uno strato di asfalto continuo praticamente impermeabile che ricopre del terreno di riporto eterogeneo a permeabilità variabile da media a medio-bassa per porosità, al di sotto di questo primo strato di natura antropica, nella zona di interesse (cioè la parte più verso terra del cantiere), si ritrova un deposito marino naturale costituito da sabbia limosa e torba da considerarsi a permeabilità media per porosità.

Sugli alti morfologici che circondano l'area è presente invece, come già detto nel precedente paragrafo, la formazione delle Quarziti che risulta nel complesso poco permeabile; la circolazione idrica è infatti limitata ai banconi arenacei ove le fratture presenti permettono alle acque di infiltrazione di muoversi a velocità apprezzabili, mentre gli strati marnosi e argilloscistosi separano le zone permeabili le une dalle altre.

Per questo motivo è possibile che si possano formare falde acquifere confinate all'interno dei suddetti banconi.

Più in profondità invece la circolazione idrica risulta minore sia per la diminuzione della sezione utile delle fratture, prodotta dal carico litostatico, sia per l'accumulo dei minerali argillosi prodotti dall' alterazione delle arenarie, che tendono ad occludere le aperture presenti.

Da evidenziare che una caratteristica tipica di queste zone all'interno del Golfo della Spezia è la presenza, al di sotto della falda freatica superficiale che ritroviamo sempre alla quota del livello medio marino, a profondità variabili da zona a zona, di falde idriche sotterranee (falde in pressione o confinate) dovute alla presenza in profondità, al di sotto dei depositi marini caratterizzati da alternanze di livelli limosi e sabbiosi a bassa permeabilità, di strati o lenti di terreni sabbiosi e/o ghiaiosi saturi a medio alta permeabilità che fanno da serbatoio e che hanno come bacino di alimentazione le colline che delimitano il golfo (vedi schema).



Tali falde in pressione generalmente non si manifestano in superficie proprio perché confinate in profondità, ma se ne viene a conoscenza solo nel momento in cui, ad esempio durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico, si attraversano con la perforazione gli strati impermeabili più superficiali creando così una via di sfogo alle acque più profonde.

Nello specifico nell'area di indagine non sono state ritrovate falde in pressione nei primi 15 metri di profondità da piano campagna, tuttavia durante le campagne geologiche per la realizzazione di Porto Lotti e del Terminal del Golfo e in fase di realizzazione di un consolidamento con micropali di un fabbricato all'interno dell'area di Mariperman tali falde sono state riscontrate così come durante il lavori per la realizzazione della Darsena Pagliari.

4) RELAZIONE SISMICA

4.1) CLASSIFICAZIONE SISMICA

La nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria inserisce il Comune della Spezia in zona sismica 3 con conseguente PGA = 0,15g (valore massimo o picco di accelerazione del suolo attesa).

Il D.M. 17-01-2018 "Nuovo Testo Unico per le Costruzioni" introduce le direttive relative ad una analisi sismica di prevenzione per le nuove opere edilizie ove compito del professionista è quello di fornire un modello geologico del sito in funzione della V_{S30} (velocità delle onde di taglio (Onde "s") dei primi 30 metri di terreno al di sotto del piano di fondazione) e della Vs equivalente.

Nel caso specifico il modello geologico è stato elaborato utilizzando informazioni riportate sulla Carta Geologica d'Italia (1:10.000) ed informazioni più di dettaglio derivanti dal rilevamento geologico di campagna, dai sondaggi e dalle prove penetrometriche realizzate in loco e da precedenti esperienze in aree limitrofe. Tali informazioni sono state integrate e validate da un'indagine sismica tipo MASW e da una prova HVSR, realizzate in prossimità del sondaggio S3.

La stratigrafia dell'area è caratterizzata, al di sotto del primo strato di terreno di riporto, dalla presenza di depositi marini, alluvionali e colluviali con caratteristiche geotecniche differenti tra strato e strato ma che nel complesso tendono a migliorare con la profondità così come tende a migliorare con la profondità anche il grado di compattezza dei materiali.

4.2) INDAGINE SISMICA HVSR – GENERALITA'

La presente tipologia d'indagine, definita "tecnica H.V.S.R." (Horizontal to Vertical Spectral Ratio Metodo di Nakamura), prevede la registrazione del rumore sismico ambientale o

microtremore. Questa tecnica è definita passiva, in quanto il “rumore” non è generato appositamente per l’indagine come ad esempio le energizzazioni per la sismica attiva.

Il rumore sismico ambientale è presente ovunque sulla superficie terrestre ed è generato sia dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento, temporali, vulcani, movimenti nel sottosuolo, etc) che dall’attività antropica (traffico veicolare, ferrovie, industrie, etc).

Le sollecitazioni in oggetto si propagano attraverso onde di superficie (onde di Love, onde di Rayleigh etc) che sono caratterizzate da una legge di attenuazione poco sensibile alla variazione della distanza.

In particolare queste sollecitazioni, giunte al bedrock presente sotto il sito di misura, subiscono anche diverse amplificazioni passando da un mezzo più rigido (strato molto addensato o consistente) ad un mezzo meno rigido (strato poco addensato o poco consistente). Le frequenze che, attraversando uno specifico strato, subiscono il fenomeno della risonanza e che vengono amplificate maggiormente, forniscono informazioni sullo spessore dello strato, che guida questo fenomeno.

L’importanza dell’amplificazione dipende invece dal contrasto di rigidità tra i due strati attraversati.

Inserendo i dati registrati su un diagramma H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali H e verticali V) ed interpretandone l'andamento è quindi possibile avere indicazioni sullo spessore degli strati e sui contrasti di rigidità, previa una corretta “pulizia” del segnale eliminando i disturbi dovuti a limitrofe sollecitazioni antropiche.

L'interpretazione di queste curve è tuttavia viziata dalla presenza di due incognite (spessore e velocità) per una sola equazione; per risolvere il problema è necessario procedere strato per strato e vincolare una di queste due incognite (grazie ad altri dati geologici o ad ipotesi di lavoro) per trovare l'altra; una volta risolto il primo strato, è possibile interpretare quelli sottostanti perché si conoscono, oltre alle frequenze, anche i fattori di amplificazione delle velocità.

Nell’ ipotesi di investigare coperture “soffici” al di sopra di un basamento sismico rigido, è possibile stabilire una relazione tra lo spessore dello strato “soffice” h, la velocità media delle Onde S (Vs) e la frequenza di risonanza fondamentale (f0) dello strato attraversato, avvalendosi della formula: f0=VS/4h.

Quindi ottenuto il valore f0 dalle misure effettuate, avendo a disposizione dati provenienti da indagini pregresse (ad esempio valore Vs), è possibile stimare lo spessore dello strato “soffice” h, oppure viceversa, conoscendo il dato h, si può risalire al valore di Vs medio dello strato.

La strumentazione di acquisizione utilizzata per la presente indagine è un prospettore sismico SARA “SR04 GeoBox" a 3 canali completo di geofono 3D da superficie, che presenta le seguenti specifiche:

- trasduttori tricomponenti (N-S, E-W, verticale) a bassa frequenza (2 Hz);
- amplificatori;
- digitalizzatore;
- frequenza di campionamento: 300 Hz;
- convertitore A/D (analogico digitale) a 24 bit;

Lo strumento di misura è stato orientato secondo le direzioni geografiche (E e W) ed è stata eseguita una registrazione della durata di circa 20 minuti, nella posizione indicata in allegato (vedi Ubicazione indagini).

4.2) ELABORAZIONE E RISULTATI DELL’INDAGINE HVSR

L’elaborazione dei dati raccolti impiega il software *winMASW Academy* in grado di consentire la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del progetto europeo SESAME (*Site effects assessment using ambient excitations, 2005*).

Il processing dei dati verte sul rapporto spettrale tra il segnale del sensore verticale e quelli orizzontali operando su finestre di selezione del segnale.

In fase di elaborazione vengono seguite le seguenti operazioni:

1. la registrazione viene suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,
2. per ogni segmento viene eseguita un’analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
3. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
4. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

La risultante di questa prova, dopo l’elaborazione, è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto spettale fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione delle frequenza di vibrazione, infatti le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alla frequenza di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura.

Per verificare la significatività della curva e dei picchi H/V è stato fatto riferimento ai criteri SESAME pertanto viene riportata la check-list seguita.

Dataset: MT_20190409_130814.SAF

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

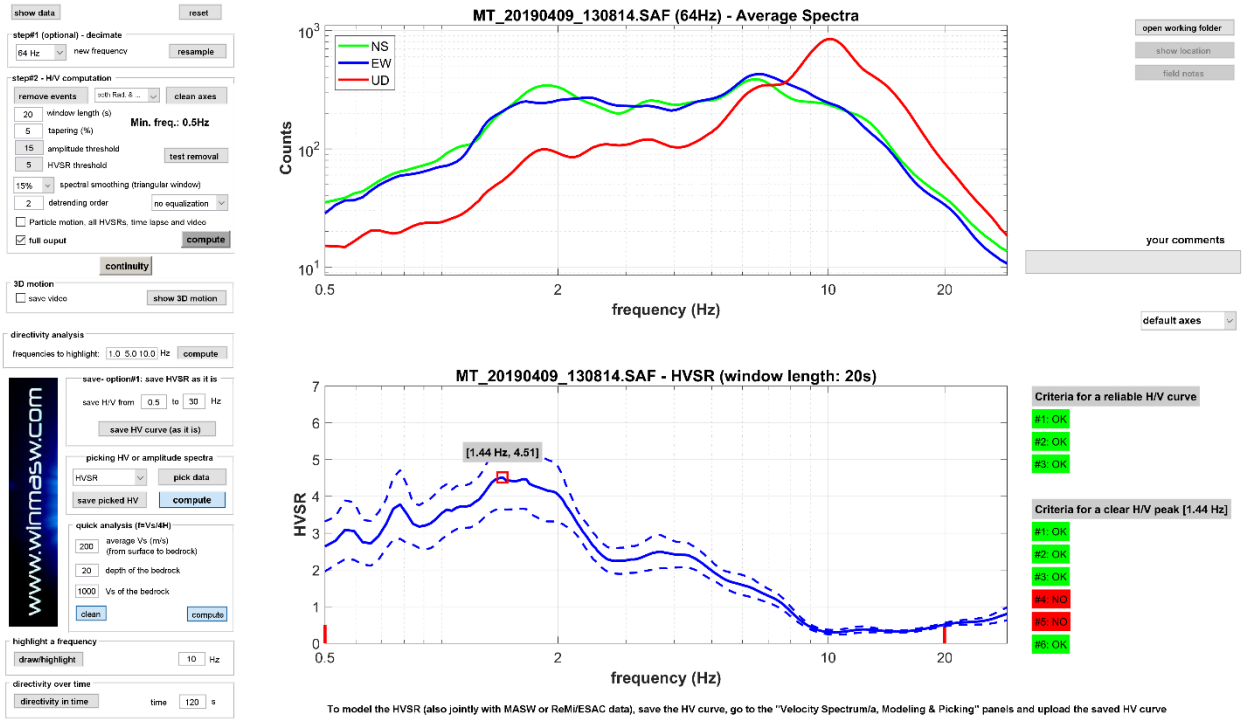
Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 10.0

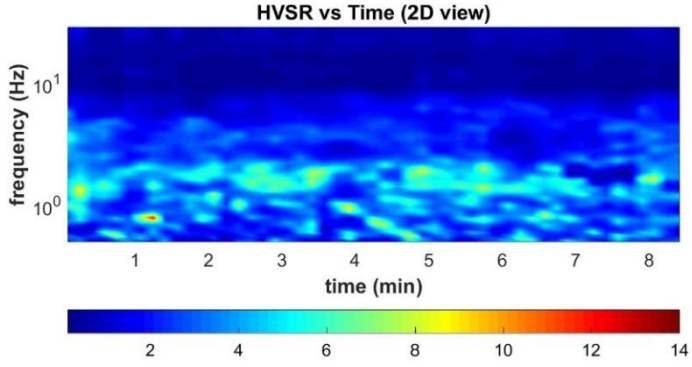
Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

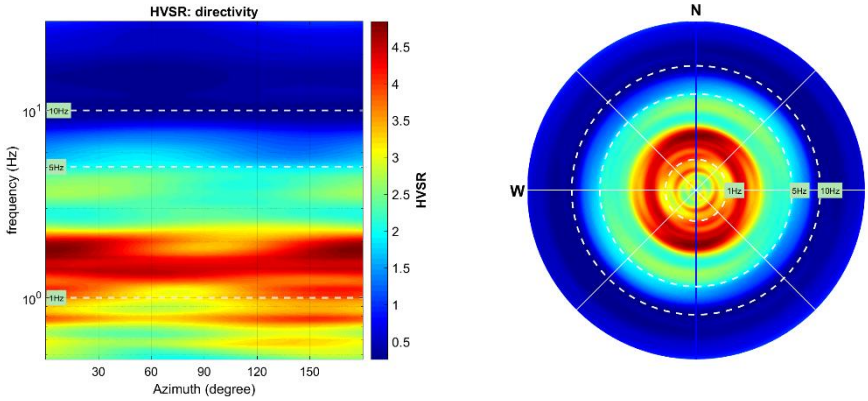
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



PERSISTENZA H/V



DIREZIONALITA' H/V



Di seguito i risultati considerando i dati nell'intervallo di frequenza 0.5-20.0Hz

Peak frequency (Hz): 1.4

Peak HVSR value: 4.5

Criteri per una curva H / V affidabile

#1. [f0 > 10/Lw]: 1.439 > 0.5 (OK)

#2. [nc > 200]: 1468 > 200 (OK)

#3. [f0>0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

Criteri per un picco H / V chiaro (almeno 5 devono essere soddisfatti)

#1. [exists f- in the range [f0/4, f0] | AH/V(f-) < A0/2]: yes, at frequency 0.4Hz (OK)

#2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] | AH/V(f+) < A0/2]: yes, at frequency 2.8Hz (OK)

#3. [A0 > 2]: 4.5 > 2 (OK)

#4. [fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (NO)

#5. [sigmaf < epsilon(f0)]: 0.447 > 0.144 (NO)

#6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 1.354 < 1.78 (OK)

4.3) INDAGINE SISMICA MASW – GENERALITA'

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale.

Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro.

Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (eseguita tramite l'analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale.

L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta "**curva di dispersione**", che associa ad ogni frequenza rilevata la velocità di propagazione delle onde; tale curva è estrapolabile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

Profondità di indagine

La profondità di indagine è funzione dell'apertura dello stendimento, in quanto da questa dipende la massima lunghezza d'onda osservabile, con un array sismico lungo L è possibile vedere onde che hanno λ=4L. Tuttavia a causa del moto con cui la componente verticale dell'onda di Rayleigh si propaga, il massimo spostamento di terreno si verifica ad una profondità paria a λ/2,5, ne consegue che la massima profondità di indagine dato uno stendimento lungo L è ricavabile tramite la formula

$$z = \frac{4L}{2.5}$$

Inoltre, piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare le zone più superficiali di terreno mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Dati generali della prova

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico Ambrogeo Echo 24/2002 a 16 bit, collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz in configurazione ZVF per acquisire la componente verticale dell'onda di Rayleigh.

N. geofoni: 24
Interdistanza geofoni: 1,5 m
Sorgente: mazza battente da 10,0 Kg



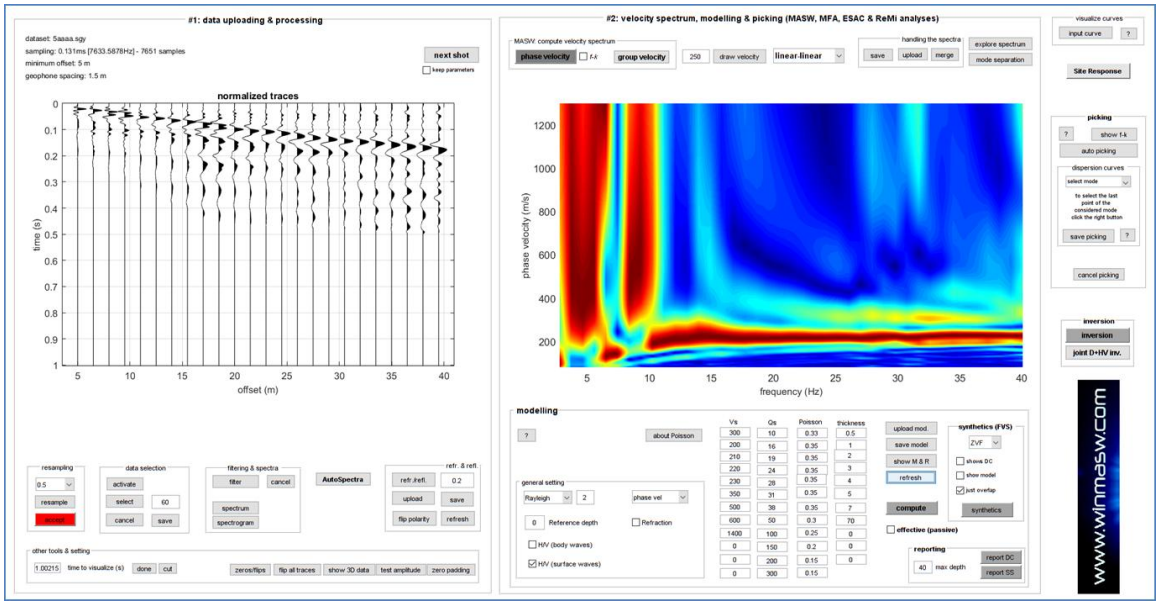
Indagine sismica MASW

4.3) ELABORAZIONE CONGIUNTA DEI DATI MASW E HVSR

Utilizzando il software *winMASW Academy* è stata realizzata l'elaborazione congiunta dei dati provenienti da entrambe le prove sismiche realizzate. L'approccio misto di tecniche in array e tecniche a stazione singola si rivela ideale in quanto la prova MASW fornisce il vincolo per l'interpretazione della prova H/V e proprio quest'ultima permette di ottenere profili di Vs fino a profondità maggiori di quelle raggiungibili dalla sola prova in array.

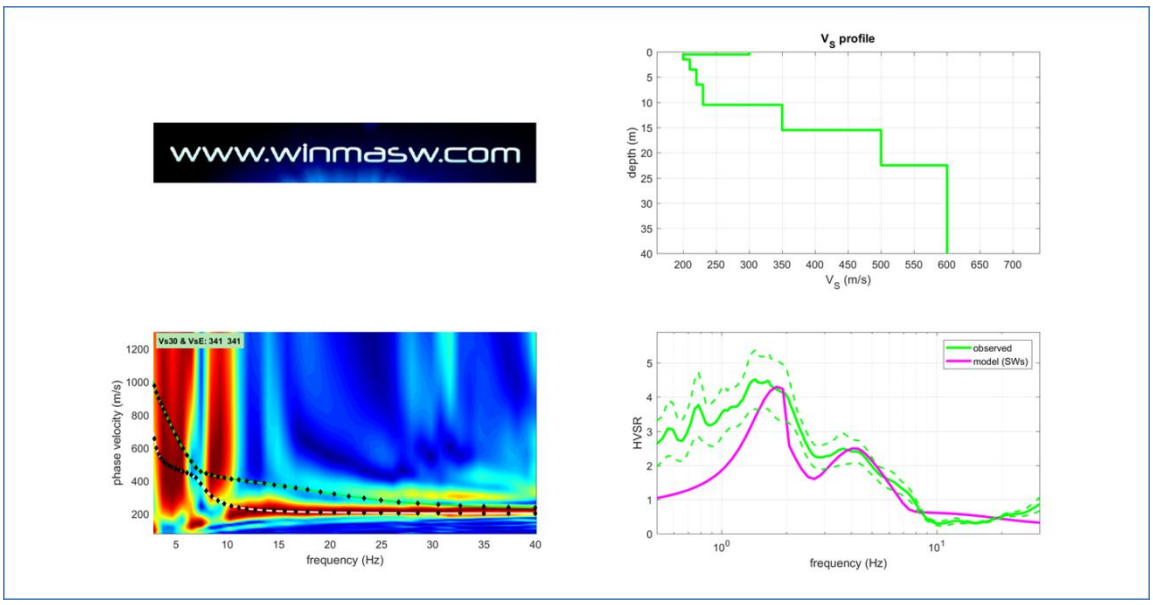
L'elaborazione dei dati si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. calcolo dello spettro di velocità (che rappresenta, in scala colorimetrica, le ampiezze delle onde in funzione della velocità di fase e della frequenza);
2. identificazione della curva di dispersione;
3. modellazione congiunta considerando la dispersione delle onde di Rayleigh (da prova MASW) e rapporto spettrale H/V (da prova HVSR).



Sulla sinistra del grafico sopra riportato le tracce sismiche relative alla componenti ZVF e sulla destra i relativi spettri di velocità.

Nella figura sotto sono proposti sulla sinistra gli spettri di velocità relativi alla componenti ZVF con in sovrapposizione le curve di dispersione per l'onda di Rayleigh; Sulla destra in basso in verde le misure HVSR effettuate in sito e in magenta la curva HVSR modellata tramite ellitticità delle onde di superficie (Lunedei & Albarello, 2009); in alto il modello di velocità usato per la modellazione.



Modello medio

Vs (m/s): 300, 200, 210, 220, 230, 350, 500, 600, 1400

Spessori (m): 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0, 70.0

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	300	0.5000	0.5000
2	200	1	1.5000
3	210	2	3.5000
4	220	3	6.5000
5	230	4	10.5000
6	350	5	15.5000
7	500	7	22.5000
8	600	70	92.5000
9	1400	0	0

<u>Valori approsimati di Vp e modulo di Poisson</u>

Vp (m/s): 596 416 437 458 479 729 1041 1122 2425

Vs30 (m/s) da piano campagna: **341**

Vs eq (m/s) da piano campagna: 341

Fino all'entrata in vigore delle NTC 2018 veniva definito il parametro Vs30, cioè la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità. A oggi, secondo quanto previsto dalle NTC 2018 la nuova classificazione del sottosuolo (per le categorie B, C, D e E) si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della **velocità equivalente** di propagazione delle onde di taglio, Vs eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

Per i depositi, come nel caso esaminato, con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs eq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente equazione e dunque considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

A seguito di quanto sopra si è potuto classificare il profilo del terreno di fondazione nelle categorie previste dal D.M. 17-01-2018 "Nuovo Testo Unico per le Costruzioni"; (vedi tabella riportata di seguito) come PROFILO C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori ai 30 metri, 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.*

TABELLA CLASSIFICAZIONE TIPOLOGIA DI SUOLO (D.M. 17-01-2018)

SUOLO DI FONDAZIONE	V_{S30}
A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m	>800 m/s
B Rocce tenere e depositi di terreno a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s	>360 m/s <800 m/s
C **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori ai 30 metri, 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**	**>180 m/s <360 m/s**
D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori ai 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s)	>100 m/s<180 m/s
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 metri	>100 m/s<360 m/s

4.4) PARAMETRI SISMICI DI BASE

Sempre in accordo con il D.M. 17/01/2018, la pericolosità sismica di base, riferita al punto di riferimento in esame (WGS84 Lat. 44,1001854, Long. 9,8586102) ed al T_R (compreso fra 30 e 975 anni) è stata ottenuta utilizzando il software Geostru PS che permette di ricavare i seguenti parametri sismici:

- $\mathbf{a_g}$ (accelerazione orizzontale massima al sito),
- $\mathbf{F_o}$ (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale),
- $\mathbf{T_c^*}$ (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale),

necessari alla definizione delle forme spettrali per il sito oggetto di studio in relazione agli Stati Limite: di Esercizio **SLO** (stato limite di operatività), di Danno **SLD** (Stato Limite di Danno) e Ultimi **SLV** (stato di salvaguardia della Vita) **SLC** (Stato limite di prevenzione del Collasso):

Tr	Ag	Fo	Tc*
30 (SLO)	0.040	2.536	0.223
50 (SLD)	0.050	2.520	0.244
475 (SLV)	0.121	2.404	0.291
975 (SLC)	0.157	2.379	0.298

Considerata la morfologia del terreno sul quale insiste l'area di studio, la sua categoria topografica di appartenenza è:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante pendii e rilievi isolati con inclinazione media i < 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media > 30°

A tale categoria è associato il seguente coefficiente di amplificazione topografica ST:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	ST
T1	----	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

In allegato si riporta il report completo fornito dal software comprensivo dei coefficienti sismici in accordo alle NTC 2018.

4.5) VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende la perdita della resistenza al taglio dello stesso, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano i depositi saturi e prevalentemente sabbiosi e dipendono dai seguenti fattori:

- proprietà geotecniche dei terreni (indice dei vuoti, composizione granulometrica);
- caratteristiche del sisma (intensità e durata);
- genesi e storia geologica dei terreni (età e deformazioni pregresse).

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto alla sola pressione litostatica dovuta al peso degli strati sovrastanti (in campo libero e con superficie piana). Durante un terremoto invece vengono indotte delle sollecitazioni di taglio cicliche, dovute alla propagazione delle onde sismiche. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali: se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento (quindi in assenza di una via di drenaggio), si possono generare fenomeni di liquefazione.

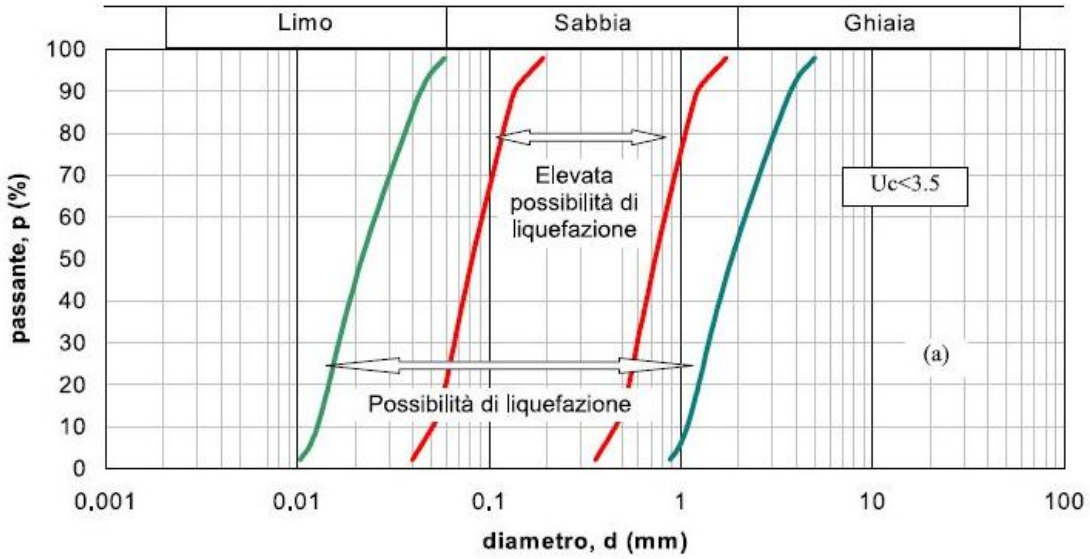
In accordo con le NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando **si verifica almeno una delle seguenti circostanze**:

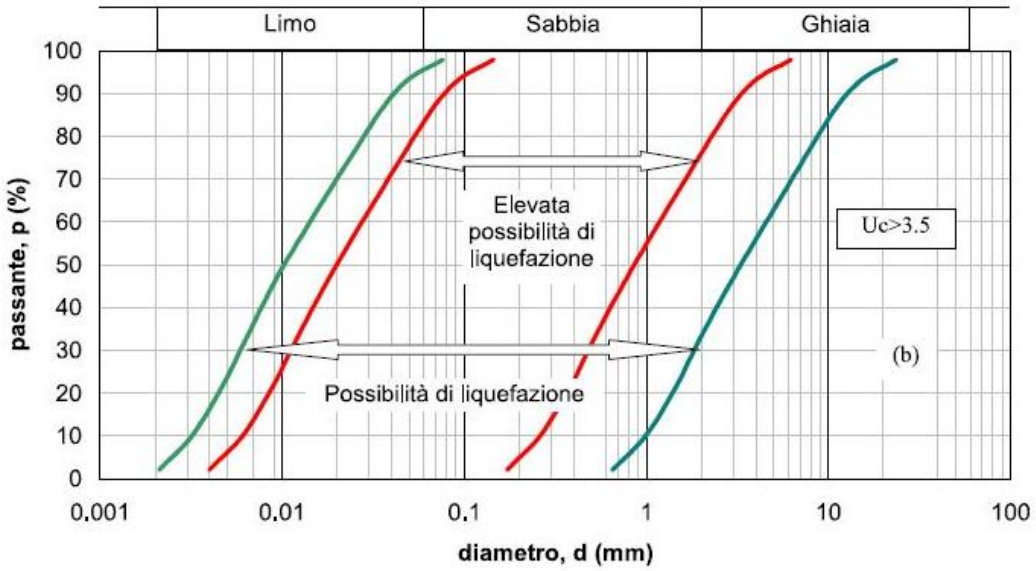
Punto 1 accelerazioni massime attese al piano campagna (PGA) in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1*g*;

Punto 2 profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

Punto 3 depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

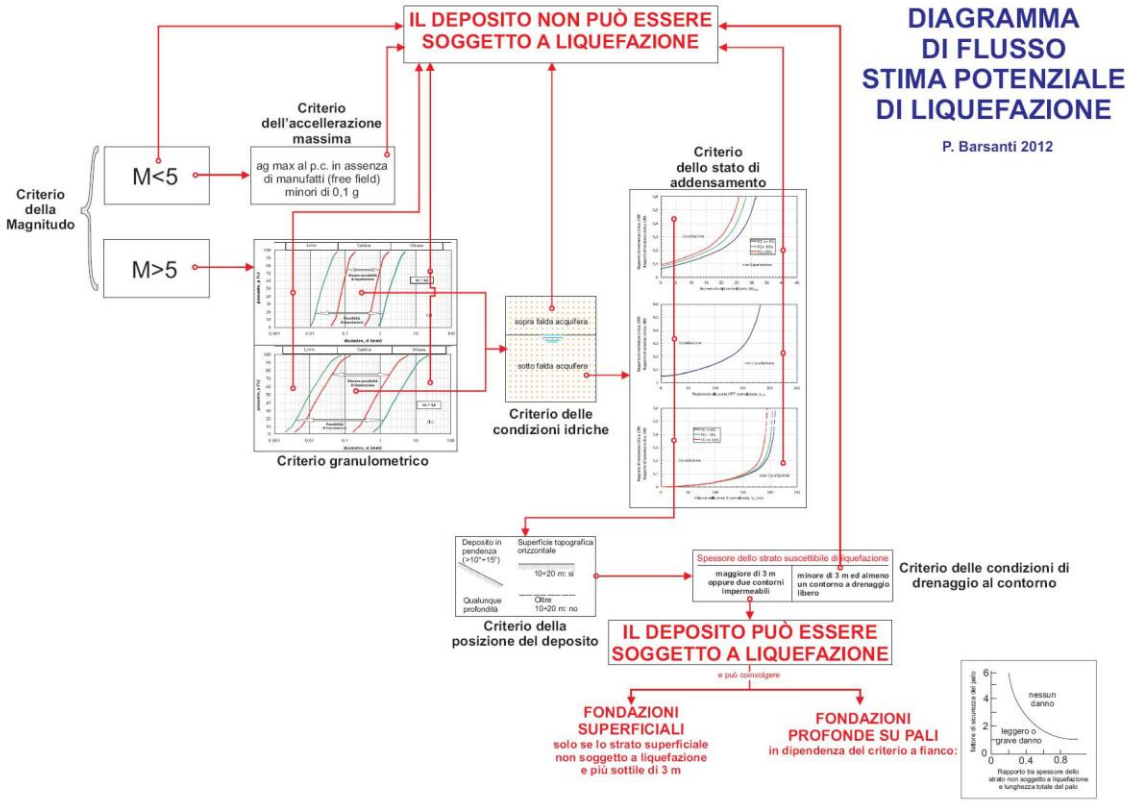
Punto 4 distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nel grafico (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ con Uc (indice di conformità) = D60/D10 con D60 (diam. dei granuli corrispondente al 60% di passante) e D10 (diam. dei granuli corrispondente al 10% di passante).





Analizzando punto per punto quanto sopra per ogni strato individuato sul sondaggio S3, l'unico strato che presenta possibilità di liquefazione è quello che si ritrova in tutte le prove al di sotto del terreno di riporto superficiale costituito da sabbia debolmente limosa con resti vegetali (in seguito STRATO 2) in quanto, come visibile nei certificati di laboratorio relativi alle curve granulometriche, ove per ciascun grafico sono stati inseriti i suddetti fusi, la composizione granulometrica ricade all'interno dei fusi limite validi per un coefficiente di uniformità (Uc = D_{60}/D_{10}) maggiore di 3.5 (grafico (b) sopra riportato).

Pertanto per quanto riguarda lo STRATO 2 è stata eseguita la verifica alla liquefazione facendo riferimento alla procedura per la stima del potenziale di liquefazione proposta da Barsanti (2012) il cui diagramma di flusso è riportato qui di seguito.



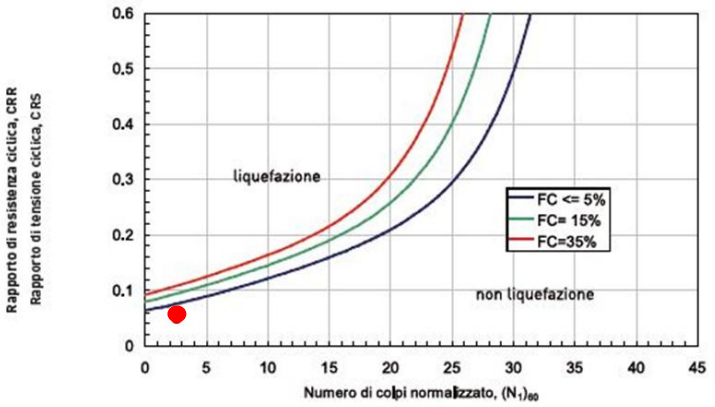
Alla luce del diagramma sopra riportato si formulano le seguenti considerazioni: noto che la magnitudo massima attesa (Mw) presso l'area sismogenetica 916, mappa delle Zone Sismogenetiche ZS9 Versilia-Chianti (Gruppo di lavoro, 2004), è superiore a 5, si procede con la verifica del criterio granulometrico. Quest'ultima non essendo soddisfatta in quanto la curva granulometrica rientra all'interno dei fusi limite, noto che la falda è posizionata a meno di due metri di profondità da piano campagna, la verifica alla liquefazione si è protratta valutando il criterio dello stato di addensamento utilizzando il valore normalizzato del numero di colpi di S.P.T. derivanti dalle prove eseguite su detto strato.

Nello specifico dal momento che:

- CN è pari a 1,5 (il valore non deve superare 1,7);
- la percentuale di sedimento fine è compresa tra il 15% e il 35% (curva di riferimento nel grafico sotto riportato di colore verde);
- il numero di colpi normalizzato $N1_{60}$ risulta pari a 1,8;
- $CRR_{N1,60}$ (Rapporto di resistenza ciclica) calcolato con la formula esposta sotto è pari a 0.06;

Noto il valore di CRR $$CRR_{N1,60} = \exp\left\{\frac{N1,60}{14.1} + \left(\frac{N1,60}{126}\right)^2 + \left(\frac{N1,60}{23.6}\right)^3 + \left(\frac{N1,60}{25.4}\right)^4 - 2.8\right\}$$ e di $N1_{60}$ l'intersezione ricade

nella parte inferiore del grafico (vedi punto rosso nel grafico sotto), quindi il deposito in analisi **non è soggetto** a liquefazione.



$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N C_E C_B C_R C_S$$

dove:

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v}\right)^{0.784 - 0.0768\sqrt{(N_1)_{60}}}$$

C_N non deve superare il valore di 1,7

p_a (pressione atmosferica ≡ 100 kPa) e σ'_v sono espresse nelle stesse unità di misura

$C_E C_B C_R C_S \approx 1$

5) RELAZIONE GEOTECNICA

5.1) INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Le indagini eseguite per fornire ai Progettisti tutte le informazioni di carattere geologico, geotecnico e sismico a cui far riferimento per il dimensionamento delle opere da realizzare sono consistite in:

1) Esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità massima di 15 metri dal piano campagna ubicato come da planimetria riportata in allegato;
2) Esecuzione di prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) nel sondaggio realizzato in tutti i livelli di terreno riconosciuti;
3) Esecuzione di analisi geotecniche di laboratorio sul campione indisturbato prelevato nel secondo strato del sondaggio realizzato;
4) Esecuzione di n. 5 prove penetrometriche dinamiche DPSH ubicate come da planimetria allegata;
5) Esecuzione di n 1 prova sismica tipo MASW;
6) Esecuzione di n 1 prova sismica tipo HVSR.

5.2) DESCRIZIONE SONDAGGIO

Il sondaggio è stato eseguito con sonda COMACCHIO modello T450; la perforazione è stata condotta a rotazione a secco, in avanzamento rispetto al rivestimento provvisorio, con carotiere semplice del diametro di 116 o 101 mm, utilizzando corone al Widiam o al diamante e colonna di rivestimento del diametro di 140 mm.

Nel sondaggio, in relazione alla litologia e a quanto richiesto dai Progettisti, sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test) e prelevati campioni indisturbati per una corretta determinazione dei parametri geotecnici dei vari livelli attraversati (angolo di attrito interno, coesione ecc.).

Le prove penetrometriche in foro S.P.T. sono state eseguite con campionatore tipo Raymond a punta aperta/chiusa a seconda della tipologia dei terreni da indagare e dispositivo di sollevamento automatico del maglio controllando, prima dell'inizio di ciascuna prova la quota precisa di fondo foro per verificare che l'inizio della prova stessa corrispondesse alla quota raggiunta precedentemente con il carotaggio.

Il prelievo di campioni indisturbati è stato eseguito con campionatore a pareti sottili tipo shelby o Osterberg a seconda della tipologia di terreno; i campioni, una volta prelevati, sono stati sigillati con paraffina, classificati e portati in laboratorio per essere analizzati.

Tutto il terreno estratto è stato messo in apposite cassette catalogatrici opportunamente numerate sulle quali sono state segnate tutte le quote di riferimento del sondaggio e quindi sono state fotografate.

Nella stratigrafia relativa al sondaggio, riportata in allegato, sono indicate le quote relative ad ogni livello litologico e sono evidenziati i rispettivi spessori di ciascuno strato per consentire una più rapida e precisa lettura delle suddette tabelle riassuntive; inoltre sono anche indicate tutte le caratteristiche del sondaggio, quali:

- Tipo di perforazione;
- Tipo di rivestimento;
- Tipo di punta utilizzata;
- Tipo di carotiere utilizzato;
- Prove in sito;
- Caratteristiche delle prove realizzate;
- Elaborazione prove penetrometriche S.P.T.
- Principali caratteristiche geotecniche ricavate dall'analisi dei campioni indisturbati; (da aggiornare alla consegna dei risultati di laboratorio)
- Descrizione litologica.

La stratigrafia relativa al sondaggio eseguito è riportata come allegato al termine delle relazione.

5.3) DESCRIZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI TIPO DPSH

Le prove penetrometriche dinamiche DPSH sono prove geotecniche puntuali e consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio.

Tale asta è prolungabile tramite una batteria di aste di diametro di 36 mm le quali possono scorrere all'interno ed in modo alternato ad un rivestimento esterno, anch'esso in acciaio, avente un diametro di 48 mm.

L'energia di infissione è fornita da un maglio del peso di 63,5 kg che, battendo a caduta libera sulle aste, cade da un'altezza costante pari a 75,0 cm, per mezzo di un dispositivo di sganciamento automatico, compiendo per ogni battuta un lavoro specifico pari a 234 kj/m^2. Nel corso della prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di 20 cm della punta ed alternativamente del rivestimento. La resistenza del terreno dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche nel quale esso si trova allo stato naturale e pertanto per terreni incoerenti dipende prevalentemente dallo stato di addensamento dei granuli, mentre per terreni coesivi dipende dal contenuto di umidità naturale.

Le informazioni fornite dalle prove penetrometriche dinamiche DPSH sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione. Il campo di utilizzazione è molto vasto, potendo essere eseguita praticamente in tutti i tipi di terreno e fornendo una valutazione qualitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati.

Si sottolinea che per realizzare le prove penetrometriche in ogni punto di indagine è stato realizzato un perforo per superare lo strato superficiale di asfalto e cemento, nonché i primi decimetri di terreno di riporto, dove si potrebbero incontrare dei grossi clasti che potrebbero portare a rifiuto la prova.

5.4) RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA CON PARAMETRI GEOTECNICI

Per la determinazione dei parametri geotecnici necessari ai Progettisti per il dimensionamento delle opere nel sondaggio eseguito sono state effettuate le seguenti prove in sito e prelevati i seguenti campioni indisturbati su cui effettuare le analisi di laboratorio:

SONDAGGIO S1 (profondità 15 mt): N. 3 prove S.P.T., N. 1 campione indisturbato.

A causa della presenza di clasti all'interno della maggior parte dei terreni incontrati non è stato possibile prelevare un maggior numero di campioni indisturbati, tuttavia si è comunque cercato di caratterizzare tutti i livelli tramite l'esecuzione prove penetrometriche S.P.T., inoltre anche considerando i risultati delle cinque prove penetrometriche realizzate su tutta l'area di progetto.

Dall'analisi della stratigrafia, dall'elaborazione delle prove penetrometriche S.P.T. eseguite, dall'esame delle prove geotecniche di laboratorio e delle prove penetrometriche DPSH, è stato possibile racchiudere i vari livelli stratigrafici riconosciuti nel sottosuolo in *3 STRATI* principali a caratteristiche geotecniche e granulometriche differenti tra loro.

Si fa presente che tutte le elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. sono state volutamente eseguite con una formula che, su tutti i terreni non francamente argillosi, fornisce solo il valore dell'angolo di attrito interno che si ritiene più idoneo da utilizzare per il dimensionamento delle opere in progetto; tuttavia nelle stratigrafie e nelle tabelle riassuntive delle prove penetrometriche riportate in allegato al presente documento sono indicati anche i numeri di colpi di ciascuna prova nel caso in cui i Progettisti volessero utilizzare altre formule ritenute più idonee.

I valori di ϕ riportati in relazione e nelle tabelle sono stati ricavati utilizzando la formula di "Hatanaka & Uchida", mentre I Moduli di Elasticità di tutti gli strati riconosciuti, sono stati ripresi dalla bibliografia da una tabella (vedi sotto) riportata nel libro "Fondazioni progetto e analisi" di Joseph E. Bowles pubblicato da McGraw-Hill per tutti i terreni in cui non è stato possibile prelevare campioni indisturbati, in questo caso invece i valori sono stati ricavati dalle prove triassiali CU (STRATO 2) oppure dall'elaborazione delle prove penetrometriche DPSH realizzate nell'areale, mentre tutti gli altri parametri geotecnici riportati nel presente elaborato provengono dalle prove di laboratorio o dall'elaborazione delle prove penetrometriche, S.P.T. (realizzate nel foro di sondaggio) o DPSH.

	E_s	
Terreno	**ksf**	**MPa**
Argilla		
Molto molle	50-250	2-15
Molle	100-500	5-25
Media	300-1000	15-50
Dura	1000-2000	50-100
Sabbiosa	500-5000	25-250
Detrito glaciale		
Sciolto	200-3200	10-150
Compatto	3000-15 000	150-720
Molto compatto	10 000-30 000	500-1440
Loess	300-1200	15-60
Sabbia		
Limosa	150-450	5-20
Sciolta	200-500	10-25
Compatta	1000-1700	50-80
Sabbia e ghiaia in miscuglio		
Sciolte	1000-3000	50-150
Compatte	2000-4000	100-200
Argilloscisto	3000-300 000	150-5000
Limo	40-400	2-20

STRATO 1 *(Terreno di riporto)*

Terreno di riporto eterogeneo costituito da ghiaia grossolana con sabbia e ciottoli, resti di mattoni e altro; è il livello più superficiale presente al di sotto del manto di asfalto superficiale dell'attuale cantiere all'interno del quale, non essendo stato possibile prelevare campioni indisturbati, per determinarne le caratteristiche geotecniche principali sono state considerate le prove penetrometriche dinamiche realizzate. Dall'elaborazione delle prove si evince che lo strato ha valore di angolo di attrito interno medio pari a 24 gradi valore più cautelativo), il peso di volume naturale è da considerarsi di 18 kN/mc e il modulo di elasticità E_s stimabile in 4 MPa (valore ricavato da prove penetrometriche DPSH). Lo spessore di questo strato di terreno di riporto in tutta l'area di indagine è variabile tra i 2,8 e 3,4 metri.

STRATO 2

E' lo strato naturale più superficiale di sedimenti marini costituito principalmente da sabbia con una debole quantità di limo, lo spessore è variabile tra i 4,0 metri, nelle zone indagate più verso a mare, a circa 2 metri nelle zone verso terra, denotando un assottigliamento di detto strato verso nord-est.

Le caratteristiche geotecniche di questo strato superficiale sono scadenti, con angolo di attrito interno ricavato da S.P.T. e da DPSH pari a 20 gradi mentre se si fa riferimento alla prova triassiale CU eseguita sul campione indisturbato prelevato a 4,5 metri di profondità nel sondaggio S3 l'angolo di attrito risulta di 31,0 gradi e la coesione di 3,3 KPa.

Sul campione sono state effettuate le seguenti prove di laboratorio:

- Descrizione campione;
- Classificazione;
- Analisi granulometrica completa;
- Limiti di Atterberg (escluso limite plastico);
- Prova triassiale CU.

Riassumendo, a nostro parere, in base alla nostra esperienza e mediando i valori ricavati dall'elaborazione delle prove penetrometriche e le analisi di laboratorio, le principali caratteristiche geotecniche medie a cui far riferimento durante la progettazione per quanto riguarda i sedimenti marini superficiali allo stato naturale sono le seguenti:

- Angolo di attrito interno 24 gradi;
- Coesione 3 Kpa;
- Peso di volume naturale 17,5 kN/mc;
- Modulo elastico 2 MPa (valore ricavato da prove penetrometriche DPSH).

STRATO 3

E' lo strato più profondo ed è costituito da limo con sabbia con argilla e clasti in basse percentuali variabili da zona a zona, il colore dello strato è variabile dal nocciola fino al rossiccio con striature grigie. Questo strato di base ha uno spessore di 10 metri e oltre, lo si ritrova tra i 7.2 metri fino oltre i 15 metri di profondità (quota alla quale è terminato il sondaggio).

Questo strato è stato indagato con n. 2 prove S.P.T. e con le prove penetrometriche DPSH.

Dall'elaborazione delle prove penetrometriche DPSH eseguite è possibile attribuire a questo strato un angolo di attrito interno medio pari a 33 gradi, mentre dall'analisi delle prove S.P.T l'angolo di attrito è pari a 38 gradi.

Da quanto emerso dalle prove DPSH abbinate alle prove S.P.T., le caratteristiche geotecniche di questo strato a cui far riferimento nella progettazione, mediando quanto ottenuto da tutte le prove eseguite tra i 7,2 e i 12 metri di profondità sono le seguenti:

- Angolo di attrito interno 35 gradi;
- Coesione 0,0 Kpa;
- Peso di volume naturale 19 kN/mc;
- Modulo elastico 13 MPa (valore ricavato da prove penetrometriche DPSH).

6) CONCLUSIONI

L'area oggetto di questa relazione è la porzione verso terra dell'attuale Cantiere Ferretti; il progetto prevede la ristrutturazione di un fabbricato esistente (attualmente ad uso uffici) e la realizzazione di un nuovo fabbricato nella zona di nord-est del cantiere.

L'indagine è stata svolta con l'intento di fornire ai Progettisti tutti i parametri geotecnici necessari al dimensionamento delle opere suddette, ed ha previsto la realizzazione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 15 metri con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test), n. 5 prove penetrometriche dinamiche DPSH e la realizzazione di n. 1 prova sismica di tipo MASW e n. 1 prova sismica HVSR.

Dalla ricostruzione stratigrafica e geotecnica è emersa una situazione piuttosto regolare sotto tutta l'area, anche se con ritrovamenti dei vari livelli a quote di poco differenti e con potenze variabili, si osserva pertanto che lo STRATO 2 nelle zone più verso terra si rinviene con spessori minori, di media attorno ai 2 metri, contro i circa 4 metri di spessore che lo stesso strato presenta più verso mare all'interno del sondaggio S3. Tale conclusione è ben

riscontrabile all'interno della sezione geologica e geologico tecnica B-B' riportata in allegato alla presenta relazione.

Le caratteristiche geotecniche principali dei vari STRATI sono riassunte nel capitolo precedente, nella stratigrafia relativa al sondaggio e all'interno delle sezioni realizzate alle quali si rimanda, mentre qui di seguito vengono elencate quelle che, alla luce di tutti i risultati ottenuti con le indagini geognostiche e sismiche, sono le problematiche geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche riconosciute a cui far riferimento durante la progettazione.

1) Ritrovamento dei vari strati di terreno a profondità variabili tra una zona e l'altra all'interno dell'area studiata (vedi sezioni geologiche e geotecniche interpretative riportate in allegato);
2) Ritrovamento dello strato più profondo (STRATO 3) a profondità variabili, comprese tra i 4,8 e 5,2 metri nelle zone più verso terra del cantiere e i 7 m nella zona investigata più a mare;
3) Disomogeneità di spessore dei vari strati di terreno tra una zona e l'altra all'interno dell'area studiata (vedi sezione geologica e geotecnica interpretativa riportata in allegato), lo STRATO 2 presenta spessore maggiore nelle zone verso mare e si assottiglia nelle zone più prossime a Viale San Bartolomeo, tale differenza di spessore è da tenere in considerazione qualora i Progettisti dovessero optare per opere di fondazione superficiali le quali, se non opportunamente dimensionate, potrebbero determinare dei cedimenti differenziali della struttura. Inoltre si sottolinea che lo STRATO 2 possiede caratteristiche geotecniche scadenti.
4) La categoria di suolo di fondazione a seguito dell'indagine sismica è risultata essere la categoria C "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori ai 30 metri, 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*";
5) Tutti i terreni al di sotto del livello medio marino (-2 metri da P.C.) sono sotto falda e quindi saturi;
6) Tutti i terreni ritrovati durante la realizzazione del sondaggio non sono soggetti a fenomeni di liquefazione in caso di sisma;
7) Nel caso in cui si optasse per fondazioni profonde (pali, micropali o altro) si fa notare che in profondità potrebbero essere presenti falde artesiane in pressione all'interno dello STRATO 3 o più in profondità; tali falde potrebbero rendere difficoltosa la fase di realizzazione degli stessi.

Per una più dettagliata interpretazione di quanto descritto in relazione si rimanda anche alla consultazione delle stratigrafie relative a ciascun sondaggio, alle tabelle e ai grafici delle prove

penetrometriche DPSH, alla sezione geologica e geotecnica interpretativa della situazione generale di tutta l'area di progetto oltre ai certificati di laboratorio relativi alle analisi fatte su tutti i campioni indisturbati.

Nel rispetto di quanto esposto nella presente relazione geologica, sismica e geologico tecnica che riassume quanto emerso dalle indagini geognostiche eseguite, le opere in progetto appaiono realizzabili, dimensionabili e compatibili con la situazione geologica, idrogeologica, sismica e geotecnica riscontrata.

La Spezia 9 Luglio 2020





ALLEGATI:

1) UBICAZIONE INDAGINI
2) STRATIGRAFIA SONDAGGIO
3) SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE INTRPRETATIVE
4) FOTO CASSETTE CATALOGATRICI
5) PROVE PENETROMETRICHE DPSH
6) RELAZIONE PARAMETRI SIMICI DI BASE
7) CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO

UBICAZIONE SONDAGGI E PROVE

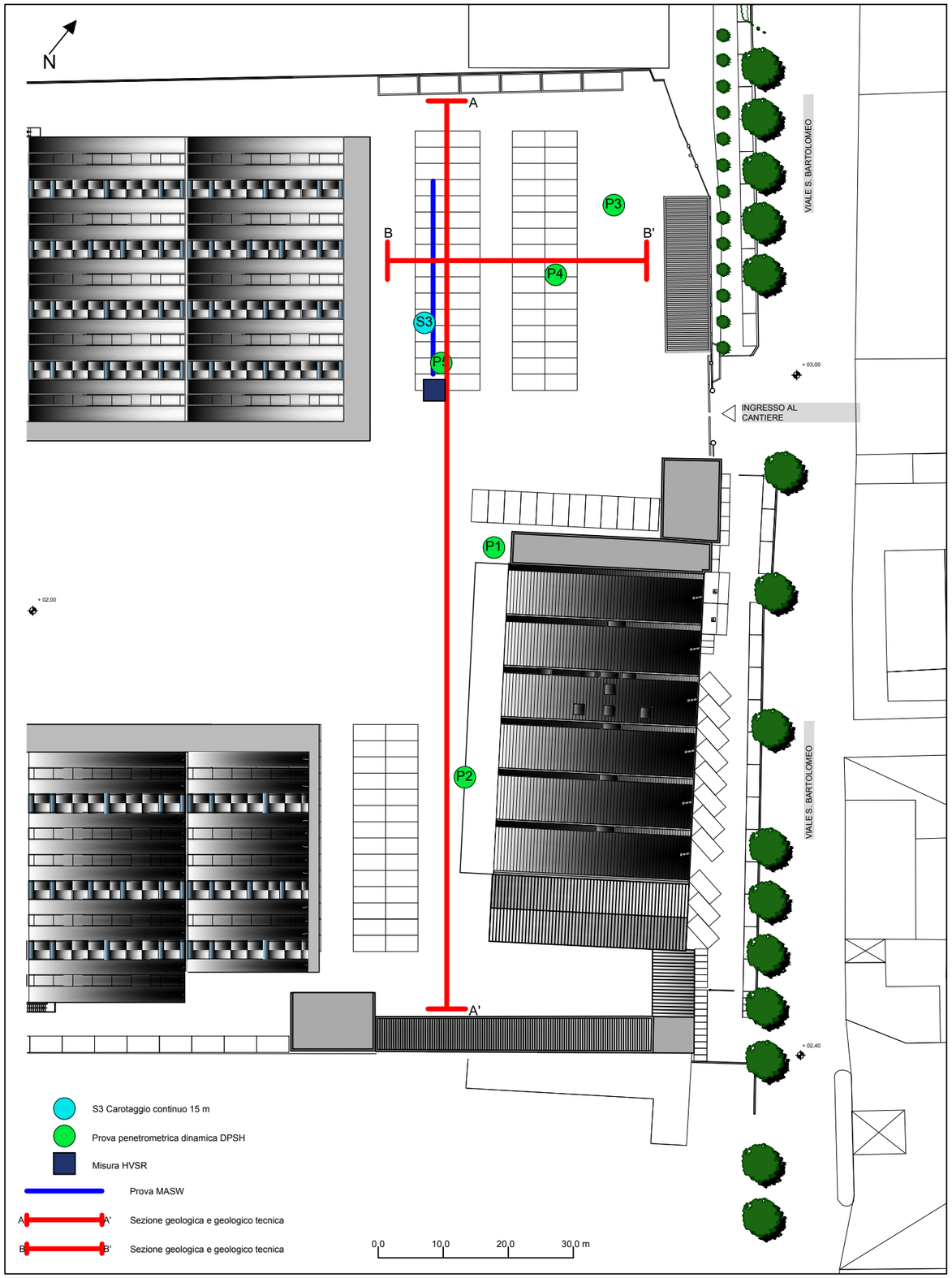


FOTO SONDAGGI E PROVE PENETROMETRICHE

Sondaggio geognostico S3



PROVA N. 1



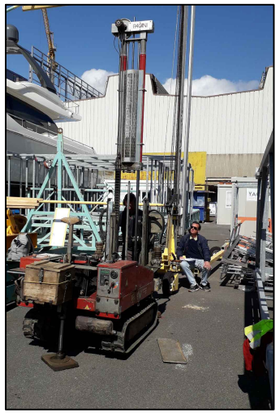
PROVA N. 2



PROVA N. 3



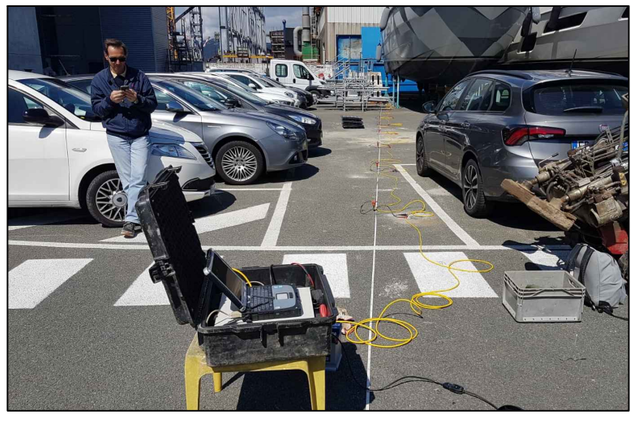
PROVA N. 4



PROVA N. 5



INDAGINE SISMICA MASW



COMMITTENTE:	PROFONDITA':	QUOTA P.C.:	TIPO CAROTAGGIO:	CERTIFICATO n°:	OPERATORE:	INDAGINE:	COORDINATE xy:	TIPO SONDA:	PAGINA:	INIZIO / FINE:
Soc. Ferretti S.p.a	15 metri	2 metri s.l.m.	Carotaggio continuo	1	Stefano Galati		44.100415° N 09.860136° E	Comacchio MD 460	1 di 1	05.04.19 /05.04.19

NOTE:

SONDAGGIO: **S3**

Foto cassette catalogatrici



Scala (m)	Piezometro	unità litotecniche	Metodo perforaz.	Stratigrafia	Descrizione litologia	Quota livello strato (m)	Spess. strato (m)	Percent. di recupero	Quota livello falda (m)	SPT Profondità (m)	SPT Tipo	SPT (n°colpi) (ϕ / Cu)	Poket	Prelievo campioni n°	Prelievo campioni Prof. (m)	Prelievo campioni Tipo	Percentuali granulometriche (%) Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	Limiti di Atterberg (%) LL	LP	Ip	γ kN/mc	Prova triassiale CU Φ' gradi	C' kPa	W (%)	U.S.C.S.
P.C.					Asfalto e cemento	0,4	0,4	100																				
0,5		1			Terreno di riporto costituito da materiale eterogeneo: ghiaia grossolana con sabbia e ciottoli in matrice limosa di colore beige-grigio.		2,9	100																				
1,0																												
1,5																												
2,0																												
2,5																												
3,0						3,3				1 3,3	PC	(1-1-1)																
3,5												(20.2/0)																
4,0																												
4,5														1	4,5	O	1.68	82.64	11.93	3.76	24.4			17.62	31.0	3.3	37.67	SM
5,0															5,0													
5,5																												
6,0																												
6,5																												
7,0		2			Sabbia debolmente limosa con resti vegetali		3,9	95																				
7,5						7,2																						
8,0																												
8,5																												
9,0										2 8,9	PC	(21-24-26)																
9,5												(38.1/0)																
10,0																												
10,5		3		CS (ϕ116) W, RM (ϕ140)	Limo con sabbia con argilla di colore nocciola con striature grigie con presenza di livelli più limosi di colore ocra con clasti		7,3	100																				
11,0																												
11,5																												
12,0										3 12,0	PA	(32-R)																
12,5																												
13,0																												
13,5																												
14,0																												
14,5						14,5																						
15,0					Capellaccio di alterazione	15,0	0,5	100																				
15,5					Fine sondaggio																							
16,0																												
16,5																												
17,0																												
17,5																												
18,0																												
18,5																												
19,0																												
19,5																												
20,0																												
20,5																												
21,0																												
21,5																												
22,0																												
22,5																												
23,0																												
23,5																												
24,0																												
24,5																												
25,0																												
25,5																												
26,0																												
26,5																												
27,0																												
27,5																												
28,0																												
28,5																												
29,0																												
29,5																												
30,0																												

PROVE SPT: PA punta aperta, PC punta chiusa; PERMEABILITA': LE lefranc, LU Lugeon

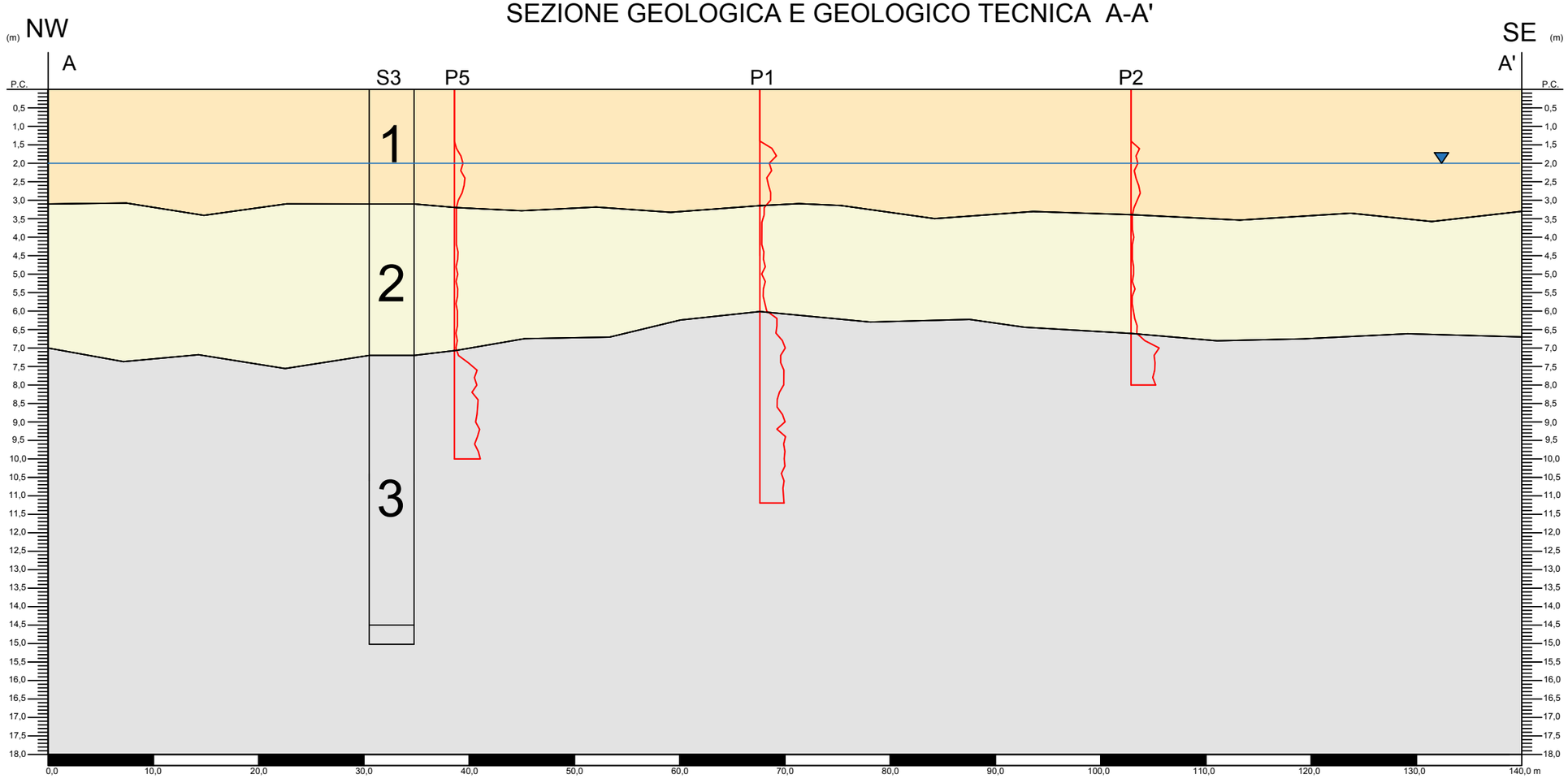
CAMPIONI: S pareti sottili, O osterberg, M mazier, R rimaneggiato, RS rimaneggiato da SPT

PIEZOMETRI: TA aperto, C casagrande, E elettrico

PERFORAZIONE: CS carotiere semplice, CD carotiere doppio, EC elica continua, DN distruzione di nucleo, D corona diamante, W corona Widia

RIVESTIMENTO: RM rivestimento metallico, FB fanghi bentonitici

SEZIONE GEOLOGICA E GEOLOGICO TECNICA A-A'



Legenda

STRATO 1
Terreno di riporto, materiale eterogeneo
$\phi = 24°$
$\gamma = 18$ kN/m^3
C = 0.0 kPa
E = 4 MPa

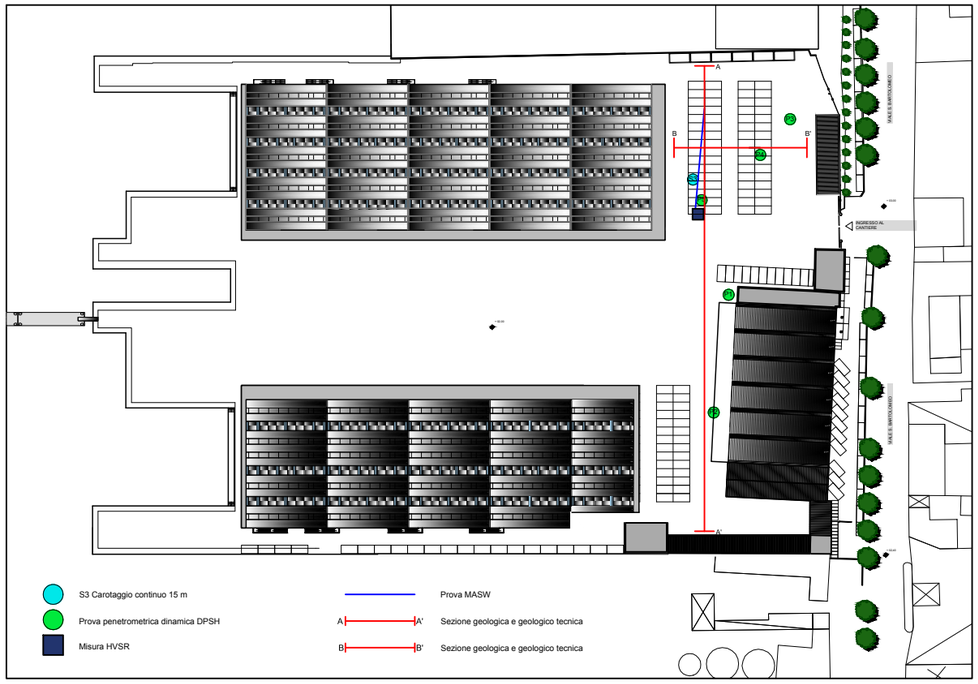
STRATO 2
Sabbia debolmente limosa con resti vegetali
$\phi = 24°$
$\gamma = 17.5$ kN/m^3
C = 3.0 kPa
E = 2 MPa

STRATO 3
Limo con sabbia con argilla e clasti
$\phi = 35°$
$\gamma = 19$ kN/m^3
C = 0.0 kPa
E = 13 MPa

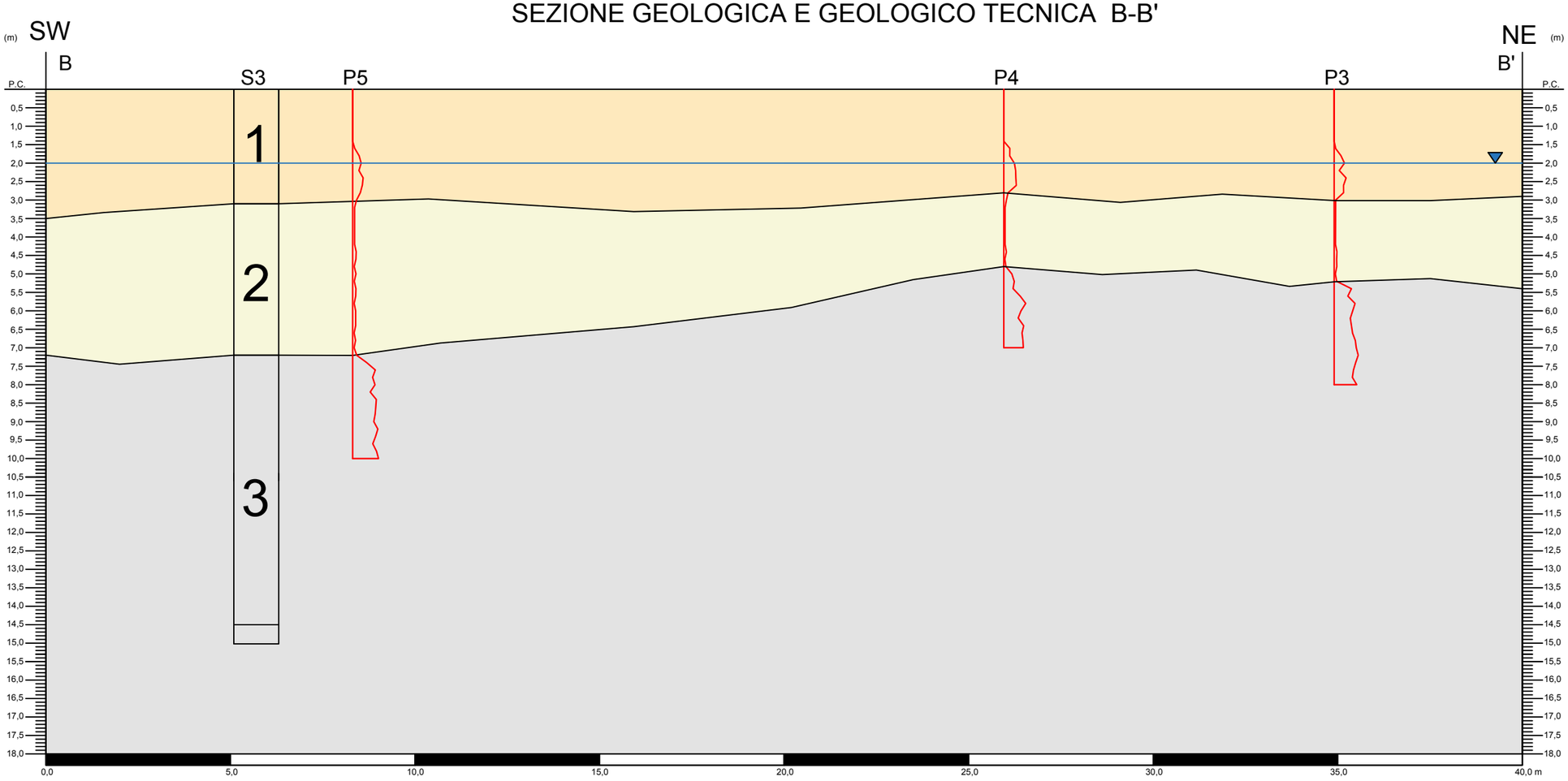
S Sondaggio geognostico

P Prova penedtometrica DPSH

Falda



SEZIONE GEOLOGICA E GEOLOGICO TECNICA B-B'



Legenda

STRATO 1
Terreno di riporto, materiale eterogeneo
$\phi = 24°$
$\gamma = 18$ kN/m^3
C = 0.0 kPa
E = 4 MPa

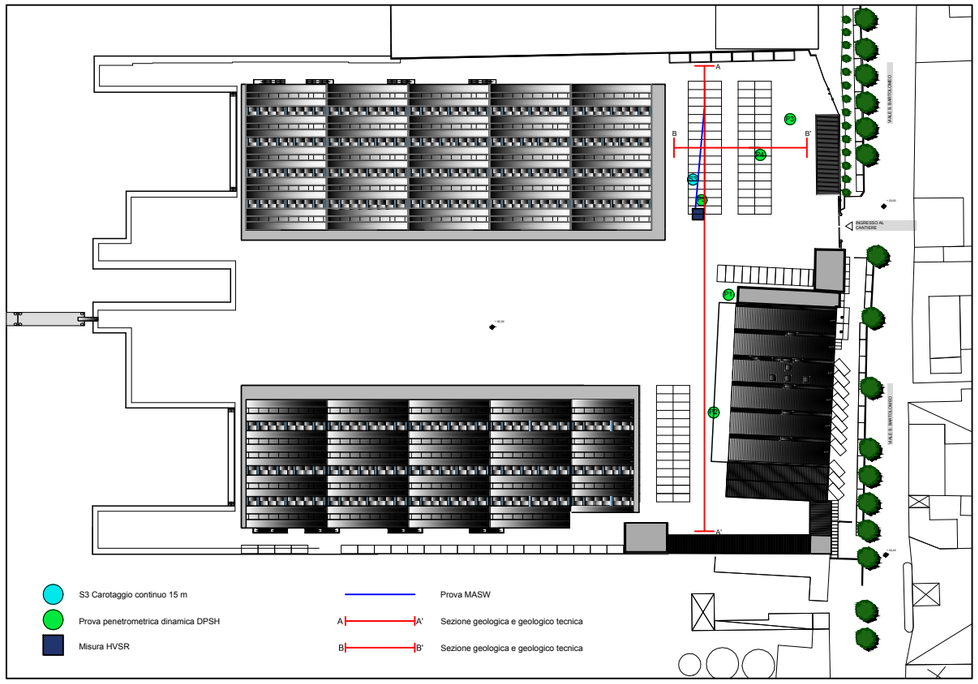
STRATO 2
Sabbia debolmente limosa con resti vegetali
$\phi = 24°$
$\gamma = 17.5$ kN/m^3
C = 3.0 kPa
E = 2 MPa

STRATO 3
Limo con sabbia con argilla e clasti
$\phi = 35°$
$\gamma = 19$ kN/m^3
C = 0.0 kPa
E = 13 MPa

S Sondaggio geognostico

P Prova penedtometrica DPSH

Falda



COMMITTENTE: FERRETTI GROUP S.p.A.
LOCALITA': CANTIERE FERRETTI V.LE SAN BARTOLOMEO LA SPEZIA
LAVORO: REALIZZAZIONE NUOVI FABBRICATI

CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGIO S3

0-5 m



5-10 m



10-15 m



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Soc. FERRETTI GROUP S.p.A.

Cantiere: Realizzazione nuovo capannone industriale e ristrutturazione fabbricato esistente

Località: La Spezia Viale San Bartolomeo

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme: DIN 4094
Peso Massa battente: 63,5 Kg
Altezza di caduta libera: 0,75 m
Peso sistema di battuta: 0,63 Kg
Diametro punta conica: 51,00 mm
Area di base punta: 20,43 cm²
Lunghezza delle aste: 1 m
Peso aste a metro: 6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta: 0,20 m
Avanzamento punta: 0,20 m
Numero colpi per punta: N(20)
Coeff. Correlazione: 1,47
Rivestimento/fanghi: No
Angolo di apertura punta: 60°

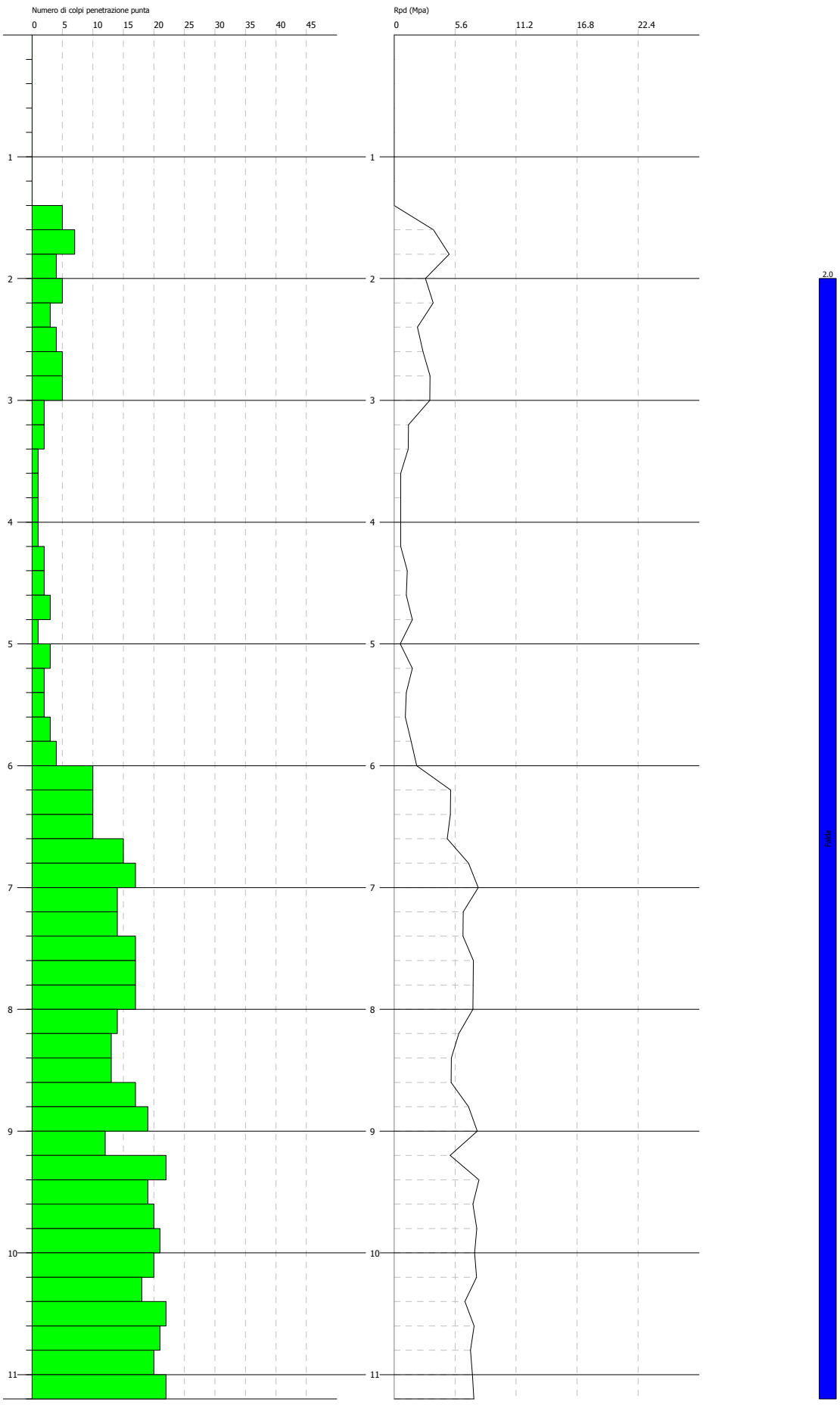
GEOSTRU SOFTWARE SRL
VIA LUNGOMARE
89032 BIANCO RC ITALY
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Cantieri navali Ferretti La Spezia
Cantiere: Realizzazione di nuovo capannone industriale e nuovo fabbricato
Località: La Spezia Viale San Bartolomeo

Data: 09/04/2019

Scala 1:47



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Skempton (1986)	26.07
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Skempton (1986)	15.3
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Skempton (1986)	51.51

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Shioi-Fukuni (1982)	25.28
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Shioi-Fukuni (1982)	21.71
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Shioi-Fukuni (1982)	32.4

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Schmertmann (1978) Limi	4.17
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Schmertmann (1978) Limi	1.67
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Schmertmann (1978) Limi	12.29

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Begemann (1974)	4.11
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Begemann (1974)	3.3
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Begemann (1974)	6.76

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Meyerhof ed altri	15.89
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Meyerhof ed altri	14.22
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Meyerhof ed altri	19.61

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.63
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.34
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.54

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	(A.G.I.)	0.35
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Ohsaki & Iwasaki	51.08
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Ohsaki & Iwasaki	26.71
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Ohsaki & Iwasaki	113.75

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Navfac 1971-1982	1.45
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Navfac 1971-1982	0.51
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Navfac 1971-1982	4.08

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	7.04	1.40-3.00	7.04	Robertson 1983	1.38
Strato (3) Limo con torba	3	3.00-6.00	3	Robertson 1983	0.59
Strato (4) Depositi colluviali	25.37	6.00-11.20	20.185	Robertson 1983	3.96

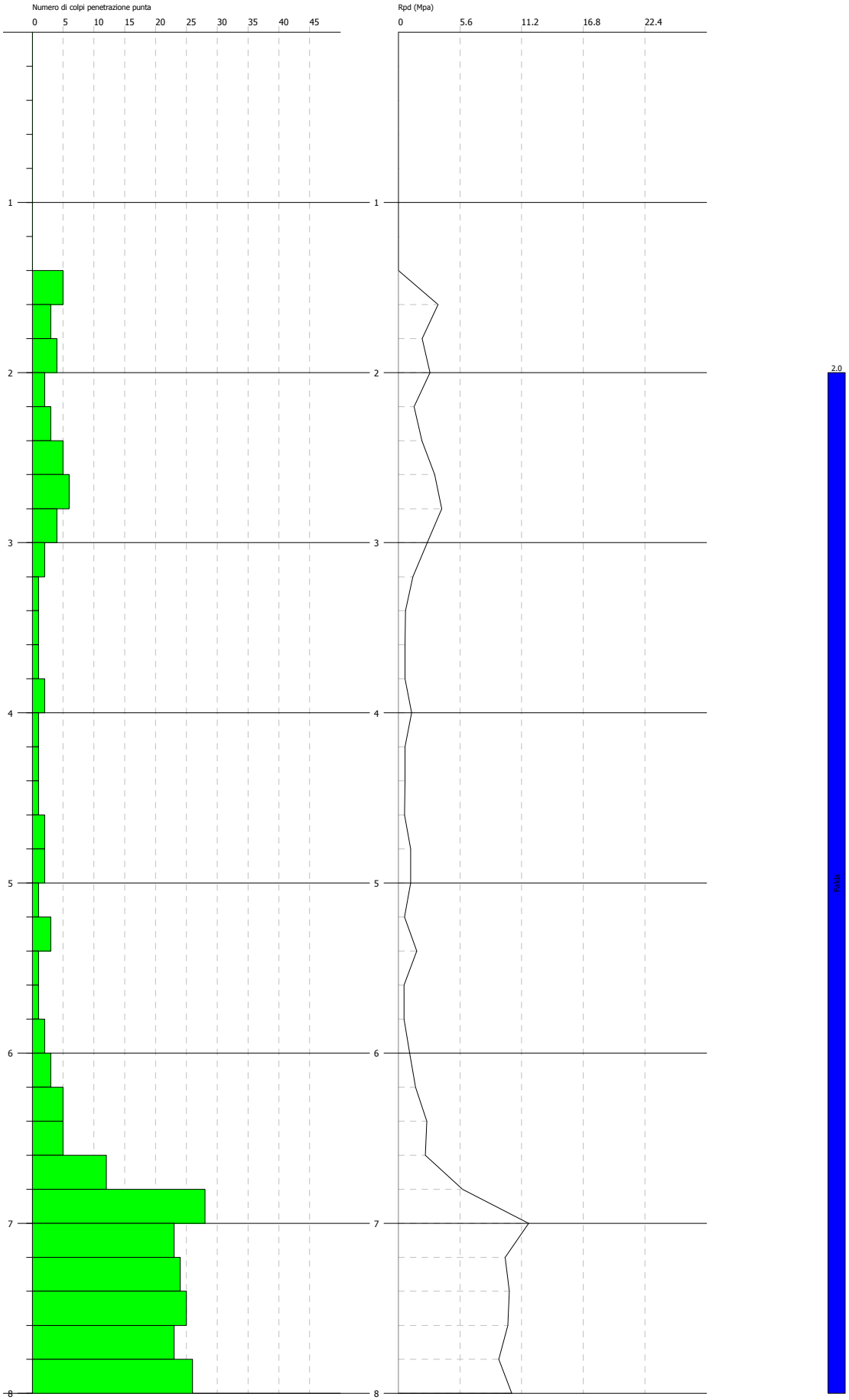
GEOSTRU SOFTWARE SRL
VIA LUNGOMARE
89032 BIANCO RC ITALY
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Cantieri navali Ferretti La Spezia
Cantiere: Realizzazione di nuovo capannone industriale e nuovo fabbricato
Località: La Spezia Viale San Bartolomeo

Data: 09/04/2019

Scala 1:34



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Skempton 1986	23.27
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Skempton 1986	15.04
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Skempton 1986	57.86

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Shioi-Fukuni (1982)	24.43
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Shioi-Fukuni (1982)	21.61
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Shioi-Fukuni (1982)	34.34

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Schmertmann (1978) Limi	3.48
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Schmertmann (1978) Limi	1.62
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Schmertmann (1978) Limi	15.22

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Begemann (1974)	3.89
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Begemann (1974)	3.28
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Begemann (1974)	7.71

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Meyerhof ed altri	15.49
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Meyerhof ed altri	14.12
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Meyerhof ed altri	20.40

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.53
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.34
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Terzaghi-Peck 1948-1967	24.52

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	(A.G.I.)	0.35
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Ohsaki & Iwasaki	44.84
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Ohsaki & Iwasaki	26.1
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Ohsaki & Iwasaki	133.53

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Navfac 1971-1982	1.20
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Navfac 1971-1982	0.49
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Navfac 1971-1982	4.86

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.93	1.40-3.00	5.93	Robertson 1983	1.16
Strato (3) Limo con torba	2.91	3.00-6.60	2.91	Robertson 1983	0.57
Strato (4) Depositi colluviali	34.85	6.60-8.00	24.925	Robertson 1983	4.89

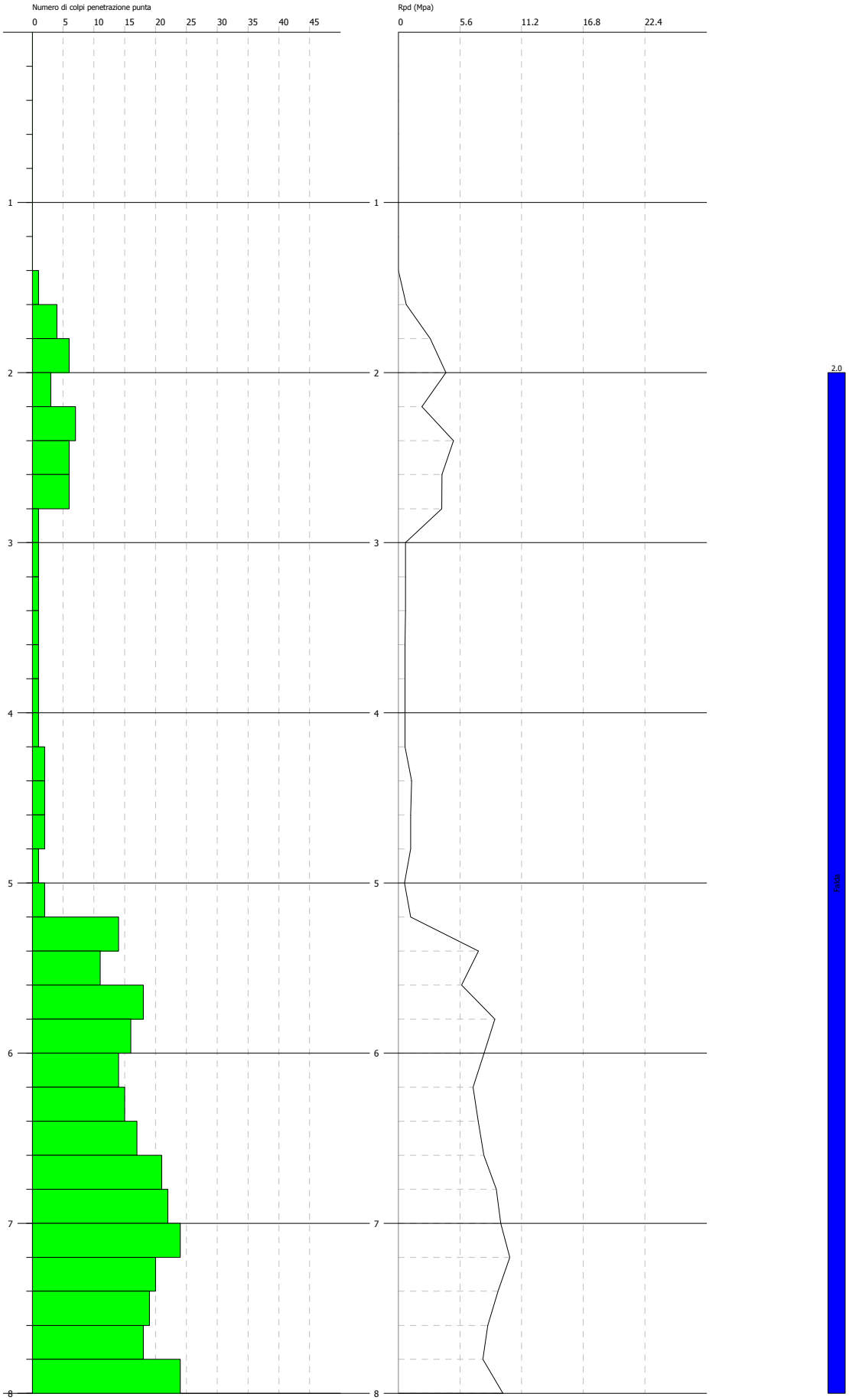
GEOSTRU SOFTWARE SRL
VIA LUNGOMARE
89032 BIANCO RC ITALY
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Cantieri navali Ferretti La Spezia
Cantiere: Realizzazione di nuovo capannone industriale e nuovo fabbricato
Località: La Spezia Viale San Bartolomeo

Data: 09/04/2019

Scala 1:34



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Skempton (1986)	25.92
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Skempton (1986)	12.32
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Skempton (1986)	52.89

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Shioi-Fukuni (1982)	25.23
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Shioi-Fukuni (1982)	20.45
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Shioi-Fukuni (1982)	32.81

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Schmertmann (1978) Limi	4.13
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Schmertmann (1978) Limi	1.04
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Schmertmann (1978) Limi	12.88

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Begemann (1974)	4.1
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Begemann (1974)	3.09
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Begemann (1974)	6.95

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Meyerhof ed altri	15.89
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Meyerhof ed altri	13.73
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Meyerhof ed altri	19.81

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.63
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.34
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.73

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	(A.G.I.)	0.35
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Ohsaki & Iwasaki	50.75
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Ohsaki & Iwasaki	19.48
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Ohsaki & Iwasaki	117.84

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Navfac 1971-1982	1.44
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Navfac 1971-1982	0.26
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Navfac 1971-1982	4.25

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	6.98	1.40-2.80	6.98	Robertson 1983	1.37
Strato (3) Limo con torba	1.98	2.80-5.20	1.98	Robertson 1983	0.39
Strato (4) Depositi colluviali	27.29	5.20-8.00	21.145	Robertson 1983	4.15

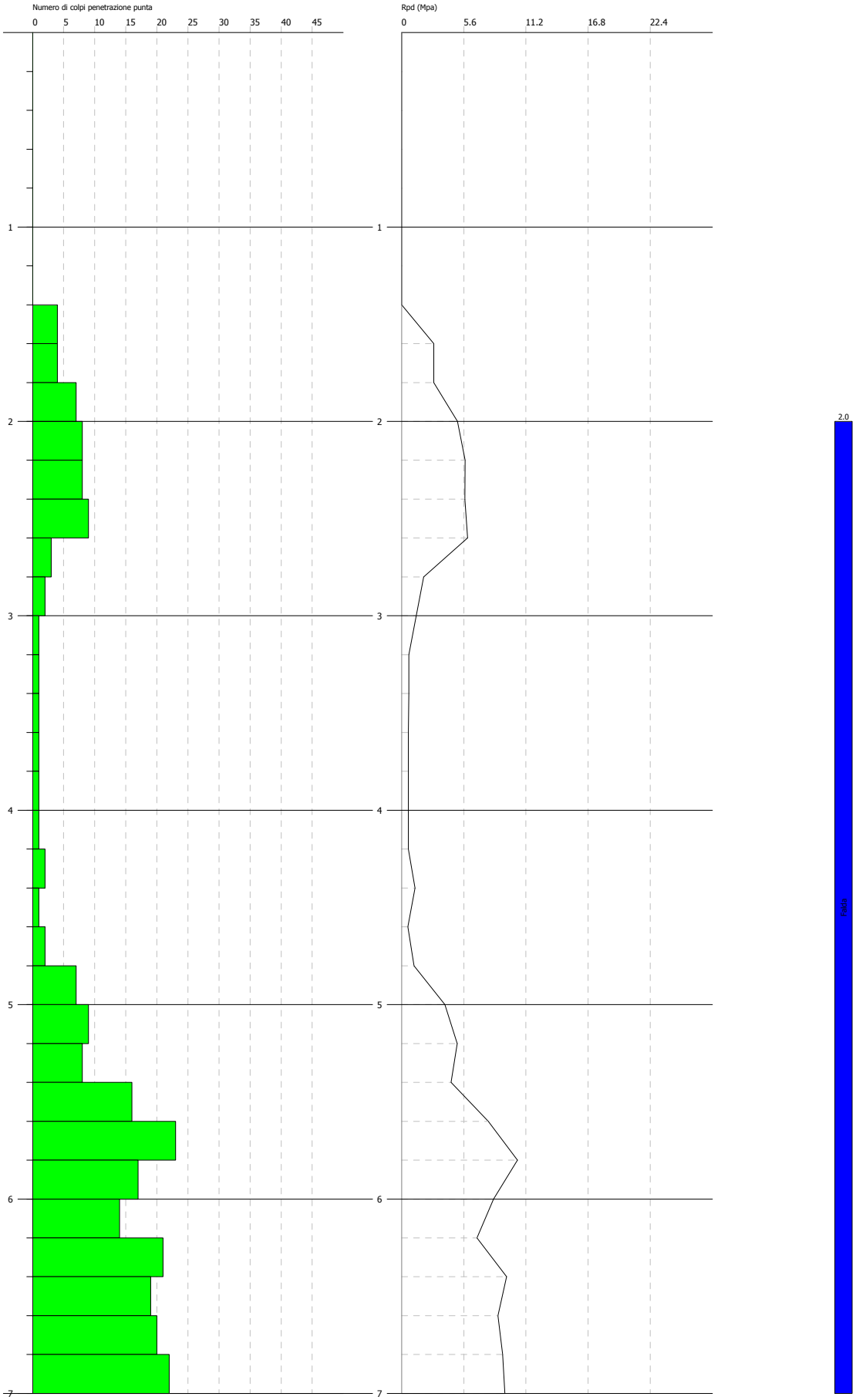
GEOSTRU SOFTWARE SRL
VIA LUNGOMARE
89032 BIANCO RC ITALY
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Cantieri navali Ferretti La Spezia
Cantiere: Realizzazione di nuovo capannone industriale e nuovo fabbricato
Località: La Spezia Viale San Bartolomeo

Data: 09/04/2019

Scala 1:30



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Skempton (1986)	32.59
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Skempton (1986)	12.86
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Skempton (1986)	50.53

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Shioi-Fukuni (1982)	27.14
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Shioi-Fukuni (1982)	20.69
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Shioi-Fukuni (1982)	32.12

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Schmertmann (1978) Limi	5.89
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Schmertmann (1978) Limi	1.16
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Schmertmann (1978) Limi	11.88

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Begemann (1974)	4.67
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Begemann (1974)	3.13
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Begemann (1974)	6.63

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Meyerhof ed altri	16.87
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Meyerhof ed altri	13.83
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Meyerhof ed altri	19.42

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.34
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.34

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Preforo	0	0.00-1.40	0	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	(A.G.I.)	0.33
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	(A.G.I.)	0.35
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Ohsaki & Iwasaki	65.79
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Ohsaki & Iwasaki	20.81
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Ohsaki & Iwasaki	110.94

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Navfac 1971-1982	2.06
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Navfac 1971-1982	0.31
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Navfac 1971-1982	3.97

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	9.82	1.40-2.60	9.82	Robertson 1983	1.93
Strato (3) Limo con torba	2.16	2.60-4.80	2.16	Robertson 1983	0.42
Strato (4) Depositi colluviali	24.06	4.80-7.00	19.53	Robertson 1983	3.83

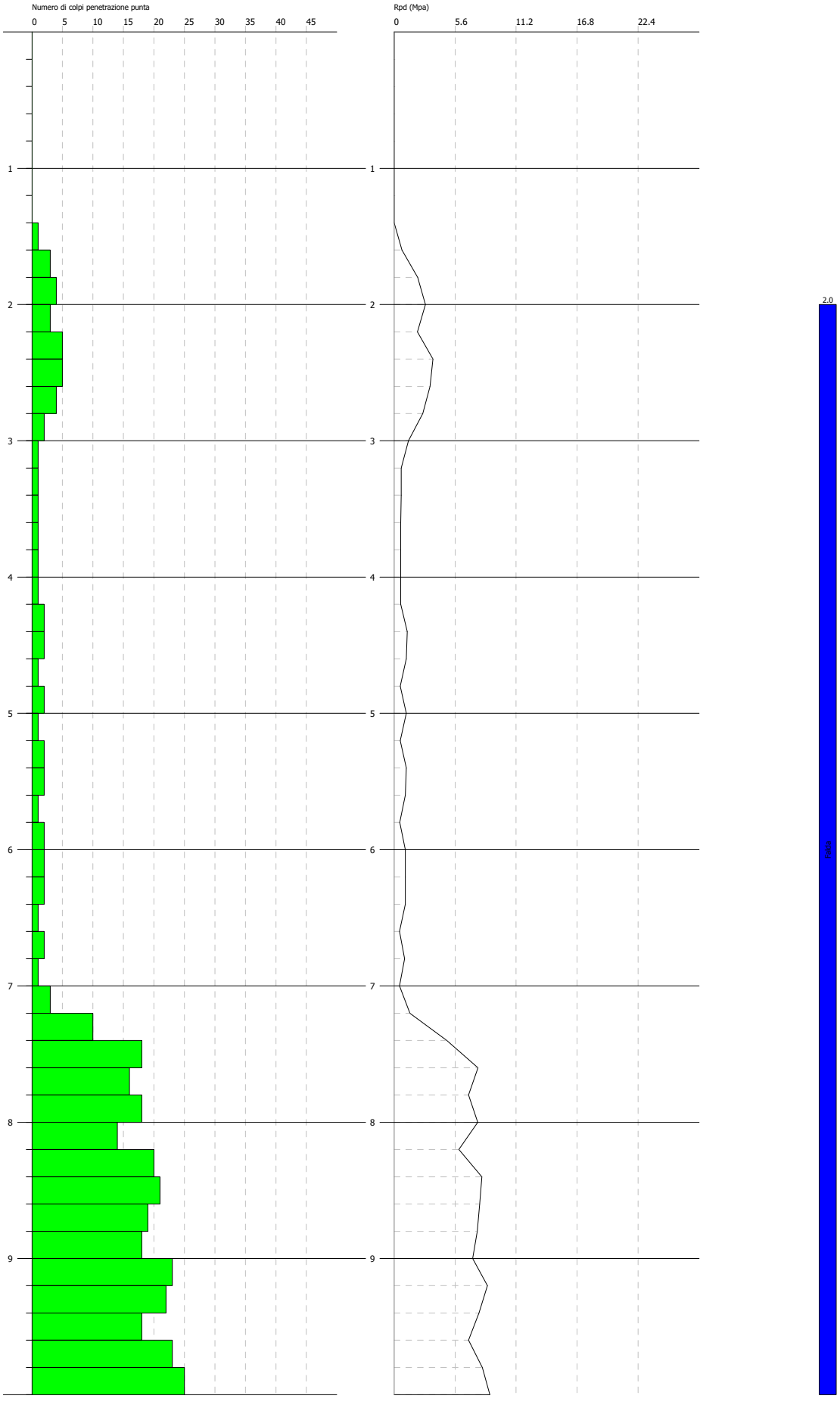
GEOSTRU SOFTWARE SRL
VIA LUNGOMARE
89032 BIANCO RC ITALY
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Cantieri navali Ferretti La Spezia
Cantiere: Realizzazione di nuovo capannone industriale e nuovo fabbricato
Località: La Spezia Viale San Bartolomeo

Data: 09/04/2019

Scala 1:42



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 5

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Skempton (1986)	21.6
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Skempton (1986)	13.33
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Skempton (1986)	53.93

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Shioi-Fukuni (1982)	23.91
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Shioi-Fukuni (1982)	20.9
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Shioi-Fukuni (1982)	33.12

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Schmertmann (1978) Limi	3.09
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Schmertmann (1978) Limi	1.25
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Schmertmann (1978) Limi	13.34

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Begemann (1974)	3.76
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Begemann (1974)	3.16
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Begemann (1974)	7.1

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Meyerhof ed altri	15.20
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Meyerhof ed altri	13.93
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Meyerhof ed altri	19.91

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.53
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.34
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Terzaghi-Peck 1948-1967	23.93

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	(A.G.I.)	0.35
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Ohsaki & Iwasaki	41.11
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Ohsaki & Iwasaki	21.97
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Ohsaki & Iwasaki	120.96

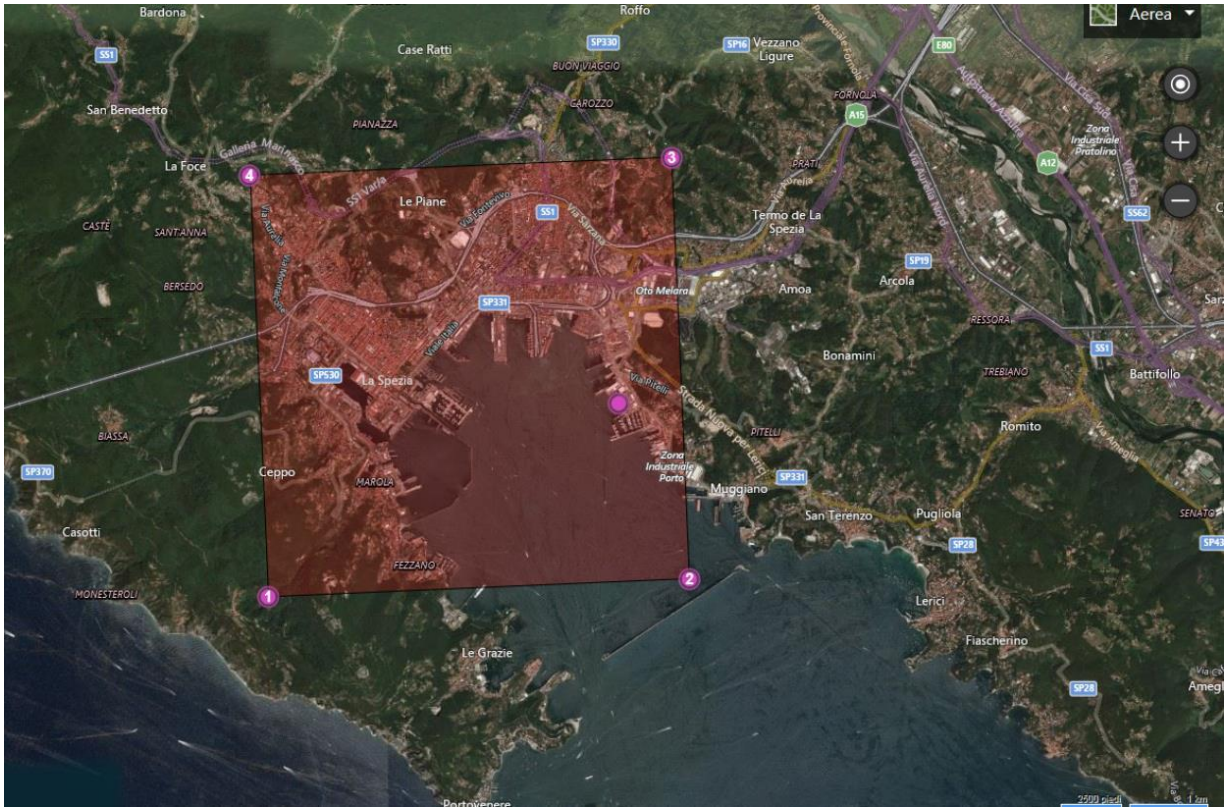
Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Navfac 1971-1982	1.05
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Navfac 1971-1982	0.35
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Navfac 1971-1982	4.37

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Preforo					
Strato (2) Terreno di riporto	5.29	1.40-2.80	5.29	Robertson 1983	1.04
Strato (3) Limo con torba	2.32	2.80-7.20	2.32	Robertson 1983	0.46
Strato (4) Depositi colluviali	28.77	7.20-10.00	21.885	Robertson 1983	4.29

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: II
Coefficiente d'uso (Cu): 1
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]
Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	44.0992241 [°]
Longitudine (WGS84):	9.8586102 [°]
Latitudine (ED50):	44.1001854 [°]
Longitudine (ED50):	9.8596296 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	18484	44.077220	9.801764	5280.15
2	18485	44.079380	9.871231	2492.09
3	18263	44.129330	9.868282	3313.53
4	18262	44.127180	9.798735	5713.46

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.037	2.549	0.214
SLD	50	0.046	2.534	0.244
SLV	475	0.111	2.404	0.293
SLC	975	0.144	2.386	0.299

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.039	2.547	0.223
SLD	50	0.049	2.523	0.244
SLV	475	0.120	2.404	0.291
SLC	975	0.154	2.381	0.298

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.042	2.512	0.227
SLD	50	0.053	2.510	0.245
SLV	475	0.130	2.406	0.290
SLC	975	0.167	2.372	0.299

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.039	2.539	0.223
SLD	50	0.050	2.516	0.243
SLV	475	0.122	2.400	0.290
SLC	975	0.157	2.381	0.297

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.040	2.536	0.223
SLD	50	0.050	2.520	0.244
SLV	475	0.121	2.404	0.291
SLC	975	0.157	2.379	0.298

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000

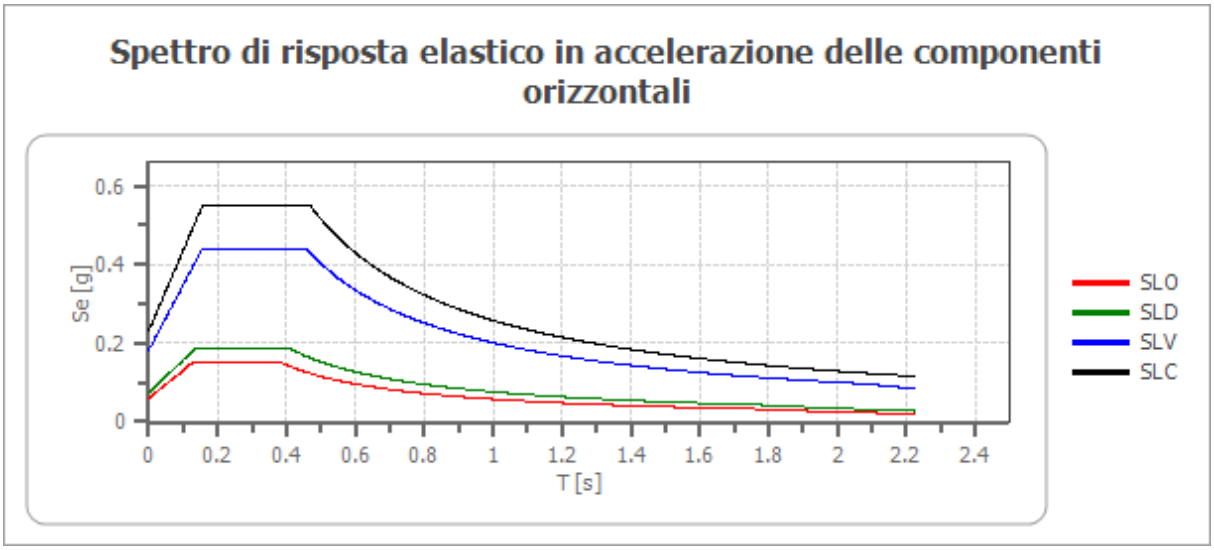
Categoria sottosuolo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra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

Categoria topografica: T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°.

Fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.044	0.056
kv	0.006	0.007	0.022	0.028
amax [m/s²]	0.584	0.729	1.785	2.271
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

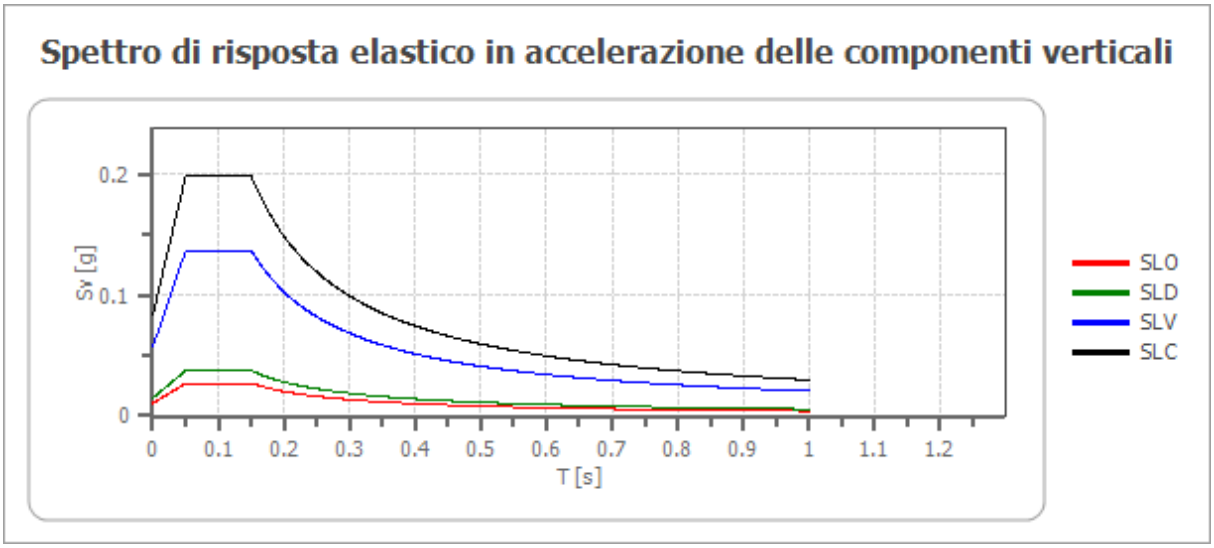


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.040	2.536	0.223	1.500	1.720	1.000	1.500	1.000	0.128	0.383	1.759	0.060	0.151
SLD	1.0	0.050	2.520	0.244	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.136	0.408	1.798	0.074	0.187
SLV	1.0	0.121	2.404	0.291	1.500	1.580	1.000	1.500	1.000	0.153	0.460	2.085	0.182	0.438
SLC	1.0	0.157	2.379	0.298	1.480	1.570	1.000	1.480	1.000	0.156	0.468	2.226	0.232	0.551

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000

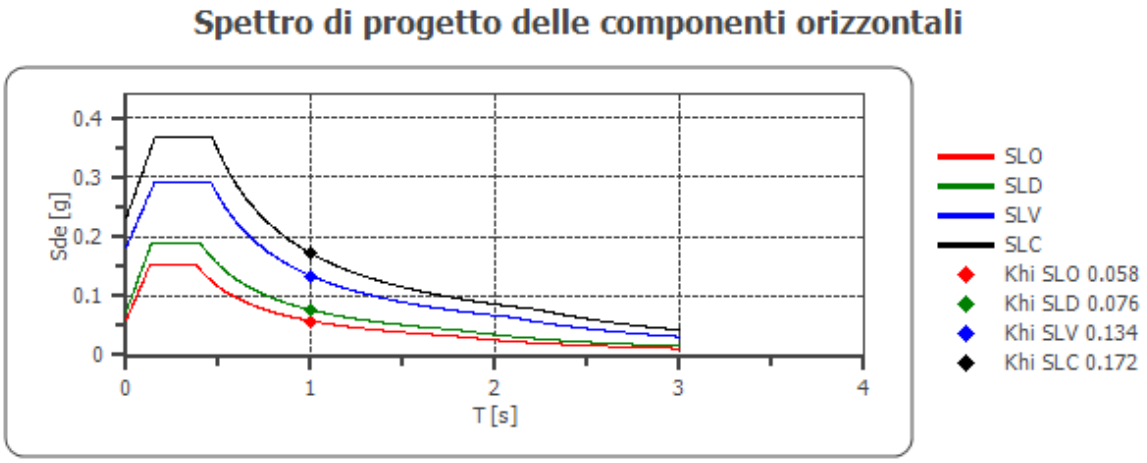


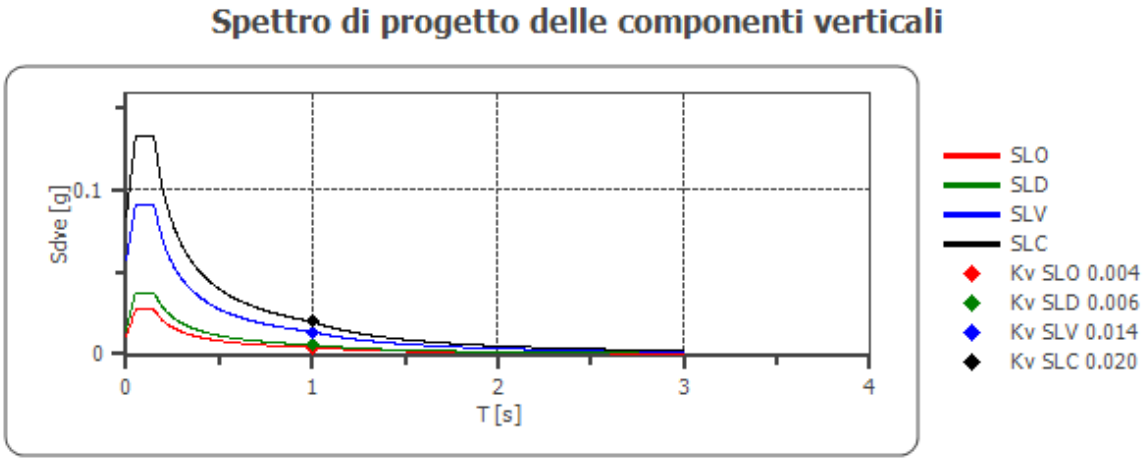
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.040	2.536	0.223	1	1.720	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
SLD	1.0	0.050	2.520	0.244	1	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.015	0.038
SLV	1.0	0.121	2.404	0.291	1	1.580	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.057	0.137
SLC	1.0	0.157	2.379	0.298	1	1.570	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.084	0.199

Spettro di progetto

Periodo fondamentale T: 1,0 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.058	0.076	0.134	0.172
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.004	0.006	0.014	0.020





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.040	2.536	0.223	1.500	1.720	1.000	1.500	1.000	0.128	0.383	1.759	0.060	0.151
SLO verticale	1.0	0.040	2.536	0.223	1.500	1.720	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
SLD orizzontale	1.0	0.050	2.520	0.244	1.500	1.670	1.000	1.500	1.000	0.136	0.408	1.798	0.074	0.187
SLD verticale	1.0	0.050	2.520	0.244	1.500	1.670	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.015	0.038
SLV orizzontale	1.0	0.121	2.404	0.291	1.500	1.580	1.000	1.500	1.500	0.153	0.460	2.085	0.182	0.292
SLV verticale	1.0	0.121	2.404	0.291	1.500	1.580	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.057	0.091
SLC orizzontale	1.0	0.157	2.379	0.298	1.480	1.570	1.000	1.480	1.500	0.156	0.468	2.226	0.232	0.367
SLC verticale	1.0	0.157	2.379	0.298	1.480	1.570	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.084	0.133

COMMITTENTE: FERRETTI GROUP S.p.A.
LOCALITA': CANTIERE FERRETTI V.LE SAN BARTOLOMEO LA SPEZIA
LAVORO: REALIZZAZIONE NUOVI FABBRICATI

CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Servizi Geotecnici Liguri Srl

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 08/05/2019

Certificato n° 841

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

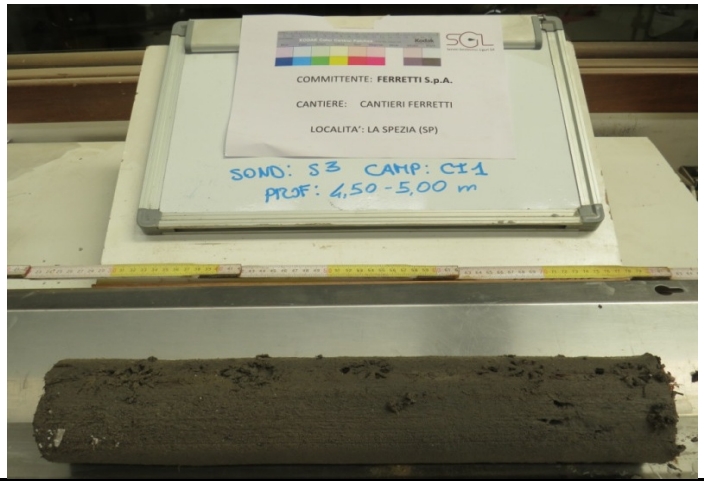
Committente: Ferretti S.p.A.	**Sondaggio: S3**
Cantiere: Cantieri Ferretti	**Campione: CI1**
Località: La Spezia (SP)	**Profondità: 4.50-5.00 m**
Verbale di accettazione n°: 62	**Data esecuzione prova: 06/04/2019**
Data verbale: 10/04/2019	**Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10**
Note:	**Rep: 19/059**

Contenitore del campione	**X**	**Inox**		**PVC**
		Vetro		**Sacchetto**

Dimensioni del campione		**<2"**	**X**	**<4"**
		<3"		**>4"**

Condizioni del materiale	**X**	**Buone**		**Rammollito**
		Mediocri		**Strati piegati**
		Cattive		**Rimaneggiato**

FOTO DEL CAMPIONE



Descrizione del campione — Qualità del campione: Q5

Campione di 46 cm di lunghezza
Sabbia limosa con tracce di argilla e rara ghiaia; colore grigio.
Presenza abbondante di alghe.

Consistenza (kPa)	**cm**	**Scissometro**		**Penetrometro**
Alto		**kPa**		**kPa**
	0-10	**5**		**50**
	10-20	**10**	**CU**	**40**
	20-30	**10**	**CU**	**60**
	30-40	**10**	**CU**	**70**
	40-50	**5**		**80**
	50-60			
	60-70			
Basso	**70-80**			
	80-90			

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

Data emissione: 08/05/2019

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Certificato n° 844

Committente: Ferretti S.p.A.	**Sondaggio: S3**
Cantiere: Cantieri Ferretti	**Campione: CI1**
Località: La Spezia (SP)	**Profondità: 4.50-5.00 m**
Verbale di accettazione n°: 62	**Data esecuzione prova: 06-07/04/2019**
Data verbale: 10/04/2019	**Specifica di prova: ASTM e BS**
Note:	**Rep: 19/059**

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-10**	**W (%) =**	**37.67**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	1494.01	821.04	593.23
Massa lorda secca (g)	1096.30	602.31	432.55
Massa acqua contenuta (g)	397.71	218.73	160.68
Tara (g)	26.47	14.22	16.87
Massa netta secca (g)	1069.83	588.09	415.68
Contenuto d'acqua W (%)	37.18	37.19	38.65

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	**γ n (kN/m3) =**	**17.72**
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	253.80	256.41	260.31
Massa dello stampo (g)	98.12	99.60	101.90
Massa terreno netta umida (g)	155.68	156.81	158.41
Volume dello stampo (cm^3)	86.86	86.86	86.86
Peso di volume naturale (kN/m^3)	17.58	17.70	17.88

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-10**	**Gs (Mg/m3) =**	**2.67**
Prova n°	1	2	
Volume picnometro (cm^3)	295.54	229.55	
Massa picnometro (g)	135.79	130.87	
Massa picnometro + terra (g)	160.80	155.87	
Massa terra netta (g)	25.01	25.00	
Massa picn. + terra + acqua (g)	447.02	376.02	
Massa terra + acqua (g)	311.23	245.15	
Tempo di ebollizione (min)	20'	20'	
Peso specifico (Mg/m^3)	2.683	2.660	
Temperatura (°C)	23	23	
Densita' acqua (Mg/m^3)	0.9976	0.9976	
Costante K	0.999398918	0.999398918	
Peso specifico **T = 20°C**	2.682	2.658	

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	**W (%)**	**37.67**
Peso di volume naturale	**γ n (kN/m3)**	**17.72**
Peso di volume secco	**γ d (kN/m3)**	**12.87**
Peso di volume saturo	**γ s (kN/m3)**	**18.05**
Peso specifico dei grani	**Gs (Mg/m3)**	**2.67**
Porosita'	**n (%)**	**51.79**
Indice dei pori	**e**	**1.07**
Grado di saturazione	**Sr (%)**	**93.64**

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

Data emissione: 08/05/209

ANALISI GRANULOMETRICA

Certificato n° 842

Committente: Ferretti S.p.A.
Cantiere: Cantieri Ferretti
Località: La Spezia (SP)
Verbale di accettazione n°: 62
Data verbale: 10/04/2019
Note:

Sondaggio: S3
Campione: CI1
Profondità: 4.50-5.00 m
Data esecuzione prova: 07-08/05/2019
Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
Rep: 19/059

M (gr) = 320.57

Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
100	0.00	0.00	0.00	100.00
75	0.00	0.00	0.00	100.00
50	0.00	0.00	0.00	100.00
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
25	0.00	0.00	0.00	100.00
19	0.00	0.00	0.00	100.00
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
9.50	1.61	0.50	0.50	99.50
4.75	3.76	1.17	1.68	98.32
2.00	7.61	2.37	4.05	95.95
1.00	15.82	4.93	8.98	91.02
0.425	36.17	11.28	20.27	79.73
0.180	164.59	51.34	71.61	28.39
0.075	40.72	12.70	84.31	15.69
Fondo	50.29			

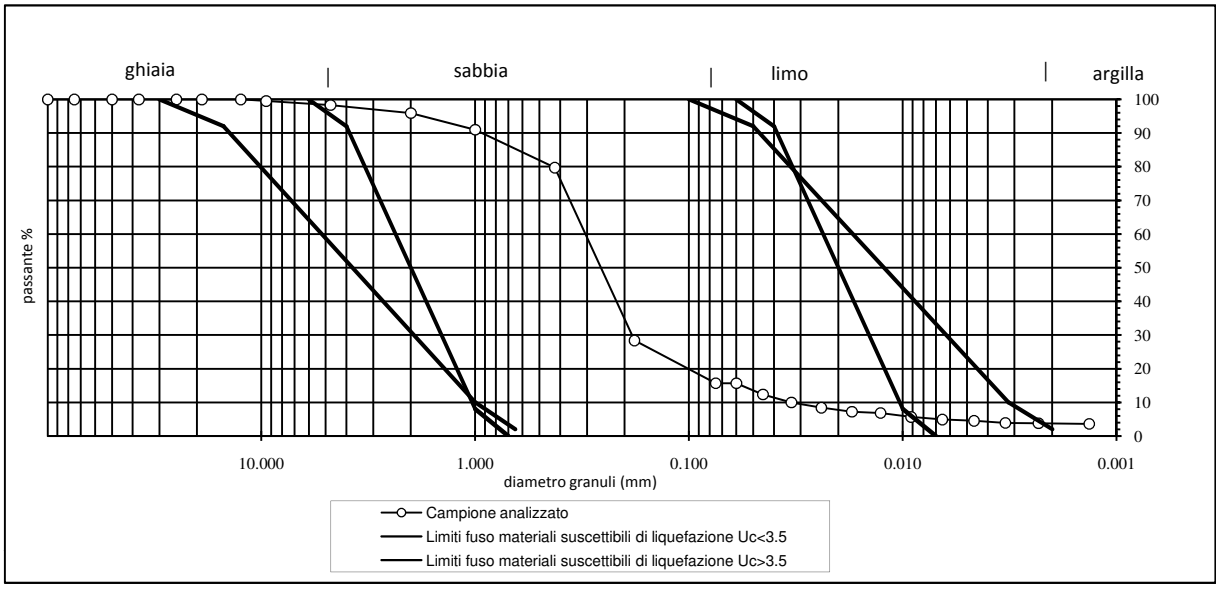
Analisi con areometro

Areometro n°	**1**
Areometro tipo	**152 H**
Dispersivo	*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo Cd	**-1**
Correz. menisco Cm	**0.5**
Correz. temperatura Ct	**-4+0,25*T**
Campione secco Psp (g)	**40**
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =	**2.67**
Costante K =	**1.000**

Tempo **min**	Temperatura **°C**	Lettura **R**	Lettura corr. **R'=R+Cm**	Corr. Temp. **Ct**	f grani **mm**	Lettura ridotta **R"=R'+Cd+Ct**	% Parziale **KR"**	% Somma **KR"X**
0.5	20.0	39.5	40.0	1.00	0.0600	40.00	100.02	15.69
1	20.0	31.0	31.5	1.00	0.0451	31.50	78.77	12.36
2	20.0	25.0	25.5	1.00	0.0332	25.50	63.76	10.00
4	20.0	21.0	21.5	1.00	0.0241	21.50	53.76	8.43
8	20.0	18.0	18.5	1.00	0.0173	18.50	46.26	7.26
15	20.0	17.0	17.5	1.00	0.0127	17.50	43.76	6.86
30	20.0	14.0	14.5	1.00	0.0091	14.50	36.26	5.69
60	20.0	12.0	12.5	1.00	0.0065	12.50	31.26	4.90
120	20.0	11.0	11.5	1.00	0.0046	11.50	28.76	4.51
240	20.0	9.5	10.0	1.00	0.0033	10.00	25.01	3.92
480	21.0	9.0	9.5	1.25	0.0023	9.75	24.38	3.82
1440	21.0	8.5	9.0	1.25	0.0013	9.25	23.13	3.63

Classificazione	**USCS**	**CNR-UNI**
	SM	

% ghiaia	**% sabbia**	**% limo**	**% argilla**
1.68	**82.64**	**11.93**	**3.76**



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

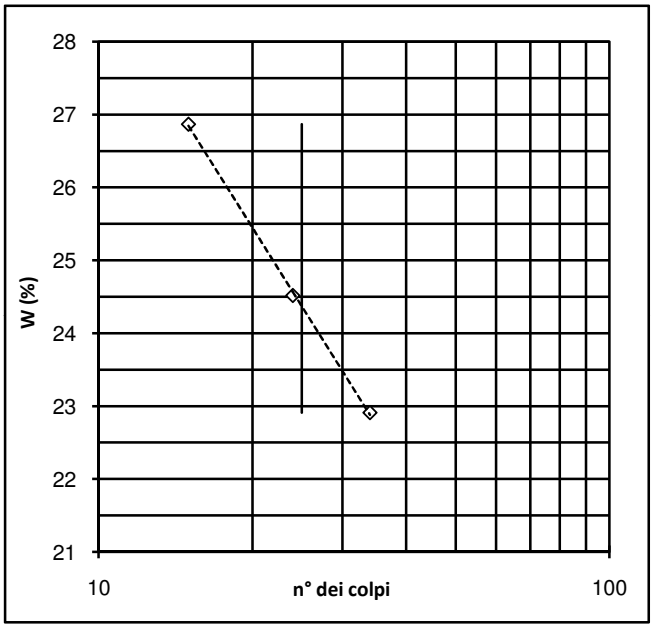
Data emissione: 08/05/2019
Certificato n° 843

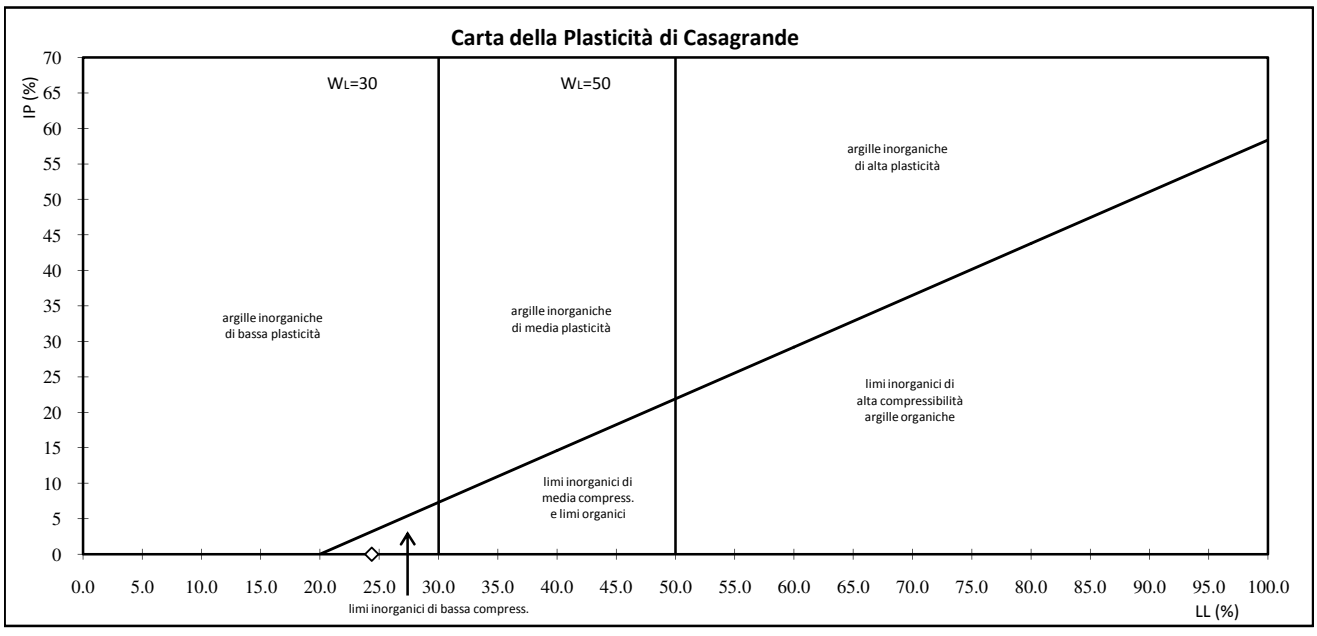
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Ferretti S.p.A.
Cantiere: Cantieri Ferretti
Località: La Spezia (SP)
Verbale di accettazione n°: 62
Data verbale: 10/04/2019
Note:

Sondaggio: S3
Campione: CI1
Profondità: 4.50-5.00 m
Data esecuzione prova: 07-08/05/2019
Specifica di prova: ASTM D4318-10
Rep: 19/059

Limite liquido		**LL (%) =**	**24.4**
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	62.38	63.21	63.88
Massa secca + t (g)	58.60	59.65	59.88
Massa acqua contenuta (g)	3.78	3.56	4.00
Tara t (g)	44.53	45.13	42.42
Massa secca netta (g)	14.07	14.52	17.46
Contenuto d'acqua W (%)	26.87	24.52	22.91
Numero colpi	15	24	34
Limite plastico		**LP (%) =**	**N.P.**
Contenitore			
Massa umida + t (g)			
Massa secca + t (g)			
Massa acqua contenuta (g)			
Tara t (g)			
Massa secca (g)			
Contenuto d'acqua W (%)			
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**N.P.**





Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri S

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
RAPPORTO DI PROVA - TABELLA RIASSUNTIVA

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*
Certificato	*845 - 08/05/2019*		
Peso specifico grani (Mg/m³)	2.67 (Misurato)		Provini con dreni laterali
Metodo di preparazione	*Ottenuto da un tubo campionatore di diametro maggiore di quello del provino richiesto (BS 1377:1990:Part 1:Clause 8.4)*		

CONDIZIONI INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Profondità prelievo (m)	*4.60*	*4.70*	*4.80*
Altezza (mm)	*76.2*	*76.2*	*76.2*
Diametro (mm)	*38.1*	*38.1*	*38.1*
Umidità (misurata) (%)	*36*	*36*	*37*
Umidità (da trimming) (%)	*37*	*37*	*39*
Peso di volume (Mg/m³)	*1.79*	*1.81*	*1.82*

SATURAZIONE			
Metodo di saturazione	*con incrementi di press. cella e back press.*	*con incrementi di press. cella e back press.*	*con incrementi di press. cella e back press.*
Incrementi di pressione (kPa)	*100*	*100*	*100*
Pressione differenziale (kPa)	*10*	*10*	*10*
Press. cella finale (kPa)	*140*	*190*	*240*
Press. pori finale (kPa)	*118*	*170*	*210*
Valore finale di B	*0.95*	*0.97*	*0.99*

CONSOLIDAZIONE			
Pressione in cella (kPa)	*140*	*190*	*240*
Back pressure (kPa)	*90*	*90*	*90*
Pressione efficace (kPa)	*50*	*100*	*150*
Pressione pori finale (kPa)	*90*	*90*	*90*
Dissipazione pressione pori (%)	*100*	*100*	*100*

Commenti / variazioni delle procedure:

Eseguito		Verificato		Approvato	
Data		Data		Data	

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri S

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
RAPPORTO DI PROVA - TABELLA RIASSUNTIVA

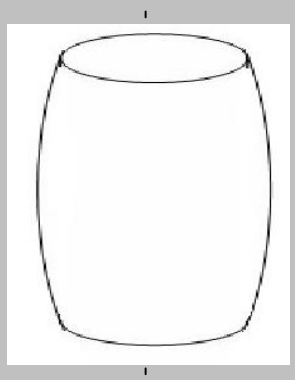
Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

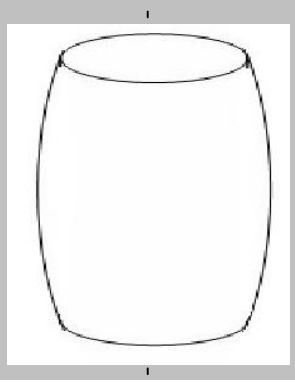
COMPRESSIONE			
Velocità di spostamento (mm/min)			
Press. pori iniziale (kPa)	*90*	*90*	*90*
Tensione efficace iniziale (kPa)	*50*	*100*	*150*
Condizioni a rottura			
Criterio di rottura	*Tensione deviatorica massima*		
Deformazione assiale (%)	*12.22*	*5.58*	*7.63*
Tensione deviatorica corretta (kPa)	*40*	*109*	*208*
Variazione pressione pori (kPa)	*36*	*55*	*58*
Tens. principale efficace maggiore (kPa)	*54*	*154*	*301*
Tens. principale efficace minore (kPa)	*14*	*45*	*93*
Rapporto tens. principali efficaci	*3.90*	*3.43*	*3.24*
Correzione membrana (kPa)	*1.4*	*0.7*	*0.0*
Correzione dreni applicata (kPa)	*10.0*	*10.0*	*10.0*

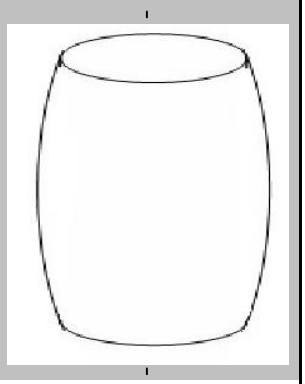
Parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci (ottenuti dai parametri s' e t):
Coesione (kPa) : *3.3* Angolo di resistenza al taglio (°) : *31.0*

Misure finali			
Contenuto d'acqua (%)	*4.6*	*30*	*37*
Peso di volume (Mg/m³)	*1.51*	*1.77*	*1.93*

Provini dopo la rottura







Tipo di rottura	*botte*	*botte*	*botte*

Eseguito		Verificato		Approvato	
Data		Data		Data	

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

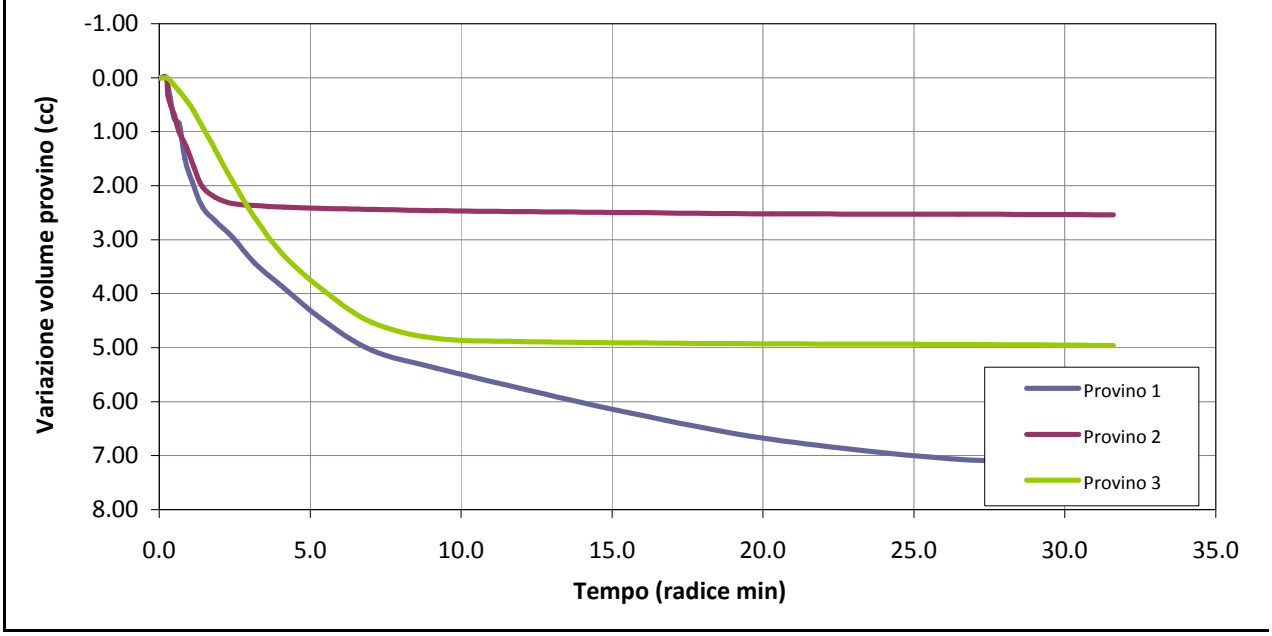
SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

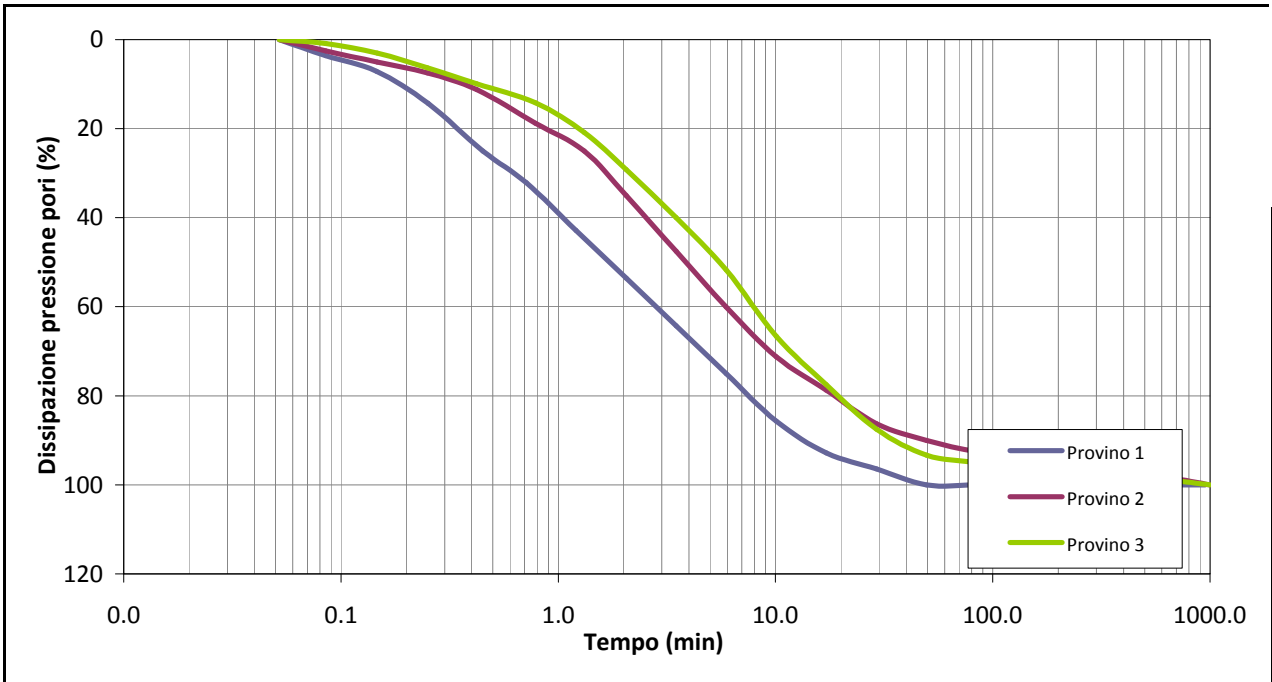
Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri S

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
RAPPORTO DI PROVA - CONSOLIDAZIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*





Eseguito		Verificato		Approvato	
Data		Data		Data	

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

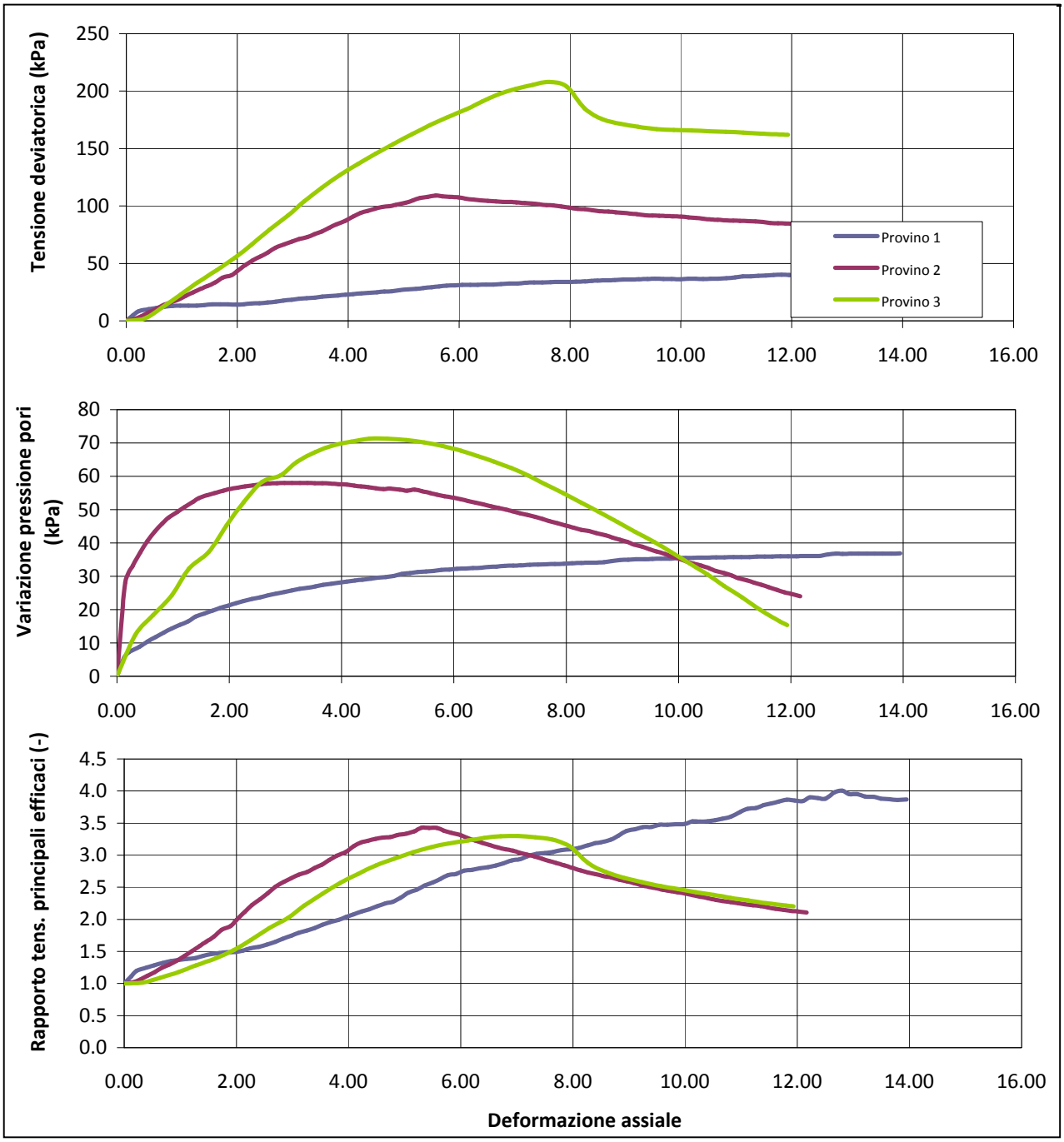
SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri S

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
RAPPORTO DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*



Eseguito		Verificato		Approvato	
Data		Data		Data	

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

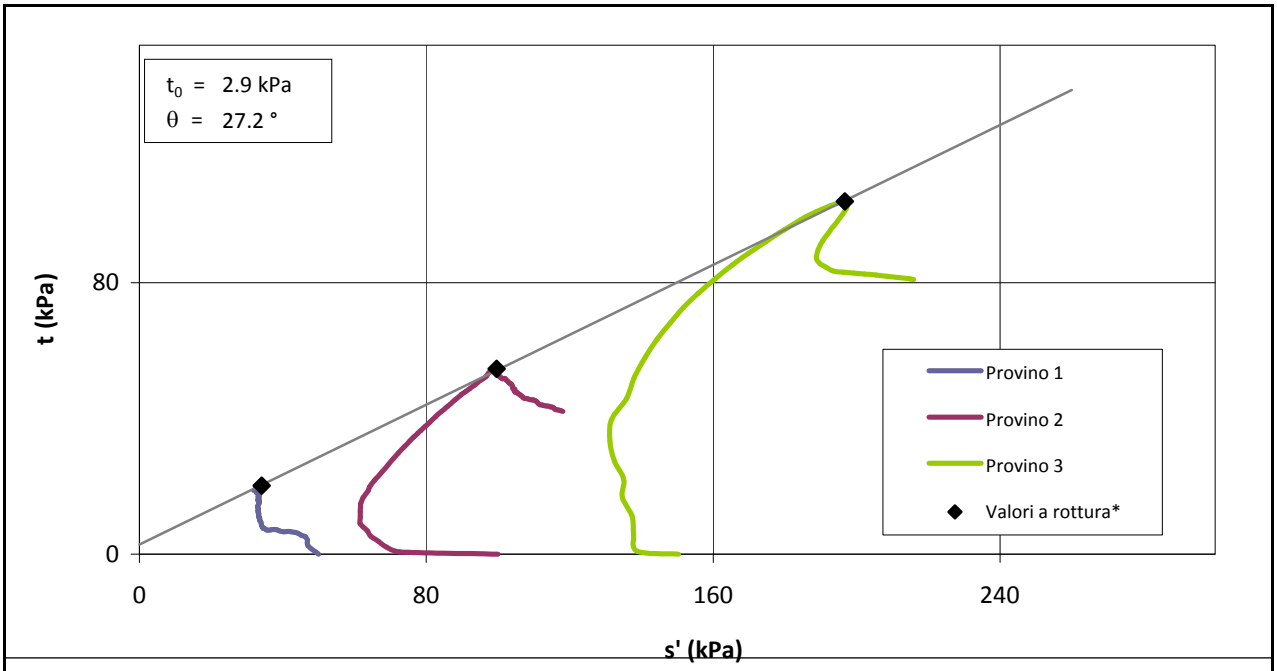
SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

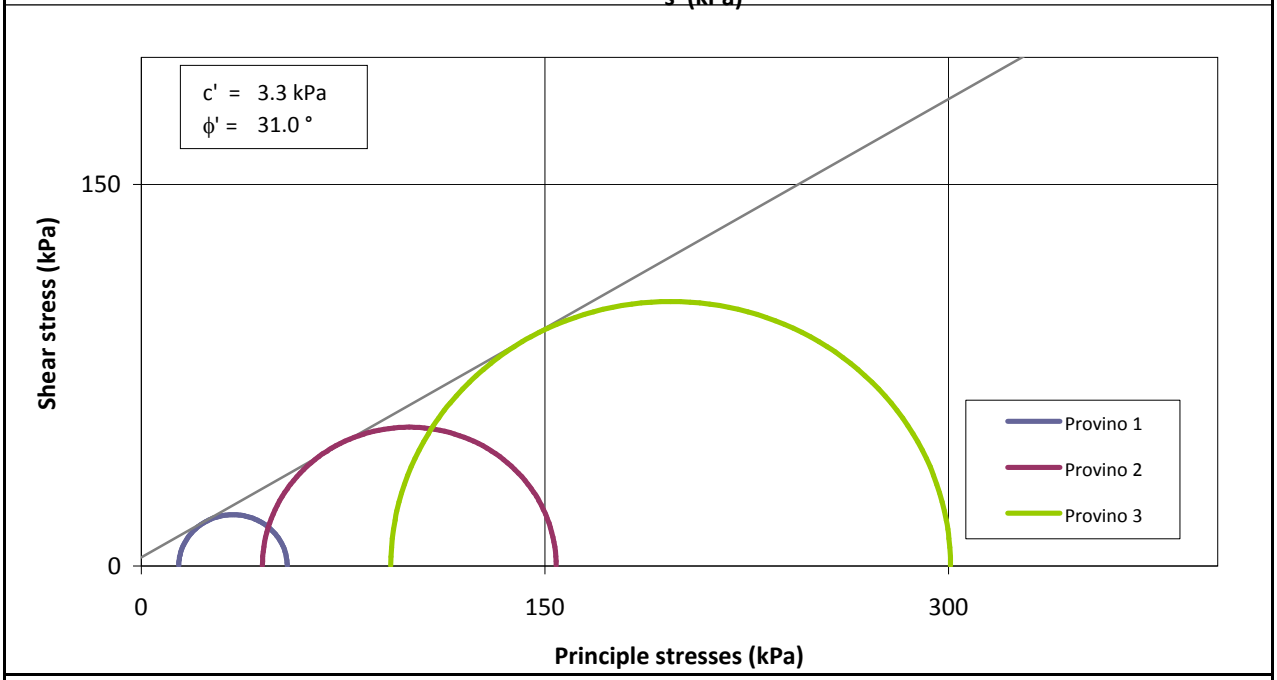
Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri S

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
RAPPORTO DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*





* Criterio di rottura: Tensione deviatorica massima

Eseguito		Verificato		Approvato	
Data		Data		Data	

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - CONSOLIDAZIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 1 **Tensione efficace (kPa)** ***50***

Dati acquisiti						Dati elaborati		
Data	Tempo	Tempo trascorso (min)	Pressione pori (kPa)	Variazione volume Lettura (cc)	Variazione volume Differenza (cc)	Tempo trascorso (radice min)	Pressione pori Differenza (kPa)	Pressione pori Dissipazione (%)
		0.05	*118*	*1.19*	*0.00*	*0.2*	*0*	*0*
		0.09	*117*	*1.05*	*0.14*	*0.3*	*1*	*4*
		0.15	*116*	*0.76*	*0.43*	*0.4*	*2*	*7*
		0.25	*114*	*0.43*	*0.76*	*0.5*	*4*	*14*
		0.45	*111*	*0.33*	*0.86*	*0.7*	*7*	*25*
		0.71	*109*	*-0.31*	*1.50*	*0.8*	*9*	*32*
		1.21	*106*	*-0.75*	*1.94*	*1.1*	*12*	*43*
		2.05	*103*	*-1.21*	*2.40*	*1.4*	*15*	*54*
		3.49	*100*	*-1.47*	*2.66*	*1.9*	*18*	*64*
		5.93	*97*	*-1.77*	*2.96*	*2.4*	*21*	*75*
		10.08	*94*	*-2.25*	*3.44*	*3.2*	*24*	*86*
		17.14	*92*	*-2.71*	*3.90*	*4.1*	*26*	*93*
		29.14	*91*	*-3.29*	*4.48*	*5.4*	*27*	*96*
		49.52	*90*	*-3.86*	*5.05*	*7.0*	*28*	*100*
		84.19	*90*	*-4.19*	*5.38*	*9.2*	*28*	*100*
		143.12	*90*	*-4.56*	*5.75*	*12.0*	*28*	*100*
		243.31	*90*	*-5.02*	*6.21*	*15.6*	*28*	*100*
		413.62	*90*	*-5.51*	*6.70*	*20.3*	*28*	*100*
		703.16	*90*	*-5.88*	*7.07*	*26.5*	*28*	*100*
		950.18	*90*	*-5.91*	*7.10*	*30.8*	*28*	*100*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 1 **Tensione efficace (kPa)** ***50***

Dati acquisiti			Dati elaborati					
Spost. asssiale (mm)	Forza assiale (N)	Pressione pori (kPa)	Variaz. altezza (mm)	Variaz. Forza (N)	Deformazione assiale (%)	Sezione (mm^2)	Variazione pressione pori (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
0.00	*0.0*	*90*	*0.00*	*0.0*	*0.00*	*1078.0*	*0*	*0.0*
0.09	*5.9*	*95*	*0.09*	*5.9*	*0.12*	*1079.3*	*5*	*5.5*
0.16	*10.2*	*97*	*0.16*	*10.2*	*0.22*	*1080.4*	*7*	*9.4*
0.30	*13.4*	*99*	*0.30*	*13.4*	*0.40*	*1082.4*	*9*	*12.4*
0.40	*15.1*	*100*	*0.40*	*15.1*	*0.54*	*1083.8*	*10*	*13.9*
0.51	*17.1*	*102*	*0.51*	*17.1*	*0.69*	*1085.4*	*12*	*15.8*
0.62	*18.7*	*103*	*0.62*	*18.7*	*0.84*	*1087.1*	*13*	*17.2*
0.72	*19.7*	*104*	*0.72*	*19.7*	*0.97*	*1088.5*	*14*	*18.1*
0.83	*20.8*	*105*	*0.83*	*20.8*	*1.12*	*1090.2*	*15*	*19.1*
0.94	*21.6*	*107*	*0.94*	*21.6*	*1.27*	*1091.8*	*17*	*19.8*
1.04	*22.9*	*108*	*1.04*	*22.9*	*1.40*	*1093.3*	*18*	*20.9*
1.15	*24.4*	*109*	*1.15*	*24.4*	*1.55*	*1095.0*	*19*	*22.3*
1.26	*25.4*	*110*	*1.26*	*25.4*	*1.70*	*1096.6*	*20*	*23.2*
1.36	*26.1*	*111*	*1.36*	*26.1*	*1.83*	*1098.1*	*21*	*23.8*
1.47	*26.8*	*111*	*1.47*	*26.8*	*1.98*	*1099.8*	*21*	*24.4*
1.57	*27.2*	*112*	*1.57*	*27.2*	*2.12*	*1101.3*	*22*	*24.7*
1.67	*27.9*	*113*	*1.67*	*27.9*	*2.25*	*1102.8*	*23*	*25.3*
1.78	*28.3*	*113*	*1.78*	*28.3*	*2.40*	*1104.5*	*23*	*25.6*
1.89	*29.1*	*114*	*1.89*	*29.1*	*2.55*	*1106.2*	*24*	*26.3*
2.00	*30.0*	*114*	*2.00*	*30.0*	*2.70*	*1107.9*	*24*	*27.1*
2.10	*31.0*	*115*	*2.10*	*31.0*	*2.83*	*1109.4*	*25*	*27.9*
2.21	*32.0*	*115*	*2.21*	*32.0*	*2.98*	*1111.1*	*25*	*28.8*
2.31	*32.9*	*116*	*2.31*	*32.9*	*3.12*	*1112.6*	*26*	*29.6*
2.41	*33.5*	*116*	*2.41*	*33.5*	*3.25*	*1114.2*	*26*	*30.1*
2.52	*34.2*	*117*	*2.52*	*34.2*	*3.40*	*1115.9*	*27*	*30.6*
2.62	*35.2*	*117*	*2.62*	*35.2*	*3.53*	*1117.5*	*27*	*31.5*
2.72	*35.9*	*117*	*2.72*	*35.9*	*3.67*	*1119.0*	*27*	*32.1*
2.83	*36.4*	*118*	*2.83*	*36.4*	*3.82*	*1120.8*	*28*	*32.5*
2.93	*37.3*	*118*	*2.93*	*37.3*	*3.95*	*1122.3*	*28*	*33.2*
3.03	*38.0*	*118*	*3.03*	*38.0*	*4.09*	*1123.9*	*28*	*33.8*
3.14	*38.8*	*119*	*3.14*	*38.8*	*4.24*	*1125.7*	*29*	*34.5*
3.24	*39.3*	*119*	*3.24*	*39.3*	*4.37*	*1127.2*	*29*	*34.9*
3.35	*40.1*	*119*	*3.35*	*40.1*	*4.52*	*1129.0*	*29*	*35.5*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 1 **Tensione efficace (kPa)** ***50***

Dati acquisiti			Dati elaborati					
Spost. asssiale (mm)	Forza assiale (N)	Pressione pori (kPa)	Variaz. altezza (mm)	Variaz. Forza (N)	Deformazione assiale (%)	Sezione (mm^2)	Variazione pressione pori (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
3.45	*40.8*	*120*	*3.45*	*40.8*	*4.65*	*1130.6*	*30*	*36.1*
3.55	*41.1*	*120*	*3.55*	*41.1*	*4.79*	*1132.2*	*30*	*36.3*
3.65	*42.2*	*120*	*3.65*	*42.2*	*4.92*	*1133.8*	*30*	*37.2*
3.76	*43.2*	*121*	*3.76*	*43.2*	*5.07*	*1135.6*	*31*	*38.0*
3.87	*43.8*	*121*	*3.87*	*43.8*	*5.22*	*1137.4*	*31*	*38.5*
3.97	*44.7*	*121*	*3.97*	*44.7*	*5.36*	*1139.0*	*31*	*39.2*
4.08	*45.6*	*121*	*4.08*	*45.6*	*5.50*	*1140.8*	*31*	*40.0*
4.18	*46.5*	*122*	*4.18*	*46.5*	*5.64*	*1142.4*	*32*	*40.7*
4.28	*47.2*	*122*	*4.28*	*47.2*	*5.77*	*1144.0*	*32*	*41.3*
4.39	*47.6*	*122*	*4.39*	*47.6*	*5.92*	*1145.8*	*32*	*41.5*
4.49	*48.3*	*122*	*4.49*	*48.3*	*6.06*	*1147.5*	*32*	*42.1*
4.60	*48.4*	*122*	*4.60*	*48.4*	*6.21*	*1149.3*	*32*	*42.1*
4.70	*48.6*	*123*	*4.70*	*48.6*	*6.34*	*1151.0*	*33*	*42.2*
4.81	*48.8*	*123*	*4.81*	*48.8*	*6.49*	*1152.8*	*33*	*42.3*
4.91	*49.0*	*123*	*4.91*	*49.0*	*6.62*	*1154.4*	*33*	*42.4*
5.01	*49.5*	*123*	*5.01*	*49.5*	*6.76*	*1156.1*	*33*	*42.8*
5.12	*50.1*	*123*	*5.12*	*50.1*	*6.91*	*1158.0*	*33*	*43.3*
5.23	*50.4*	*123*	*5.23*	*50.4*	*7.06*	*1159.8*	*33*	*43.5*
5.33	*51.1*	*123*	*5.33*	*51.1*	*7.19*	*1161.5*	*33*	*44.0*
5.45	*51.7*	*123*	*5.45*	*51.7*	*7.35*	*1163.5*	*33*	*44.4*
5.56	*51.8*	*124*	*5.56*	*51.8*	*7.50*	*1165.4*	*34*	*44.4*
5.67	*52.0*	*124*	*5.67*	*52.0*	*7.65*	*1167.3*	*34*	*44.5*
5.78	*52.4*	*124*	*5.78*	*52.4*	*7.80*	*1169.1*	*34*	*44.8*
5.90	*52.5*	*124*	*5.90*	*52.5*	*7.96*	*1171.2*	*34*	*44.8*
6.01	*52.8*	*124*	*6.01*	*52.8*	*8.11*	*1173.1*	*34*	*45.0*
6.13	*53.4*	*124*	*6.13*	*53.4*	*8.27*	*1175.2*	*34*	*45.4*
6.22	*53.9*	*124*	*6.22*	*53.9*	*8.39*	*1176.7*	*34*	*45.8*
6.30	*54.2*	*124*	*6.30*	*54.2*	*8.50*	*1178.1*	*34*	*46.0*
6.43	*54.8*	*124*	*6.43*	*54.8*	*8.67*	*1180.4*	*34*	*46.4*
6.53	*55.0*	*125*	*6.53*	*55.0*	*8.81*	*1182.1*	*35*	*46.5*
6.64	*55.6*	*125*	*6.64*	*55.6*	*8.96*	*1184.0*	*35*	*47.0*
6.75	*55.9*	*125*	*6.75*	*55.9*	*9.11*	*1186.0*	*35*	*47.1*
6.85	*56.3*	*125*	*6.85*	*56.3*	*9.24*	*1187.7*	*35*	*47.4*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 1 **Tensione efficace (kPa)** ***50***

Dati elaborati								
Correzione membrana (kPa)	Correzione dreni (kPa)	Tens. deviat. corretta (kPa)	Tensione principale			Parametro A (-)	Parametri stress path	
			Maggiore (σ_1') (kPa)	Minore (σ_3') (kPa)	σ_1'/σ_3' (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	*0.00*	*0.0*	*50.0*	*50.0*	*1.00*	*#DIV/0!*	*50.0*	*0.0*
0.02	*0.61*	*4.8*	*49.4*	*44.6*	*1.11*	*1.11*	*47.0*	*2.4*
0.03	*1.10*	*8.3*	*51.0*	*42.7*	*1.19*	*0.88*	*46.9*	*4.2*
0.06	*2.02*	*10.3*	*51.4*	*41.1*	*1.25*	*0.86*	*46.3*	*5.2*
0.08	*2.69*	*11.2*	*50.8*	*39.6*	*1.28*	*0.93*	*45.2*	*5.6*
0.10	*3.43*	*12.2*	*50.4*	*38.2*	*1.32*	*0.97*	*44.3*	*6.1*
0.12	*4.17*	*12.9*	*49.8*	*36.9*	*1.35*	*1.01*	*43.4*	*6.5*
0.14	*4.84*	*13.1*	*48.8*	*35.7*	*1.37*	*1.09*	*42.3*	*6.6*
0.16	*5.58*	*13.3*	*47.9*	*34.6*	*1.39*	*1.15*	*41.3*	*6.7*
0.18	*6.32*	*13.3*	*46.8*	*33.5*	*1.40*	*1.24*	*40.1*	*6.6*
0.20	*7.00*	*13.8*	*45.9*	*32.1*	*1.43*	*1.30*	*39.0*	*6.9*
0.22	*7.74*	*14.3*	*45.5*	*31.2*	*1.46*	*1.31*	*38.4*	*7.2*
0.24	*8.48*	*14.4*	*44.7*	*30.3*	*1.48*	*1.36*	*37.5*	*7.2*
0.25	*9.15*	*14.4*	*43.9*	*29.5*	*1.49*	*1.43*	*36.7*	*7.2*
0.27	*9.89*	*14.2*	*43.0*	*28.8*	*1.49*	*1.49*	*35.9*	*7.1*
0.29	*9.98*	*14.4*	*42.5*	*28.1*	*1.51*	*1.52*	*35.3*	*7.2*
0.31	*9.98*	*15.0*	*42.4*	*27.4*	*1.55*	*1.51*	*34.9*	*7.5*
0.33	*9.98*	*15.3*	*42.1*	*26.8*	*1.57*	*1.51*	*34.5*	*7.7*
0.35	*9.98*	*16.0*	*42.3*	*26.3*	*1.61*	*1.48*	*34.3*	*8.0*
0.37	*9.98*	*16.7*	*42.4*	*25.7*	*1.65*	*1.45*	*34.1*	*8.4*
0.39	*9.98*	*17.6*	*42.8*	*25.2*	*1.70*	*1.41*	*34.0*	*8.8*
0.41	*9.98*	*18.4*	*43.1*	*24.7*	*1.75*	*1.37*	*33.9*	*9.2*
0.42	*9.98*	*19.2*	*43.4*	*24.2*	*1.79*	*1.35*	*33.8*	*9.6*
0.44	*9.98*	*19.7*	*43.5*	*23.8*	*1.83*	*1.33*	*33.6*	*9.8*
0.46	*9.98*	*20.2*	*43.6*	*23.4*	*1.86*	*1.32*	*33.5*	*10.1*
0.48	*9.98*	*21.0*	*44.0*	*23.0*	*1.92*	*1.28*	*33.5*	*10.5*
0.49	*9.98*	*21.6*	*44.2*	*22.6*	*1.96*	*1.27*	*33.4*	*10.8*
0.51	*9.98*	*22.0*	*44.2*	*22.2*	*1.99*	*1.26*	*33.2*	*11.0*
0.53	*9.98*	*22.7*	*44.6*	*21.9*	*2.04*	*1.24*	*33.3*	*11.4*
0.55	*9.98*	*23.3*	*44.9*	*21.6*	*2.08*	*1.22*	*33.2*	*11.6*
0.57	*9.98*	*23.9*	*45.2*	*21.3*	*2.12*	*1.20*	*33.3*	*12.0*
0.58	*9.98*	*24.3*	*45.3*	*21.0*	*2.16*	*1.19*	*33.2*	*12.2*
0.60	*9.98*	*24.9*	*45.6*	*20.7*	*2.20*	*1.17*	*33.2*	*12.5*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 1 **Tensione efficace (kPa)** ***50***

Dati elaborati								
Correzione membrana (kPa)	Correzione dreni (kPa)	Tens. deviat. corretta (kPa)	Tensione principale			Parametro A (-)	Parametri stress path	
			Maggiore (σ_1') (kPa)	Minore (σ_3') (kPa)	σ_1'/σ_3' (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.62	*9.98*	*25.5*	*45.9*	*20.4*	*2.25*	*1.16*	*33.1*	*12.7*
0.63	*9.98*	*25.7*	*45.9*	*20.2*	*2.27*	*1.16*	*33.0*	*12.8*
0.65	*9.98*	*26.6*	*46.5*	*19.9*	*2.34*	*1.13*	*33.2*	*13.3*
0.67	*9.98*	*27.4*	*46.7*	*19.3*	*2.42*	*1.12*	*33.0*	*13.7*
0.69	*9.98*	*27.9*	*46.9*	*19.0*	*2.47*	*1.11*	*32.9*	*13.9*
0.70	*9.98*	*28.6*	*47.3*	*18.7*	*2.53*	*1.10*	*33.0*	*14.3*
0.72	*9.98*	*29.3*	*47.9*	*18.6*	*2.57*	*1.07*	*33.2*	*14.6*
0.73	*9.98*	*30.0*	*48.4*	*18.4*	*2.63*	*1.05*	*33.4*	*15.0*
0.75	*9.98*	*30.5*	*48.6*	*18.1*	*2.69*	*1.04*	*33.4*	*15.3*
0.77	*9.98*	*30.8*	*48.8*	*18.0*	*2.71*	*1.04*	*33.4*	*15.4*
0.78	*9.98*	*31.3*	*49.1*	*17.8*	*2.76*	*1.03*	*33.5*	*15.7*
0.80	*9.98*	*31.3*	*49.0*	*17.7*	*2.77*	*1.03*	*33.4*	*15.7*
0.82	*9.98*	*31.4*	*48.9*	*17.5*	*2.80*	*1.03*	*33.2*	*15.7*
0.83	*9.98*	*31.5*	*48.9*	*17.4*	*2.81*	*1.03*	*33.2*	*15.8*
0.85	*9.98*	*31.6*	*48.8*	*17.2*	*2.84*	*1.04*	*33.0*	*15.8*
0.86	*9.98*	*32.0*	*49.1*	*17.1*	*2.87*	*1.03*	*33.1*	*16.0*
0.88	*9.98*	*32.4*	*49.3*	*16.9*	*2.92*	*1.02*	*33.1*	*16.2*
0.90	*9.98*	*32.6*	*49.4*	*16.8*	*2.94*	*1.02*	*33.1*	*16.3*
0.91	*9.98*	*33.1*	*49.8*	*16.7*	*2.98*	*1.01*	*33.3*	*16.6*
0.93	*9.98*	*33.5*	*50.1*	*16.6*	*3.02*	*1.00*	*33.4*	*16.8*
0.95	*9.98*	*33.5*	*50.0*	*16.5*	*3.03*	*1.00*	*33.3*	*16.8*
0.96	*9.98*	*33.6*	*50.0*	*16.4*	*3.05*	*1.00*	*33.2*	*16.8*
0.98	*9.98*	*33.9*	*50.2*	*16.3*	*3.08*	*1.00*	*33.2*	*16.9*
1.00	*9.98*	*33.9*	*50.1*	*16.2*	*3.09*	*1.00*	*33.1*	*16.9*
1.01	*9.98*	*34.0*	*50.1*	*16.1*	*3.11*	*1.00*	*33.1*	*17.0*
1.03	*9.98*	*34.4*	*50.4*	*16.0*	*3.15*	*0.99*	*33.2*	*17.2*
1.04	*9.98*	*34.8*	*50.7*	*15.9*	*3.19*	*0.98*	*33.3*	*17.4*
1.05	*9.98*	*35.0*	*50.9*	*15.9*	*3.20*	*0.97*	*33.4*	*17.5*
1.07	*9.98*	*35.4*	*51.2*	*15.8*	*3.24*	*0.97*	*33.5*	*17.7*
1.09	*9.98*	*35.5*	*50.9*	*15.4*	*3.30*	*0.98*	*33.1*	*17.7*
1.10	*9.98*	*35.9*	*51.0*	*15.1*	*3.38*	*0.97*	*33.0*	*17.9*
1.12	*9.98*	*36.0*	*51.0*	*15.0*	*3.40*	*0.97*	*33.0*	*18.0*
1.13	*9.98*	*36.3*	*51.2*	*14.9*	*3.44*	*0.97*	*33.0*	*18.1*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - CONSOLIDAZIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 2 **Tensione efficace (kPa)** ***100***

Dati acquisiti						Dati elaborati		
Data	Tempo	Tempo trascorso (min)	Pressione pori (kPa)	Variazione volume		Tempo trascorso (radice min)	Pressione pori	
				Lettura (cc)	Differenza (cc)		Differenza (kPa)	Dissipazione (%)
		0.05	*170*	*4.66*	*0.00*	*0.2*	*0*	*0*
		0.09	*168*	*4.98*	*0.32*	*0.3*	*2*	*3*
		0.15	*166*	*5.18*	*0.52*	*0.4*	*4*	*5*
		0.25	*164*	*5.35*	*0.69*	*0.5*	*6*	*8*
		0.42	*161*	*5.65*	*0.99*	*0.6*	*9*	*11*
		0.79	*155*	*5.93*	*1.27*	*0.9*	*15*	*19*
		1.32	*150*	*6.31*	*1.65*	*1.1*	*20*	*25*
		2.05	*142*	*6.68*	*2.02*	*1.4*	*28*	*35*
		3.49	*132*	*6.88*	*2.22*	*1.9*	*38*	*48*
		5.93	*122*	*6.99*	*2.33*	*2.4*	*48*	*60*
		10.08	*113*	*7.03*	*2.37*	*3.2*	*57*	*71*
		17.14	*107*	*7.06*	*2.40*	*4.1*	*63*	*79*
		29.13	*101*	*7.08*	*2.42*	*5.4*	*69*	*86*
		49.53	*98*	*7.10*	*2.44*	*7.0*	*72*	*90*
		84.19	*96*	*7.12*	*2.46*	*9.2*	*74*	*93*
		143.12	*95*	*7.14*	*2.48*	*12.0*	*75*	*94*
		243.31	*93*	*7.16*	*2.50*	*15.6*	*77*	*96*
		413.62	*92*	*7.18*	*2.52*	*20.3*	*78*	*98*
		703.16	*91*	*7.19*	*2.53*	*26.5*	*79*	*99*
		999.27	*90*	*7.20*	*2.54*	*31.6*	*80*	*100*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 2 **Tensione efficace (kPa)** ***100***

Dati acquisiti			Dati elaborati					
Spost. asssiale (mm)	Forza assiale (N)	Pressione pori (kPa)	Variaz. altezza (mm)	Variaz. Forza (N)	Deformazione assiale (%)	Sezione (mm^2)	Variazione pressione pori (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
0.00	*0.0*	*90*	*0.00*	*0.0*	*0.00*	*1117.9*	*0*	*0.0*
0.11	*2.4*	*118.1*	*0.11*	*2.4*	*0.15*	*1119.5*	*28*	*2.1*
0.21	*6.2*	*123.1*	*0.21*	*6.2*	*0.28*	*1121.0*	*33*	*5.5*
0.31	*10.8*	*127.1*	*0.31*	*10.8*	*0.41*	*1122.5*	*37*	*9.6*
0.41	*14.9*	*130.6*	*0.41*	*14.9*	*0.54*	*1124.0*	*41*	*13.3*
0.51	*19.5*	*133.4*	*0.51*	*19.5*	*0.68*	*1125.5*	*43*	*17.3*
0.61	*22.9*	*135.8*	*0.61*	*22.9*	*0.81*	*1127.0*	*46*	*20.3*
0.70	*26.1*	*137.7*	*0.70*	*26.1*	*0.93*	*1128.3*	*48*	*23.1*
0.81	*30.9*	*139.3*	*0.81*	*30.9*	*1.07*	*1130.0*	*49*	*27.3*
0.91	*35.1*	*140.8*	*0.91*	*35.1*	*1.21*	*1131.5*	*51*	*31.0*
1.02	*39.6*	*142.3*	*1.02*	*39.6*	*1.35*	*1133.2*	*52*	*34.9*
1.10	*42.8*	*143.4*	*1.10*	*42.8*	*1.46*	*1134.4*	*53*	*37.7*
1.21	*47.3*	*144.3*	*1.21*	*47.3*	*1.60*	*1136.1*	*54*	*41.6*
1.31	*52.9*	*145.0*	*1.31*	*52.9*	*1.74*	*1137.6*	*55*	*46.5*
1.43	*56.3*	*145.7*	*1.43*	*56.3*	*1.90*	*1139.5*	*56*	*49.4*
1.51	*61.2*	*146.2*	*1.51*	*61.2*	*2.00*	*1140.7*	*56*	*53.7*
1.62	*67.1*	*146.6*	*1.62*	*67.1*	*2.15*	*1142.4*	*57*	*58.7*
1.72	*72.0*	*147.0*	*1.72*	*72.0*	*2.28*	*1143.9*	*57*	*62.9*
1.83	*76.2*	*147.3*	*1.83*	*76.2*	*2.43*	*1145.7*	*57*	*66.5*
1.93	*80.3*	*147.6*	*1.93*	*80.3*	*2.56*	*1147.2*	*58*	*70.0*
2.03	*84.9*	*147.8*	*2.03*	*84.9*	*2.69*	*1148.8*	*58*	*73.9*
2.15	*88.7*	*147.9*	*2.15*	*88.7*	*2.85*	*1150.7*	*58*	*77.1*
2.25	*91.5*	*148.0*	*2.25*	*91.5*	*2.98*	*1152.2*	*58*	*79.4*
2.35	*94.3*	*148.0*	*2.35*	*94.3*	*3.11*	*1153.8*	*58*	*81.7*
2.46	*96.3*	*148.0*	*2.46*	*96.3*	*3.26*	*1155.5*	*58*	*83.3*
2.56	*99.5*	*148.0*	*2.56*	*99.5*	*3.39*	*1157.1*	*58*	*86.0*
2.66	*102.3*	*147.9*	*2.66*	*102.3*	*3.53*	*1158.7*	*58*	*88.3*
2.76	*106.1*	*147.9*	*2.76*	*106.1*	*3.66*	*1160.3*	*58*	*91.4*
2.86	*109.9*	*147.8*	*2.86*	*109.9*	*3.79*	*1161.9*	*58*	*94.6*
2.98	*113.4*	*147.6*	*2.98*	*113.4*	*3.95*	*1163.8*	*58*	*97.4*
3.09	*118.3*	*147.5*	*3.09*	*118.3*	*4.10*	*1165.6*	*58*	*101.5*
3.19	*122.1*	*147.2*	*3.19*	*122.1*	*4.23*	*1167.2*	*57*	*104.6*
3.28	*124.2*	*147.0*	*3.28*	*124.2*	*4.35*	*1168.7*	*57*	*106.3*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 2 **Tensione efficace (kPa)** ***100***

Dati acquisiti			Dati elaborati					
Spost. asssiale (mm)	Forza assiale (N)	Pressione pori (kPa)	Variaz. altezza (mm)	Variaz. Forza (N)	Deformazione assiale (%)	Sezione (mm^2)	Variazione pressione pori (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
3.38	*126.6*	*146.7*	*3.38*	*126.6*	*4.48*	*1170.3*	*57*	*108.2*
3.48	*128.7*	*146.4*	*3.48*	*128.7*	*4.61*	*1171.9*	*56*	*109.8*
3.58	*129.7*	*146.2*	*3.58*	*129.7*	*4.74*	*1173.5*	*56*	*110.5*
3.67	*131.1*	*146.3*	*3.67*	*131.1*	*4.86*	*1175.0*	*56*	*111.6*
3.80	*133.6*	*146.0*	*3.80*	*133.6*	*5.04*	*1177.2*	*56*	*113.5*
3.90	*136.3*	*145.7*	*3.90*	*136.3*	*5.17*	*1178.8*	*56*	*115.6*
4.00	*138.8*	*146.0*	*4.00*	*138.8*	*5.30*	*1180.4*	*56*	*117.6*
4.10	*140.2*	*145.5*	*4.10*	*140.2*	*5.43*	*1182.1*	*56*	*118.6*
4.21	*141.9*	*145.0*	*4.21*	*141.9*	*5.58*	*1183.9*	*55*	*119.9*
4.30	*141.2*	*144.5*	*4.30*	*141.2*	*5.70*	*1185.4*	*55*	*119.1*
4.40	*140.9*	*144.0*	*4.40*	*140.9*	*5.83*	*1187.1*	*54*	*118.7*
4.52	*140.6*	*143.6*	*4.52*	*140.6*	*5.99*	*1189.1*	*54*	*118.2*
4.62	*139.4*	*143.1*	*4.62*	*139.4*	*6.12*	*1190.8*	*53*	*117.1*
4.72	*138.9*	*142.6*	*4.72*	*138.9*	*6.26*	*1192.5*	*53*	*116.5*
4.82	*138.2*	*142.1*	*4.82*	*138.2*	*6.39*	*1194.1*	*52*	*115.7*
4.92	*137.8*	*141.6*	*4.92*	*137.8*	*6.52*	*1195.8*	*52*	*115.2*
5.03	*137.5*	*141.0*	*5.03*	*137.5*	*6.67*	*1197.7*	*51*	*114.8*
5.13	*137.1*	*140.5*	*5.13*	*137.1*	*6.80*	*1199.4*	*51*	*114.3*
5.23	*137.5*	*140.0*	*5.23*	*137.5*	*6.93*	*1201.1*	*50*	*114.5*
5.31	*137.1*	*139.5*	*5.31*	*137.1*	*7.04*	*1202.5*	*50*	*114.0*
5.42	*136.6*	*138.9*	*5.42*	*136.6*	*7.18*	*1204.4*	*49*	*113.4*
5.52	*136.3*	*138*	*5.52*	*136.3*	*7.32*	*1206.1*	*48*	*113.0*
5.62	*135.8*	*138*	*5.62*	*135.8*	*7.45*	*1207.8*	*48*	*112.4*
5.72	*135.2*	*137*	*5.72*	*135.2*	*7.58*	*1209.6*	*47*	*111.8*
5.81	*134.9*	*137*	*5.81*	*134.9*	*7.70*	*1211.1*	*47*	*111.4*
5.92	*134.2*	*136*	*5.92*	*134.2*	*7.85*	*1213.0*	*46*	*110.6*
6.02	*133.3*	*135*	*6.02*	*133.3*	*7.98*	*1214.8*	*45*	*109.7*
6.14	*132.1*	*135*	*6.14*	*132.1*	*8.14*	*1216.9*	*45*	*108.6*
6.24	*131.8*	*134*	*6.24*	*131.8*	*8.27*	*1218.6*	*44*	*108.2*
6.34	*130.9*	*134*	*6.34*	*130.9*	*8.40*	*1220.4*	*44*	*107.3*
6.44	*130.2*	*133*	*6.44*	*130.2*	*8.53*	*1222.2*	*43*	*106.5*
6.56	*130.1*	*132*	*6.56*	*130.1*	*8.69*	*1224.3*	*42*	*106.3*
6.66	*129.5*	*132*	*6.66*	*129.5*	*8.83*	*1226.1*	*42*	*105.6*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 2 **Tensione efficace (kPa)** ***100***

Dati elaborati								
Correzione membrana (kPa)	Correzione dreni (kPa)	Tens. deviat. corretta (kPa)	Tensione principale			Parametro A (-)	Parametri stress path	
			Maggiore (σ_1') (kPa)	Minore (σ_3') (kPa)	σ_1'/σ_3' (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	*0.00*	*0.0*	*100.0*	*100.0*	*1.00*	*#DIV/0!*	*100.0*	*0.0*
0.02	*0.73*	*1.4*	*73.3*	*71.9*	*1.02*	*20.13*	*72.6*	*0.7*
0.04	*1.39*	*4.1*	*71.0*	*66.9*	*1.06*	*8.07*	*69.0*	*2.1*
0.06	*2.05*	*7.5*	*70.4*	*62.9*	*1.12*	*4.94*	*66.7*	*3.8*
0.08	*2.71*	*10.5*	*69.9*	*59.4*	*1.18*	*3.88*	*64.6*	*5.2*
0.10	*3.37*	*13.9*	*70.5*	*56.6*	*1.24*	*3.13*	*63.5*	*6.9*
0.11	*4.03*	*16.2*	*70.4*	*54.2*	*1.30*	*2.83*	*62.3*	*8.1*
0.13	*4.63*	*18.4*	*70.7*	*52.3*	*1.35*	*2.60*	*61.5*	*9.2*
0.15	*5.35*	*21.8*	*72.5*	*50.7*	*1.43*	*2.26*	*61.6*	*10.9*
0.17	*6.01*	*24.8*	*74.0*	*49.2*	*1.50*	*2.05*	*61.6*	*12.4*
0.19	*6.74*	*28.0*	*75.7*	*47.7*	*1.59*	*1.87*	*61.7*	*14.0*
0.20	*7.27*	*30.3*	*76.9*	*46.6*	*1.65*	*1.77*	*61.7*	*15.1*
0.22	*8.00*	*33.4*	*79.1*	*45.7*	*1.73*	*1.63*	*62.4*	*16.7*
0.24	*8.66*	*37.6*	*82.6*	*45.0*	*1.84*	*1.46*	*63.8*	*18.8*
0.26	*9.45*	*39.7*	*84.0*	*44.3*	*1.90*	*1.40*	*64.1*	*19.8*
0.28	*9.98*	*43.4*	*87.2*	*43.8*	*1.99*	*1.29*	*65.5*	*21.7*
0.30	*9.98*	*48.5*	*91.9*	*43.4*	*2.12*	*1.17*	*67.6*	*24.2*
0.31	*9.98*	*52.7*	*95.7*	*43.0*	*2.22*	*1.08*	*69.3*	*26.3*
0.33	*9.98*	*56.2*	*98.9*	*42.7*	*2.32*	*1.02*	*70.8*	*28.1*
0.35	*9.98*	*59.7*	*102.1*	*42.4*	*2.41*	*0.97*	*72.2*	*29.8*
0.37	*9.98*	*63.6*	*105.8*	*42.2*	*2.51*	*0.91*	*74.0*	*31.8*
0.39	*9.98*	*66.7*	*108.8*	*42.1*	*2.58*	*0.87*	*75.5*	*33.4*
0.41	*9.98*	*69.0*	*111.0*	*42.0*	*2.64*	*0.84*	*76.5*	*34.5*
0.42	*9.98*	*71.3*	*113.3*	*42.0*	*2.70*	*0.81*	*77.7*	*35.7*
0.44	*9.98*	*72.9*	*114.9*	*42.0*	*2.74*	*0.80*	*78.5*	*36.5*
0.46	*9.98*	*75.6*	*117.6*	*42.0*	*2.80*	*0.77*	*79.8*	*37.8*
0.48	*9.98*	*77.8*	*119.9*	*42.1*	*2.85*	*0.74*	*81.0*	*38.9*
0.49	*9.98*	*81.0*	*123.1*	*42.1*	*2.92*	*0.72*	*82.6*	*40.5*
0.51	*9.98*	*84.1*	*126.3*	*42.2*	*2.99*	*0.69*	*84.3*	*42.1*
0.53	*9.98*	*86.9*	*129.3*	*42.4*	*3.05*	*0.66*	*85.9*	*43.5*
0.55	*9.98*	*91.0*	*133.5*	*42.5*	*3.14*	*0.63*	*88.0*	*45.5*
0.56	*9.98*	*94.1*	*136.9*	*42.8*	*3.20*	*0.61*	*89.8*	*47.0*
0.58	*9.98*	*95.7*	*138.7*	*43.0*	*3.23*	*0.60*	*90.9*	*47.9*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 2 **Tensione efficace (kPa)** ***100***

Dati elaborati								
Correzione membrana (kPa)	Correzione dreni (kPa)	Tens. deviat. corretta (kPa)	Tensione principale			Parametro A (-)	Parametri stress path	
			Maggiore (σ_1') (kPa)	Minore (σ_3') (kPa)	σ_1'/σ_3' (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.60	*9.98*	*97.6*	*140.9*	*43.3*	*3.25*	*0.58*	*92.1*	*48.8*
0.61	*9.98*	*99.2*	*142.8*	*43.6*	*3.28*	*0.57*	*93.2*	*49.6*
0.63	*9.98*	*99.9*	*143.7*	*43.8*	*3.28*	*0.56*	*93.8*	*50.0*
0.64	*9.98*	*101.0*	*144.7*	*43.7*	*3.31*	*0.56*	*94.2*	*50.5*
0.66	*9.98*	*102.9*	*146.9*	*44.0*	*3.34*	*0.54*	*95.4*	*51.4*
0.68	*9.98*	*105.0*	*149.3*	*44.3*	*3.37*	*0.53*	*96.8*	*52.5*
0.69	*9.98*	*106.9*	*150.9*	*44.0*	*3.43*	*0.52*	*97.5*	*53.5*
0.71	*9.98*	*107.9*	*152.4*	*44.5*	*3.43*	*0.51*	*98.5*	*54.0*
0.73	*9.98*	*109.2*	*154.2*	*45.0*	*3.43*	*0.50*	*99.6*	*54.6*
0.74	*9.98*	*108.4*	*153.9*	*45.5*	*3.38*	*0.50*	*99.7*	*54.2*
0.76	*9.98*	*108.0*	*154.0*	*46.0*	*3.35*	*0.50*	*100.0*	*54.0*
0.78	*9.98*	*107.5*	*153.9*	*46.4*	*3.32*	*0.50*	*100.1*	*53.7*
0.79	*9.98*	*106.3*	*153.2*	*46.9*	*3.27*	*0.50*	*100.1*	*53.2*
0.81	*9.98*	*105.7*	*153.1*	*47.4*	*3.23*	*0.50*	*100.3*	*52.9*
0.82	*9.98*	*104.9*	*152.8*	*47.9*	*3.19*	*0.50*	*100.4*	*52.5*
0.84	*9.98*	*104.4*	*152.8*	*48.4*	*3.16*	*0.49*	*100.6*	*52.2*
0.85	*9.98*	*104.0*	*153.0*	*49.0*	*3.12*	*0.49*	*101.0*	*52.0*
0.87	*9.98*	*103.5*	*153.0*	*49.5*	*3.09*	*0.49*	*101.2*	*51.7*
0.88	*9.98*	*103.6*	*153.6*	*50.0*	*3.07*	*0.48*	*101.8*	*51.8*
0.89	*9.98*	*103.1*	*153.6*	*50.5*	*3.04*	*0.48*	*102.1*	*51.6*
0.91	*9.98*	*102.5*	*153.6*	*51.1*	*3.01*	*0.48*	*102.4*	*51.3*
0.93	*9.98*	*102.1*	*153.7*	*51.6*	*2.98*	*0.47*	*102.7*	*51.1*
0.94	*9.98*	*101.5*	*153.7*	*52.2*	*2.94*	*0.47*	*103.0*	*50.8*
0.95	*9.98*	*100.8*	*153.6*	*52.8*	*2.91*	*0.47*	*103.2*	*50.4*
0.97	*9.98*	*100.4*	*153.8*	*53.4*	*2.88*	*0.46*	*103.6*	*50.2*
0.98	*9.98*	*99.7*	*153.8*	*54.1*	*2.84*	*0.46*	*103.9*	*49.8*
1.00	*9.98*	*98.8*	*153.5*	*54.7*	*2.81*	*0.46*	*104.1*	*49.4*
1.01	*9.98*	*97.6*	*153.0*	*55.4*	*2.76*	*0.46*	*104.2*	*48.8*
1.03	*9.98*	*97.1*	*153.2*	*56.1*	*2.73*	*0.45*	*104.7*	*48.6*
1.04	*9.98*	*96.2*	*152.6*	*56.4*	*2.71*	*0.45*	*104.5*	*48.1*
1.06	*9.98*	*95.5*	*152.5*	*57.0*	*2.68*	*0.45*	*104.7*	*47.7*
1.07	*9.98*	*95.2*	*152.9*	*57.7*	*2.65*	*0.44*	*105.3*	*47.6*
1.09	*9.98*	*94.6*	*153.0*	*58.4*	*2.62*	*0.44*	*105.7*	*47.3*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr.Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - CONSOLIDAZIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 3 **Tensione efficace (kPa)** ***150***

Dati acquisiti						Dati elaborati		
Data	Tempo	Tempo trascorso (min)	Pressione pori (kPa)	Variazione volume Lettura (cc)	Variazione volume Differenza (cc)	Tempo trascorso (radice min)	Pressione pori Differenza (kPa)	Pressione pori Dissipazione (%)
		0.05	*210*	*-0.29*	*0.00*	*0.2*	*0*	*0*
		0.09	*209*	*-0.30*	*0.01*	*0.3*	*1*	*1*
		0.15	*206*	*-0.35*	*0.06*	*0.4*	*4*	*3*
		0.25	*202*	*-0.43*	*0.14*	*0.5*	*8*	*6*
		0.42	*198*	*-0.53*	*0.24*	*0.6*	*12*	*10*
		0.79	*193*	*-0.70*	*0.41*	*0.9*	*17*	*14*
		1.32	*185*	*-0.91*	*0.62*	*1.1*	*25*	*21*
		2.05	*175*	*-1.20*	*0.91*	*1.4*	*35*	*29*
		3.49	*162*	*-1.64*	*1.35*	*1.9*	*48*	*40*
		5.93	*148*	*-2.22*	*1.93*	*2.4*	*62*	*52*
		10.08	*130*	*-2.89*	*2.60*	*3.2*	*80*	*67*
		17.14	*117*	*-3.59*	*3.30*	*4.1*	*93*	*78*
		29.13	*105*	*-4.21*	*3.92*	*5.4*	*105*	*88*
		49.53	*98*	*-4.82*	*4.53*	*7.0*	*112*	*93*
		84.19	*96*	*-5.12*	*4.83*	*9.2*	*114*	*95*
		143.12	*94*	*-5.18*	*4.89*	*12.0*	*116*	*97*
		243.31	*93*	*-5.20*	*4.91*	*15.6*	*117*	*98*
		413.62	*92*	*-5.22*	*4.93*	*20.3*	*118*	*98*
		703.16	*91*	*-5.23*	*4.94*	*26.5*	*119*	*99*
		999.27	*90*	*-5.25*	*4.96*	*31.6*	*120*	*100*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 3 **Tensione efficace (kPa)** ***150***

Dati acquisiti			Dati elaborati					
Spost. asssiale (mm)	Forza assiale (N)	Pressione pori (kPa)	Variaz. altezza (mm)	Variaz. Forza (N)	Deformazione assiale (%)	Sezione (mm^2)	Variazione pressione pori (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
0.00	*0.0*	*90*	*0.00*	*0.0*	*0.00*	*1096.7*	*0*	*0.0*
0.24	*3.7*	*102*	*0.24*	*3.7*	*0.32*	*1100.2*	*12*	*3.4*
0.48	*16.4*	*108*	*0.48*	*16.4*	*0.64*	*1103.8*	*18*	*14.9*
0.73	*30.5*	*114*	*0.73*	*30.5*	*0.98*	*1107.5*	*24*	*27.5*
0.96	*44.2*	*122*	*0.96*	*44.2*	*1.28*	*1111.0*	*32*	*39.8*
1.22	*58.3*	*127*	*1.22*	*58.3*	*1.63*	*1114.9*	*37*	*52.3*
1.46	*72.3*	*135*	*1.46*	*72.3*	*1.95*	*1118.5*	*45*	*64.6*
1.69	*85.7*	*142*	*1.69*	*85.7*	*2.26*	*1122.1*	*52*	*76.4*
1.93	*100.5*	*148*	*1.93*	*100.5*	*2.58*	*1125.8*	*58*	*89.3*
2.18	*114.9*	*150*	*2.18*	*114.9*	*2.92*	*1129.6*	*60*	*101.7*
2.40	*129.4*	*154*	*2.40*	*129.4*	*3.21*	*1133.1*	*64*	*114.2*
2.64	*143.4*	*157*	*2.64*	*143.4*	*3.53*	*1136.8*	*67*	*126.1*
2.88	*156.1*	*159*	*2.88*	*156.1*	*3.85*	*1140.6*	*69*	*136.9*
3.12	*167.7*	*160*	*3.12*	*167.7*	*4.17*	*1144.5*	*70*	*146.5*
3.36	*178.6*	*161*	*3.36*	*178.6*	*4.49*	*1148.3*	*71*	*155.5*
3.60	*188.8*	*161*	*3.60*	*188.8*	*4.82*	*1152.2*	*71*	*163.9*
3.85	*199.4*	*161*	*3.85*	*199.4*	*5.15*	*1156.3*	*71*	*172.5*
4.09	*209.2*	*160*	*4.09*	*209.2*	*5.47*	*1160.2*	*70*	*180.3*
4.33	*218.0*	*159*	*4.33*	*218.0*	*5.79*	*1164.1*	*69*	*187.3*
4.58	*226.8*	*157*	*4.58*	*226.8*	*6.13*	*1168.3*	*68*	*194.1*
4.80	*235.6*	*156*	*4.80*	*235.6*	*6.42*	*1172.0*	*66*	*201.0*
5.02	*243.7*	*154*	*5.02*	*243.7*	*6.72*	*1175.7*	*64*	*207.3*
5.25	*250.0*	*152*	*5.25*	*250.0*	*7.02*	*1179.5*	*63*	*211.9*
5.48	*254.9*	*150*	*5.48*	*254.9*	*7.33*	*1183.5*	*60*	*215.4*
5.70	*258.8*	*147*	*5.70*	*258.8*	*7.63*	*1187.2*	*58*	*218.0*
5.94	*254.6*	*145*	*5.94*	*254.6*	*7.95*	*1191.4*	*55*	*213.7*
6.18	*232.8*	*142*	*6.18*	*232.8*	*8.27*	*1195.5*	*52*	*194.7*
6.42	*222.6*	*139*	*6.42*	*222.6*	*8.59*	*1199.7*	*49*	*185.5*
6.66	*218.4*	*136*	*6.66*	*218.4*	*8.91*	*1204.0*	*46*	*181.4*
6.90	*216.3*	*133*	*6.90*	*216.3*	*9.23*	*1208.2*	*43*	*179.0*
7.15	*214.5*	*130*	*7.15*	*214.5*	*9.57*	*1212.7*	*40*	*176.9*
7.38	*214.5*	*127*	*7.38*	*214.5*	*9.87*	*1216.8*	*37*	*176.3*
7.62	*214.5*	*124*	*7.62*	*214.5*	*10.19*	*1221.2*	*34*	*175.6*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 3 **Tensione efficace (kPa)** ***150***

Dati acquisiti			Dati elaborati					
Spost. asssiale (mm)	Forza assiale (N)	Pressione pori (kPa)	Variaz. altezza (mm)	Variaz. Forza (N)	Deformazione assiale (%)	Sezione (mm^2)	Variazione pressione pori (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
7.86	*214.5*	*120*	*7.86*	*214.5*	*10.52*	*1225.6*	*31*	*175.0*
8.08	*214.5*	*117*	*8.08*	*214.5*	*10.81*	*1229.6*	*27*	*174.4*
8.32	*214.5*	*113*	*8.32*	*214.5*	*11.13*	*1234.1*	*24*	*173.8*
8.56	*214.3*	*110*	*8.56*	*214.3*	*11.45*	*1238.5*	*20*	*173.0*
8.82	*214.2*	*106*	*8.82*	*214.2*	*11.80*	*1243.4*	*17*	*172.3*
8.92	*214.1*	*105*	*8.92*	*214.1*	*11.93*	*1245.3*	*15*	*171.9*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 3 **Tensione efficace (kPa)** ***150***

Dati elaborati								
Correzione membrana (kPa)	Correzione dreni (kPa)	Tens. deviat. corretta (kPa)	Tensione principale			Parametro A (-)	Parametri stress path	
			Maggiore (σ_1') (kPa)	Minore (σ_3') (kPa)	σ_1'/σ_3' (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	*0.00*	*0.0*	*150.3*	*150.3*	*1.00*	*#DIV/0!*	*150.3*	*0.0*
0.00	*1.60*	*1.8*	*139.8*	*138.0*	*1.01*	*6.98*	*138.9*	*0.9*
0.00	*3.20*	*11.7*	*143.7*	*132.0*	*1.09*	*1.57*	*137.8*	*5.8*
0.00	*4.87*	*22.7*	*148.7*	*126.0*	*1.18*	*1.07*	*137.3*	*11.3*
0.00	*6.41*	*33.4*	*151.4*	*118.0*	*1.28*	*0.97*	*134.7*	*16.7*
0.00	*8.14*	*44.2*	*157.2*	*113.0*	*1.39*	*0.84*	*135.1*	*22.1*
0.00	*9.74*	*54.9*	*159.9*	*105.0*	*1.52*	*0.83*	*132.4*	*27.4*
0.00	*9.98*	*66.4*	*164.4*	*98.0*	*1.68*	*0.79*	*131.2*	*33.2*
0.00	*9.98*	*79.3*	*171.3*	*92.0*	*1.86*	*0.74*	*131.6*	*39.6*
0.00	*9.98*	*91.7*	*181.7*	*90.0*	*2.02*	*0.66*	*135.9*	*45.9*
0.00	*9.98*	*104.2*	*190.1*	*85.9*	*2.21*	*0.62*	*138.0*	*52.1*
0.00	*9.98*	*116.2*	*199.2*	*83.0*	*2.40*	*0.58*	*141.1*	*58.1*
0.00	*9.98*	*126.9*	*207.9*	*81.0*	*2.57*	*0.55*	*144.4*	*63.4*
0.00	*9.98*	*136.6*	*216.5*	*79.9*	*2.71*	*0.52*	*148.2*	*68.3*
0.00	*9.98*	*145.6*	*224.6*	*79.0*	*2.84*	*0.49*	*151.8*	*72.8*
0.00	*9.98*	*153.9*	*232.9*	*79.0*	*2.95*	*0.46*	*155.9*	*76.9*
0.00	*9.98*	*162.5*	*241.9*	*79.4*	*3.05*	*0.44*	*160.6*	*81.2*
0.00	*9.98*	*170.3*	*250.4*	*80.1*	*3.13*	*0.41*	*165.3*	*85.2*
0.00	*9.98*	*177.3*	*258.5*	*81.2*	*3.18*	*0.39*	*169.8*	*88.6*
0.00	*9.98*	*184.2*	*266.8*	*82.6*	*3.23*	*0.37*	*174.7*	*92.1*
0.00	*9.98*	*191.1*	*275.3*	*84.2*	*3.27*	*0.35*	*179.7*	*95.5*
0.00	*9.98*	*197.3*	*283.2*	*85.9*	*3.30*	*0.33*	*184.6*	*98.7*
0.00	*9.98*	*202.0*	*289.8*	*87.8*	*3.30*	*0.31*	*188.8*	*101.0*
0.00	*9.98*	*205.4*	*295.5*	*90.1*	*3.28*	*0.29*	*192.8*	*102.7*
0.00	*9.98*	*208.0*	*300.7*	*92.7*	*3.24*	*0.28*	*196.7*	*104.0*
0.00	*9.98*	*203.7*	*299.0*	*95.3*	*3.14*	*0.27*	*197.2*	*101.9*
0.00	*9.98*	*184.7*	*282.9*	*98.2*	*2.88*	*0.28*	*190.6*	*92.4*
0.00	*9.98*	*175.6*	*276.6*	*101.0*	*2.74*	*0.28*	*188.8*	*87.8*
0.00	*9.98*	*171.4*	*275.4*	*104.0*	*2.65*	*0.27*	*189.7*	*85.7*
0.00	*9.98*	*169.0*	*276.0*	*107.0*	*2.58*	*0.26*	*191.5*	*84.5*
0.00	*9.98*	*166.9*	*276.9*	*110.0*	*2.52*	*0.24*	*193.5*	*83.5*
0.00	*9.98*	*166.3*	*279.4*	*113.1*	*2.47*	*0.22*	*196.3*	*83.2*
0.00	*9.98*	*165.7*	*282.1*	*116.4*	*2.42*	*0.20*	*199.2*	*82.8*

Lo Sperimentatore

Il Direttore
Dr .Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241
e-mail: sgllabo96@gmail.com - www.servizigeotecniciliguri.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Servizi Geotecnici Liguri Srl

PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA CON MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI
Serie di 3 provini - prova eseguita secondo BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7
DATI DI PROVA - COMPRESSIONE

Committente	*Ferretti S.p.A.*		
Cantiere	*Cantieri Ferretti*	Profondità prelievo (m)	*4.50-5.00*
Sondaggio	*S3*	Tipo di campione	*Indisturbato*
Campione	*CI1*	Orientazione provino	*Verticale*

PROVINO 3 **Tensione efficace (kPa)** ***150***

Dati elaborati								
Correzione membrana (kPa)	Correzione dreni (kPa)	Tens. deviat. corretta (kPa)	Tensione principale			Parametro A (-)	Parametri stress path	
			Maggiore (σ_1') (kPa)	Minore (σ_3') (kPa)	σ_1'/σ_3' (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	*9.98*	*165.0*	*284.7*	*119.7*	*2.38*	*0.19*	*202.2*	*82.5*
0.00	*9.98*	*164.5*	*287.7*	*123.2*	*2.33*	*0.16*	*205.4*	*82.2*
0.00	*9.98*	*163.8*	*290.4*	*126.6*	*2.29*	*0.14*	*208.5*	*81.9*
0.00	*9.98*	*163.1*	*293.4*	*130.3*	*2.25*	*0.12*	*211.8*	*81.5*
0.00	*9.98*	*162.3*	*296.1*	*133.8*	*2.21*	*0.10*	*214.9*	*81.1*
0.00	*9.98*	*162.0*	*296.9*	*134.9*	*2.20*	*0.10*	*215.9*	*81.0*