



Il Commissario Straordinario del Governo  
per il recupero e la valorizzazione dell'ex carcere borbonico  
dell'isola di Santo Stefano - Ventotene



Comune di Ventotene  
REGIONE LAZIO

CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO

RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA DI SANTO STEFANO VENTOTENE

Intervento n. 3 'Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano'



STAZIONE APPALTANTE



Agenzia nazionale per l'attrazione  
degli investimenti e lo sviluppo d'impresa SpA

Funzione Servizi di Ingegneria

ATTIVITA' TECNICHE  
Beni Culturali e Architettura  
Arch. Rosa di NUZZO

INVITALIA S.p.a.: Soggetto Attuatore in ottemperanza agli artt. 3 e 8 del Contratto Istituzionale di Sviluppo "Recupero e rifunionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene"

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. ENRICO FUSCO

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE: Dott. Arch. Rosa di NUZZO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA  
Dott. Arch. Massimo BARAGLI

PROGETTAZIONE STRUTTURALE  
Dott. Ing. Letterio SONNESSA

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME  
Dott. Ing. Daniele BENOTTI

RELAZIONE GEOLOGICA  
Dott. Geol. Vincenzo GUIDO

PROGETTAZIONE IMPIANTI  
Dott. Ing. Pierluigi ROSATI  
Dott. Ing. Osvaldo PITORRI

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA  
Dott. Ing. Nunzio LAURO

PROGETTAZIONE AMBIENTALE e PROCEDURE VIA-Vinca  
Dott. Luca DI NARDO

COMPUTI E STIME  
Geom. Luigino D'ANGELANTONIO

RELAZIONE ARCHEOLOGICA: ASPSP Servizi Archeologici snc, Dott.ssa Laura SANNA e Francesco TIBONI

GRUPPO DI LAVORO INTERNO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:  
Dott. Ing. Francesco DE SIMONE  
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR  
Dott. Arch. Lucia PACITTO

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:  
Dott. Ing. Mario D'AMATO  
Dott. Ing. Francesco DI LAURO

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME:  
Dott. Ing. Leonardo GUALCO

PROGETTAZIONE IMPIANTI:  
Sig. Ennio REGNICOLI

RILIEVI E RESTITUZIONE GRAFICA:  
Geom. Gennaro DI MARTINO  
Dott. Ing. Francesco DE SIMONE  
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA  
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR

SUPPORTO TECNICO OPERATIVO

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME:  
3TI Progetti Italia - Ingegneria Integrata SpA  
Dott. Ing. Stefano Luca POSSATI

PROGETTAZIONE AMBIENTALE e  
PROCEDURE VIA-Vinca:  
SETIN Servizi tecnici Infrastrutture s.r.l.  
Dott. Alessandro PIAZZI

PROGETTAZIONE GEOTECNICA:  
STUDIO TECNICO ASSOCIATO - SINTESI  
Dott. Ing. Germano GUIDUCCI

INDAGINI GEOGNOSTICHE :  
Geodes Laboratori  
Dott.ssa M. Gabriella BEVILACQUA

INDAGINI E RILEVAZIONI AMBIENTALI,  
ARCHEOLOGICHE E STRUMENTALI A MARE :  
Enviroconsult srl - Dott. Ing. Roberto SAGGIOMO

INDAGINI SULLE STRUTTURE :  
ICS Centro Sperimentale di Ingegneria Srl  
Dott. Ing. Giuseppe MONTELLA

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO			DATA	NOME	FIRMA
Documenti generali Relazione tecnica sulle indagini geologiche geotecniche e sismiche ----			REDATTO	05/03/2021	GEODES
			VERIFICATO	05/03/2021	SONNESSA-GUIDO
			APPROVATO	05/03/2021	Rosa di NUZZO
			DATA	05-03-2021	CODICE BREVE
			SCALA	----	
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI	CODICE ELABORATO 2017E037INV-01-D-GE-IND001  CODICE FILE 2017E037INV-02-D-GE-IND001.dwg		
Rev. 1	....-....-....	----			
Rev. 2	....-....-....	----			
Rev. 3	....-....-....	----			

GE-IND001

**COMMITTENTE: INVITALIA S.p.A.**  
**SITO DI PROVA: SCALO DELLA MARINELLA**  
**ISOLA DI SANTO STEFANO - VENTOTENE (LT)**

**PROGETTO: SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA A MARE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DEL "CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO - RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA DI SANTO STEFANO VENTOTENE - CIG 8397093C58**



*Signature*  
GEODES LABORATORI SNC  
Prove in Sito Decreto n. 0009596  
Prove in sito Decreto n. 3660  
CSLP - STC

**RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOLOGICHE,  
GEOTECNICHE E SISMICHE - REV I del 07.12.2020**

COMMESSA	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
12/20 B SIT	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G.Bevilacqua
05/20 LAB	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G.Bevilacqua





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

## INDICE

1.) PREMESSA.....	3
2.) UBICAZIONE DELL'AREA.....	4
3.) MODALITA' D'INDAGINE.....	6
4.) SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	9
5.) PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO.....	12
6.) PROBLEMATICHE RICONTRATE DURANTE LA PERFORAZIONE.....	16

### Allegati:

- *Stralcio CTR in scala 1:5000 con ubicazione indagini;*
- *Fascicolo prove in sito - stratigrafie di sondaggio;*
- *Fascicolo prove in sito – report fotografico;*
- *Fascicolo prove di laboratorio geotecnico;*
- *Relazione sul controllo fondale sui punti di perforazione;*
- *Fascicolo prove geofisiche.*



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu)

mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it)

Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

## 1.PREMESSA

Con il presente documento, oltre a ricostruire un sintetico modello dell'assetto geologico del sito, si intendono illustrare le attività svolte in seno alla campagna di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche, per le attività a supporto della progettazione nell'ambito del "Contratto Istituzionale di Sviluppo - Recupero e rifunzionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano, Ventotene" - Intervento n. 3 Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano (CIG 8397093C58), di cui la Scrivente è risultata aggiudicataria come da Determina 198/2020, per conto della Società INVITALIA SPA, con sede in Roma.

Nella presente relazione tecnica, è riportata una sintesi delle attività geognostiche svolte in sito in corrispondenza dello Scalo Marinella, mentre per i risultati specifici si rimanda ai certificati allegati; le prove geofisiche eseguite sono oggetto di relazione dedicata.

Il piano delle indagini è stato interamente sviluppato dalla Committenza; per le prove in sito sono state date indicazioni dalla Direzione Lavori direttamente al geologo responsabile delle attività in sito, il quale ne ha curato lo svolgimento e verificato la fattibilità, costantemente supportato nelle decisioni dalla Stessa.

Stesso dicasi per la pianificazione delle prove di laboratorio geotecnico da eseguire sui campioni prelevati, per le quali la D.L. ha provveduto a definirne quantità e tipologia.

Le indagini sono state effettuate secondo le modalità previste e in conformità alle principali specifiche tecniche di riferimento; il riferimento alla normativa seguita per la singola prova è riportata su ogni certificato.



## 2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto del presente studio è sita sull'isola di Santo Stefano, facente parte del Comune di Ventotene (LT); in particolare le indagini hanno interessato lo scalo della Marinella che rappresenta per vari motivi quello più utilizzato per l'accesso all'isola attualmente parte della "Riserva naturale statale isole di Ventotene e Santo Stefano".



Fig. 1: Isola di Santo Stefano (foto fornita dal Committente)

Nella foto aerea della pagina seguente sono riportate le ubicazione delle prove geognostiche; per comodità di lettura, l'ubicazione delle prove geofisiche è riportata nella relazione dedicata.

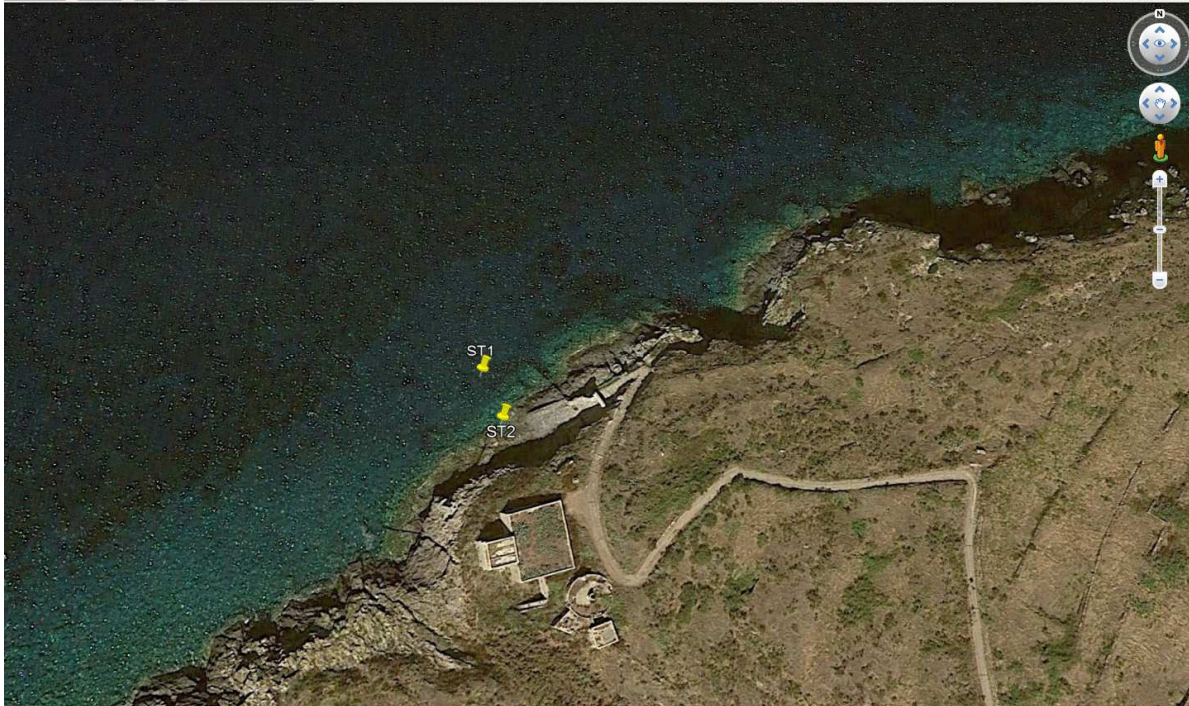


Fig. 2: ubicazione punti di indagini

L'isola di Santo Stefano con una forma grossomodo circolare, fa parte dell'arcipelago delle isole pontine e come il resto dell'arcipelago, ha origine vulcanica e rappresenta una parte dello stesso edificio vulcanico di Ventotene attivo durante il Pleistocene, fino a circa 0.3 Ma. I prodotti di tale vulcanismo affioranti sull'isola sono rappresentati da:

- Formazione di Santo Stefano: costituita da colate laviche con giunti colonnari scoriacei verso il top e un secondo membro costituito da una potente colata piroclastica ricca in pomici chiusa al top da uno strato scoriaceo nero;
- Formazione di Villa Giulia: costituita da flussi piroclastici fonolitico-trachitici (il passaggio con la formazione di Santo Stefano risulta per lo più irregolare, ed è rappresentato da un'alternanza di pomici bianche, livelli cineritici stratificati e paleosuoli di origine piroclastica);



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

- Depositi eolici: presenti per lo più sulle zone sommitali dell'isola, ampiamente segnalati in letteratura, ma obliterati dalla presenza di vegetazione e dalle attività antropiche.

### 3.MODALITA' D'INDAGINE

La campagna geognostica in corrispondenza dello Scalo della Marinella è consistita, nella esecuzione di:

- n. 02 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo a mare con profondità rispettivamente di -23,00 e -22,00 m misurate a partire dal livello medio mare;
- n. 03 prelievi di campione di tipo indisturbato;
- n. 21 prove penetrometriche in foro SPT;
- n. 01 prova sismica di tipo M.A.S.W.;
- n. 01 determinazione del peso specifico dei grani;
- n. 01 determinazione della misura del contenuto di acqua;
- n. 01 analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione;
- n. 01 prova di taglio diretto CD (consolidata-drenata) su campione ricostruito.

Data la necessità di eseguire le indagini direttamente in mare, si è utilizzato un motopontone, partito dal porto di Pozzuoli con a bordo tutta l'attrezzatura necessaria ad eseguire le indagini e le prove richieste dalla D.L.

In prossimità dell'isola si è provveduto ad ormeggiare il pontone nei punti stabiliti presso lo Scalo della Marinella.



Ormeggiato e stabilizzato il pontone, dopo aver verificato la profondità del fondale, si è

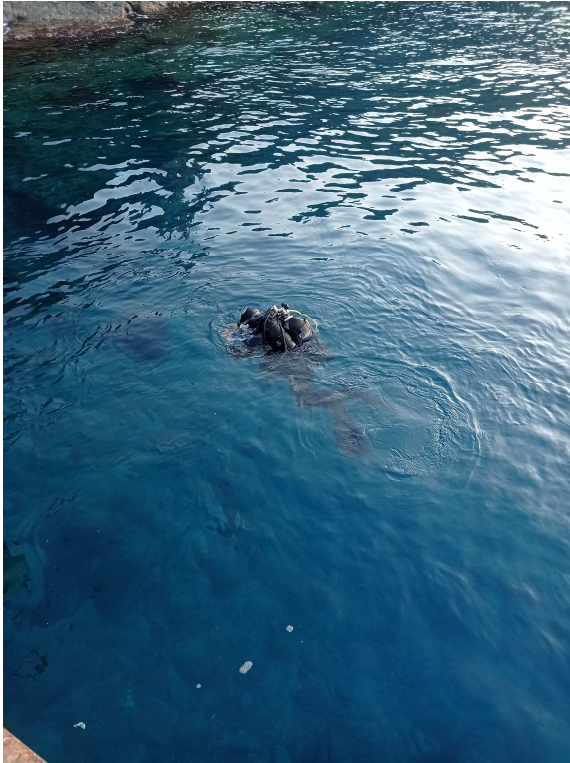


Fig. 3: Operazioni di bonifica

provveduto a far immergere il palombaro per definire l'andamento del fondale, scegliere il punto più adatto alla perforazione, verificare la presenza di eventuali ordigni bellici e la presenza di target archeologici, così come richiesto dalla Committenza con mail del 23/10/2020 come da planimetria di pagina successiva.

Si è provveduto così alla bonifica preliminare alla esecuzione delle operazioni di scavo, del fondo marino i cui risultati sono riassunti nella relazione allegata.

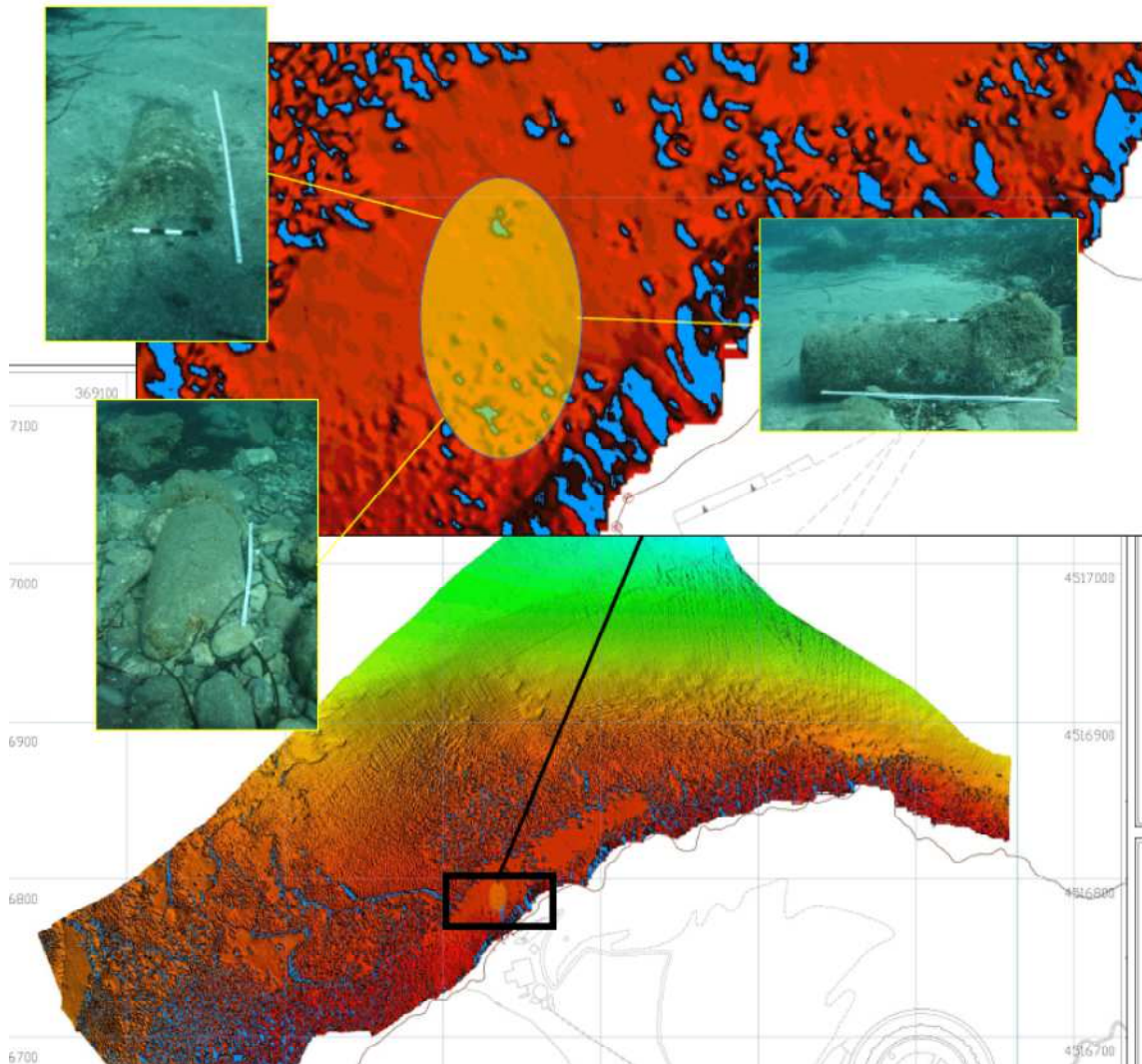


Fig. 4. Planimetria area di bonifica (planimetria fornita dal Committente)

Le principali attrezzature utilizzate in cantiere per l'esecuzione delle indagini geognostiche sono :

- n. 1 sonda idraulica a rotazione BERETTA T46 e n. 1 sonda idraulica a rotazione CMV MK200 a completo funzionamento idraulico, munite di argano per il recupero del carotiere, corredate di tutti gli strumenti e gli accessori necessari per l'esecuzione dei



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

sondaggi, delle prove in foro e del prelievo dei campioni di terreno secondo quanto stabilito dalle norme tecniche;

- Pompa Geomarc 200 triplex a pistoni munita di motore diesel autonomo e cambio marce;
- Freatimetro per misure di livello della falda in foro dotato di puntale per la misurazione della profondità dello stesso e di segnale sonoro per il rilievo della profondità dell'acqua;
- Gruppo elettrogeno;
- Pocket penetrometer per il rilevamento della resistenza alla compressione semplice.

L'assistenza tecnica e professionale e la corretta realizzazione delle indagini è stata garantita dalla presenza di un geologo presente in cantiere per tutta la durata dei lavori.

#### 4.SONDAGGI GEOGNOSTICI

Come già detto in precedenza, sono stati eseguiti n. 02 sondaggi geotecnici direttamente in mare, verticali a rotazione e a carotaggio continuo, dislocati in punti decisi dalla Committenza e ubicati come da planimetria allegata. La seguente tabella riassume le profondità raggiunte nei rispettivi sondaggi.

Sondaggio	ST1	ST2
Profondità investigata (m)	-23.00	-22.00

Si è provveduto a calare una prima tubazione di camice del diametro di 152 mm fino al fondale marino inserendola per circa due metri all'interno del fondale.



All'interno di questa tubazione si è proseguito con una seconda colonna di camice del diametro di 127 mm che sono state spinte fino a fondo foro e l'avanzamento è avvenuto mediante carotieri diametro 101 mm muniti di corona diamantata e manovrati attraverso aste di diametro 76 mm.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti, redatte da un geologo abilitato e presente in cantiere, sono riportate nei certificati allegati, con l'indicazione di tutte le informazioni emerse dai carotaggi, dell'indicazione del tipo e numero di prove eseguite in foro e la data di inizio e fine delle lavorazioni.

#### **4.1) Utensili di perforazione**

I principali utensili di perforazione utilizzati, durante la campagna di indagine, sono stati:  
carotieri semplici diametro 101 mm, di lunghezza pari a 150 cm con corone diamantate;  
carotieri semplici diametro 101 mm, di lunghezza pari a 300 cm con corone diamantate;  
tubi di rivestimento di diametro pari a 152 mm di lunghezza pari a 150 cm;  
tubi di rivestimento di diametro pari a 127 mm di lunghezza pari a 150 cm;  
fustelle in acciaio inox.

#### **4.2) Casette catalogatrici**

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica di dimensioni 0,50x1,00 m, provviste di coperchi e di scomparti divisorii. Sono state utilizzate in totale n. 06 cassette in plastica, capaci di ospitare fino a 5 metri di carote estratte ciascuna. Ogni cassetta è stata segnata sull'interno del coperchio con il numero d'ordine del sondaggio e con le quote prelievo cui il contenuto si riferisce.



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

All'inizio ed alla fine di ogni scomparto è stata segnata la quota di prelievo della carota. Al termine dei lavori, le cassette catalogatrici sono state stoccate in un'area indicata dalla Committenza.

#### **4.3) Prelievo di campioni di terreno per analisi geotecniche**

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati di terreno; il prelievo è stato effettuato mediante il campionatore di tipo Shelby. Ciascun campione indisturbato ha dimensione pari a 80 mm di diametro e 500 mm di lunghezza. La fustella inox è stata sigillata con paraffina liquida, chiusa con tappi e nastro adesivo e contraddistinta con etichetta adesiva indicante committente, cantiere, sondaggio, data di prelievo, numero d'ordine del campione, profondità, orientamento, e conservata lontano dall'esposizione dei raggi solari. I campioni sono stati spediti al laboratorio geotecnico della scrivente entro le normali tempistiche previste dalle normative di riferimento e sono stati sistemati in appositi scaffali e/o conservati all'interno della camera umida.

#### **4.4) Prova Penetrometrica SPT (Standard Penetration Test)**

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate n. 21 prove penetrometriche standard SPT a punta aperta e chiusa. L'attrezzatura utilizzata è un martino standard NENZI con massa battente di peso 63,5 Kg con altezza di caduta pari a 76 cm. Le aste utilizzate collegate al campionatore aventi diametro pari a 50 mm, hanno un peso per metro lineare  $6,5 \text{ Kg} \pm 0,5 \text{ Kg/m}$ . Le prove penetrometriche S.P.T. sono state eseguite nel corso della perforazione, previo controllo della profondità, dello stato del foro e pulizia preliminare. La prova prevede l'annotazione del numero di colpi necessario a far penetrare nel terreno il campionatore per tre successivi tratti di 15 cm. I risultati delle prove eseguite sono riportate



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu)

mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it)

Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

nelle stratigrafie allegate.

## 5. PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Su indicazione della D.L. vista la natura dei terreni campionati, le prove di laboratorio geotecnico appresso descritte sono state eseguite su un solo campione indisturbato; i risultati delle prove di laboratorio sono riportati nel fascicolo allegato.

### 5.1) Descrizione del campione

La descrizione visiva del campione è stata eseguita cercando di fornire i dati significativi essenziali per una corretta interpretazione dei risultati delle successive prove, quali:

- dati identificativi dello stesso;
- dimensioni del campione;
- colore dominante con eventuali sfumature o venature;
- struttura (se riconoscibile);
- grado di umidità;
- composizione granulometrica dominante e frazioni successive, utilizzando il prefisso "con" se la frazione successiva è compresa tra il 50% ed il 25%, il suffisso "oso" se tale frazione è compresa tra il 25% ed il 15% oppure il suffisso "debolmente oso" se è compresa tra il 15% ed il 5% (raccomandazioni AGI, 1977);
- eventuale presenza di materiale organico, di strutture subordinate e di superfici di discontinuità o di scorrimento;
- grado di omogeneità del campione.

Data la composizione granulometrica del campione ed il suo stato di addensamento non è stato possibile, la prova di resistenza al penetrometro tascabile (Rp), in base alla quale



valutare il grado di consistenza o di compattezza.

## 5.2) Preparazione dei provini

In base alla natura del materiale, alle richieste della D.L., alle dimensioni e alle condizioni del campione si è proceduto al confezionamento dei provini da sottoporre a prove geomeccaniche. Tale confezionamento, di norma avviene mediante operazione di "triming" adottando come strumenti di taglio, coltelli perfettamente affilati o seghetti a filo di acciaio. Si procede quindi al fustellamento verticale, utilizzando apposite fustelle a pareti sottili in acciaio inox, di dimensioni interne pari a quelle del provino, dotate di scarpa a bordo tagliente e spalmate di olio o grasso al fine di facilitarne l'estrusione. L'attrezzatura di spinta è costituita da un sistema meccanico a leva manuale con guida centrale, che garantisce la verticalità dell'operazione stessa. Le parti del campione non utilizzate in fase di preparazione dei provini sono state avvolte in pellicola ed alloggiare in camera umida.

## 5.3) Determinazione della misura del contenuto di acqua

La determinazione del contenuto naturale di acqua è stata eseguita per ogni provino, pesando una certa quantità di materiale (P1) e mettendolo in forno a 110° fino a completo essiccamento (peso costante = P2). L'umidità naturale percentuale si ottiene quindi dalla relazione:

$$W_n = (P1-P2)/P2*100$$

La prova viene eseguita su due provini. I risultati sono riportati sull'apposito certificato allegato.

## 5.4) Peso specifico dei Grani

Il peso specifico dei grani è stato determinato con l'impiego di picnometri della capacità adeguata alle dimensioni max dei grani e bilancia di precisione, su una quantità opportuna di materiale essiccato in forno a 110°. La prova viene eseguita su due provini. I risultati sono riportati sull'apposito certificato allegato.

### **5.5) Analisi granulometrica**

La distribuzione granulometrica dei terreni in esame è stata determinata mediante setacciatura per via umida della frazione trattenuta al setaccio 200 ASTM (0.075 mm) su una quantità di materiale rappresentativa determinata in base alla dimensione massima dell'aggregato. L'analisi granulometrica della frazione fine (passante al setaccio 200 ASTM), è stata eseguita mediante determinazione aerometrica, risalendo cioè indirettamente al diametro delle particelle misurandone il tempo di sedimentazione all'interno di un cilindro tarato (legge di Stokes). La prova è stata eseguita in locale tranquillo e a temperatura controllata, utilizzando come deflocculante una soluzione di sodio esametafosfato al 40% in peso. I risultati sono riportati sull'apposito certificato allegato.

### **5.6) Prova di taglio diretto consolidata drenata**

La prova di taglio diretto è stata eseguita utilizzando 3 scatole di Casagrande di forma quadrata, su tre provini consolidati sotto un diverso carico verticale per il tempo necessario affinché i comparatori raggiungano la stabilizzazione. La scatola di Casagrande è costituita da due telai orizzontali, che possono scorrere uno rispetto all'altro con velocità di avanzamento costante. Le sollecitazioni applicate sono costituite dal carico verticale N e dalla forza di taglio orizzontale T, e nel corso della prova vengono misurati gli spostamenti verticali del provino e gli spostamenti relativi tra i due telai orizzontali., I provini, con una



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu)

mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it)

Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

superficie di 36.00 cmq sono stati posti all'interno delle scatole di Casagrande, ed alloggiati nelle rispettive sedi che successivamente sono state riempite di acqua distillata, fino a completa immersione dei provini stessi. E' stato quindi applicato a ciascun provino un carico verticale prestabilito, dando inizio alla fase di consolidazione. Per la fase di taglio si è adottata una velocità di avanzamento in funzione del tempo di consolidazione  $t_{100}$  (metodo di Bishop ed Henkel, 1962), tale da garantire la totale dissipazione delle pressioni interstiziali per tutta la durata della prova. Durante la prova di taglio sono stati rilevati, dal personale tecnico e dal sistema di acquisizione, i parametri di prova (sforzi, deformazioni orizzontali e deformazioni verticali), che annotati sul rapporto di prova, successivamente sono stati elaborati, stampati ed archiviati.

Fase di consolidazione La consolidazione è stata eseguita in modo isotropo ( $\sigma_1 = \sigma_3$ ), allo scopo di portare ogni provino ad un diverso stato di tensioni efficaci. Le pressioni di consolidazione vengono generalmente stabilite in funzione del problema geotecnico o delle richieste del Committente. In mancanza di indicazioni precise si assumono pressioni di consolidazione all'intorno delle pressioni geostatiche. La durata della fase di consolidazione dipende dal tipo di materiale, e può variare da un minimo di 1-2 ore per le sabbie a 24-72 ore per le argille.

Rottura La fase di rottura è stata eseguita in condizioni di pressioni di cella costanti, portando i tre provini a rottura per compressione a velocità costante. Tale velocità è stata calcolata tenendo conto di varie condizioni e parametri quali: tipo di prova, deformazione prevista a rottura e tempo di consolidazione  $t_{100}$  (Bishop ed Henker; 1962). La prova si ritiene ultimata quando l'andamento della curva "sforzi-deformazioni" assume un





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

andamento discendente oppure, in caso contrario, quando si raggiunge il 20% di deformazione assiale. I risultati sono riportati sull'apposito certificato allegato.

### 5.7) Acquisizione ed elaborazione dati

Il nostro laboratorio dispone di un sistema elettronico di acquisizione dei dati e di personale tecnico addetto al controllo di quest'ultimo. Questo sistema permette di seguire passo-passo l'andamento delle prove nel tempo senza vuoti temporali, e di identificare istantaneamente eventuali anomalie in corso prova. Il laboratorio dispone inoltre di un pacchetto software per l'elaborazione, la stampa e l'archiviazione dei dati acquisiti.

## 6. PROBLEMATICHE RICONTRATE DURANTE LA PERFORAZIONE

Durante la perforazione sono state incontrate alcune difficoltà che hanno rallentato notevolmente le operazioni di scavo, legate in massima parte alla litologia riscontrata costituita da continue alternanze di sabbie e trovanti basaltici, che hanno costretto ad utilizzare due colonne concentriche di camicie di protezione sino a fondo foro munite di corona diamantata.

Le operazioni di scavo sono risultate oltremodo complicate avendo dovuto operare da pontone galleggiante non perfettamente stabile a causa delle condizioni meteomarine.

Per accelerare le operazioni e ridurre i tempi codesta ditta ha operato contemporaneamente con due distinte squadre di personale munite di due distinti gruppi di perforazione riuscendo così a contrarre i tempi di realizzazione.

Esperia, 30.11.2020

Geodes Laboratori

GEODES LABORATORI SNC  
Prove sulle Terre Decreto n. 0009596  
Prove in sito Decreto n. 3660  
CSLP - STC

# INVITALIA S.P.A-ISOLA DI SANTO STEFANO-VENTOTENE (LT) UBICAZIONE INDAGINI-APPRODO MARINELLA

2387700.000

2387775.000

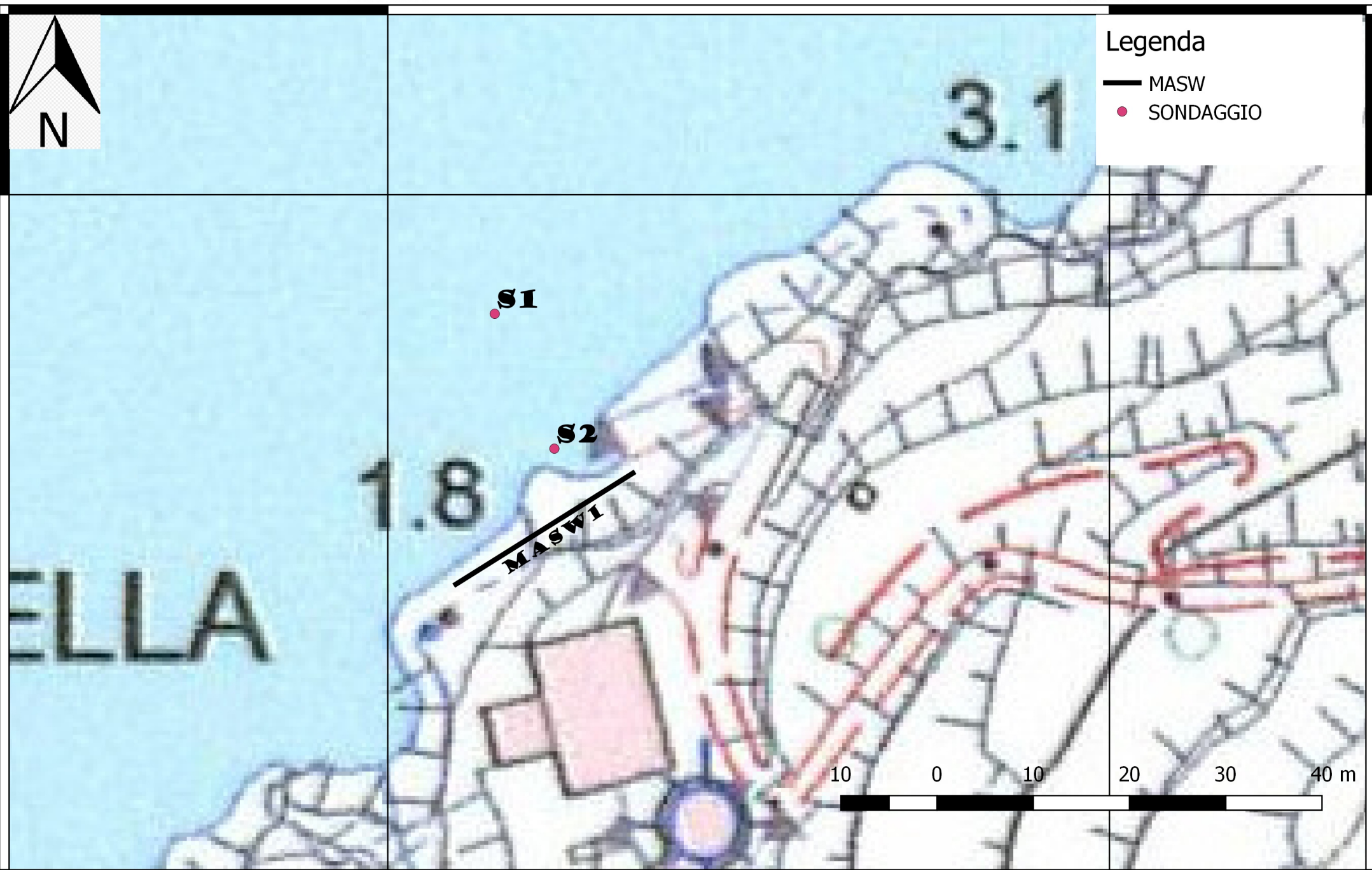


## Legenda

-  MASW
-  SONDAGGIO

4516275.000

4516275.000



2387700.000

2387775.000

ELLA

1.8

3.1

S1

S2

MASW

10 0 10 20 30 40 m



**COMMITTENTE: INVITALIA S.p.A.**  
**SITO DI PROVA: SCALO DELLA MARINELLA**  
**SANTO STEFANO - VENTOTENE (LT)**  
**PROGETTO: SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA A MARE A**  
**SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DEL**  
**“CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO - RECUPERO E**  
**RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA**  
**DI SANTO STEFANO VENTOTENE - CIG 8397093C58**



GEODES LABORATORI SNC  
Prove sulle Terre Decreto n. 0009596  
Prove in sito Decreto n. 3660  
CBLP - STC

**FASCICOLO PROVE IN SITO - STRATIGRAFIE DI SONDAGGIO**

COMMESSA	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
12/20 B SIT	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G.Bevilacqua





Riferimento: INVITALIA S.p.A.	Sondaggio: ST1/12/20
Località: Isola di Santo Stefano, Ventotene (LT)	Quota: 0,00 m slm
Impresa esecutrice: Geodes Laboratori di Bevilacqua M.Gabriella, Esperia (FR)	Data: 11/11/2020-12/11/2020
Coordinate: 40°47'30.14"N 13°27'4.56"E	Redattore: Dott. Antonio Cardillo
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
101				-19	(Pattern: irregular shapes)									Ghiaia piroclastica rimaneggiata di color grigio scuro, da sciolta a poco addensata; presenti sporadici e isolati ciottoli di natura basalto-andesitici, eterometrici, da sub-arrotondati a sub-angolari.
				-20	(Pattern: irregular shapes)									Ghiaia sabbiosa piroclastica rimaneggiata, di color grigio scuro con sfumature grigio-chiaro e nero, da moderatamente addensata e ben addensata; localmente presenti sottili livelli di cenere fine.
				-21	(Pattern: irregular shapes)									
				-22	(Pattern: irregular shapes)	2) Ind < 22,00 22,50								Ghiaia sabbiosa piroclastica color grigio scuro, sciolta o poco addensata mista a ciottoli basalto-andesitici eterometrici, da sub-arrotondati a sub-angolari e dimensioni max di 5 cm.
			-23	(Pattern: irregular shapes)										

Certificato n. 901/ST1/12/20 del 16/11/2020

Verbale Accettazione n. 12/20 del 24/09/2020

Committente: INVITALIA SPA, Via Calabria - Roma

Progetto: Campagna di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche, per le attività a supporto della progettazione nell'ambito del "Contratto Istituzionale di Sviluppo - Recupero e rifunzionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano, Ventotene" - Intervento n. 3 Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano (CIG 8397093C58).

Data inizio perforazione: 11/11/2020

Data fine: 12/11/2020

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 3 cassette catalogatrici.

Riferimento: INVITALIA S.p.A.	Sondaggio: ST2/12/20
Località: Isola di Santo Stefano, Ventotene (LT)	Quota: 0,00 m slm
Impresa esecutrice: Geodes Laboratori di Bevilacqua M.Gabriella, Esperia (FR)	Data: 11/11/2020-12/11/2020
Coordinate: 40°47'29.74"N 13°27'4.77"E	Redattore: Dott. Antonio Cardillo
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
														Colonna d'acqua
				-1										
				-2										
				-3										
				-4										
				-5										
				-6										
				-7									6.8	Ghiaia sabbiosa piroclastica rimaneggiata, di colore grigio scuro con sfumature grigio-chiare e nere, da sciolta a poco addensata.
101				-8					10-11-11	22			8.6	Clasti e blocchi di basalto-andesitico, vescicolato, colore grigio scuro, struttura porfirica, alterato, fratturato, ridotto in elementi da sub arrotondati a sub angolari.
				-9									10.4	Ghiaia sabbiosa piroclastica rimaneggiata, di colore grigio scuro con sfumature grigio-chiaro e nere, sciolta.
				-10					29-44-50/10cm	Rif			11.5	Clasti e blocchi di basalto-andesitico, vescicolato, colore grigio scuro, struttura porfirica, alterato e fratturato, ridotto in elementi da sub arrotondati a sub angolari.
				-11					12-50/7cm	Rif			12.7	Ghiaia sabbiosa piroclastica rimaneggiata, di color grigio scuro con sfumature grigio-chiaro e nere, sciolta; localmente presenti livelli con clasti di natura basalto-andesitici sub arrotondati.
				-12					9-50/7cm	Rif			13.5	Clasti e blocchi di basalto-andesitico, colore grigio scuro, a struttura porfirica, alterato e fratturato, vescicolato ridotto in elementi da sub arrotondati a sub angolari.
				-13					18-22-33	55			13.9	Ghiaia sabbiosa piroclastica rimaneggiata, da poco addensata a moderatamente addensata, di color grigio scuro con sfumature grigio-chiaro e nere; localmente presenti livelli di clasti e ciottoli basalto-andesitico.
101				-14					17-29-34	63			17.0	Blocchi e clasti di basalto-andesitico, di colore grigio scuro, struttura porfirica, alterato e fratturato, vescicolato con elementi da sub arrotondati a sub angolari.
				-15									17.9	Ghiaia sabbiosa piroclastica rimaneggiata, sciolta, di color grigio scuro con sfumature grigio-chiaro e nere.
				-16										
				-17					38-50/10cm	Rif				
				-18										

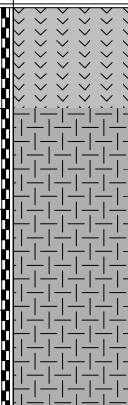
1) Ind < 16,50  
17,00

# STRATIGRAFIA - ST2

SCALA 1 : 75

Pagina 2/2

Riferimento: INVITALIA S.p.A.	Sondaggio: ST2/12/20
Località: Isola di Santo Stefano, Ventotene (LT)	Quota: 0,00 m slm
Impresa esecutrice: Geodes Laboratori di Bevilacqua M.Gabriella, Esperia (FR)	Data: 11/11/2020-12/11/2020
Coordinate: 40°47'29.74"N 13°27'4.77"E	Redattore: Dott. Antonio Cardillo
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
										S.P.T.	N				
101				-19					21-19-24	43				Ghiaia sabbiosa piroclastica rimaneggiata, sciolta, di color grigio scuro con sfumature grigio-chiaro e nere.	
				-20		16-21-26	47				19,0			Clasti e blocchi di natura basalto-andesitica, di colore grigio scuro, struttura porfirica, vescicolato, alterato e fratturato in elementi da sub arrotondati a sub angolari.	
				-21						33-50/12cm	Rif				
				-22						39-50/2cm	Rif				
				-22		2) Ind < 21,00 21,50							22,0		

Certificato n. 902/ST2/12/20 del 16/11/2020

Verbale Accettazione n. 12/20 del 24/09/2020

Committente: INVITALIA SPA, Via Calabria - Roma

Progetto: Campagna di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche, per le attività a supporto della progettazione nell'ambito del "Contratto Istituzionale di Sviluppo - Recupero e rifunzionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano, Ventotene" - Intervento n. 3 Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano (CIG 8397093C58).

Data inizio perforazione: 11/11/2020

Data fine: 12/11/2020

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 3 cassette catalogatrici.

**COMMITTENTE: INVITALIA S.p.A.**  
**SITO DI PROVA: SCALO DELLA MARINELLA**  
**SANTO STEFANO - VENTOTENE (LT)**

**PROGETTO: SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA A MARE A  
SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DEL  
"CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO - RECUPERO E  
RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA  
DI SANTO STEFANO VENTOTENE - CIG 8397093C58**



**FASCICOLO PROVE IN SITO - REPORT FOTOGRAFICO**

COMMESSA	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
12/20 B SIT	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G.Bevilacqua



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



SONDAGGIO ST1 CASSETTA 1- PROF. da -8,00 m a -13,00 m



SONDAGGIO ST1 CASSETTA 2- PROF. da -13,00 m a -18,00 m



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



SONDAGGIO ST1 CASSETTA 3- PROF. da -18,00 m a -23,00 m



SONDAGGIO ST2 CASSETTA 1- PROF. da -6,80 m a -12,00 m



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



SONDAGGIO ST2 CASSETTA 2- PROF. da -12,00 m a -17,00 m



SONDAGGIO ST2 CASSETTA 3- PROF. da -17,00 m a -22,00 m





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660







Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660







Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



**COMMITTENTE: INVITALIA S.p.A.**  
**SITO DI PROVA: SCALO DELLA MARINELLA**  
**ISOLA DI SANTO STEFANO - VENTOTENE (LT)**

**PROGETTO: SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA A MARE A  
SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DEL  
"CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO - RECUPERO E  
RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA DI  
SANTO STEFANO VENTOTENE - CIG 8397093C58**

**PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**  
**RISULTATI DI PROVA**

Lista di distribuzione

CLIENTE

copia digitale  via e-mail  copia cartacea

Archivio G.L.

copia digitale  copia cartacea



**GEODES LABORATORI**  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596  
Prove in sito n. 3660  
CSLP - STC

N. Certificati: 5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20) di cui:  
N. 01 Certificato: "Descrizione visiva del campione";  
N. 01 Certificato: "Misura del peso specifico";  
N. 01 Certificato: "Misura del contenuto di acqua";  
N. 01 Certificato: "Analisi granulometrica";  
N. 01 Certificato: "Prova di taglio diretto".

OMMESSA	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
05/20 LAB	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G. Bevilacqua

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

## DESCRIZIONE CAMPIONE

Mod. 75-02 Ediz. I Rev. 00 del 01.04.10

### Identificazione del campione

Committente: INVITALIA S.p.A.

Progetto: Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene - CIG 8397093C58

Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano - Ventotene (LT)

Sigla campione: S1C1

Data prelievo: 12/11/2020

Profondità prelievo (m): 15,50 - 16,00

Data ricevimento campione: 14/11/2020

Data apertura campione: 23/11/2020

Tipo campione: Campione indisturbato in sondaggio a carotaggio continuo

Diametro campione (mm): 98.00

Lunghezza campione (cm): 50.00

punto prelievo provini CF GR TD ED LA ELL	cm	Van Test	Pocket Pen.	Descrizione visiva del campione
		Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
	0	***	***	Sabbia debolmente ghiaioso-limosa, di colore grigio scuro, poco addensata, con ciottoli e clasti basalto-andesitici.
	10	***	***	
	20	***	***	
	30	***	***	
	40	***	***	
	50	***	***	
	60			
Prove richieste	Idoneità quantitativa del campione	Idoneità qualitativa del campione	n. certificato	
Misura del peso specifico	√	√	2510/05/20	
Peso dell'unità di volume	√	no	***	
Misura del contenuto di acqua	√	√	2511/05/20	
Analisi granulometrica	√	√	2512/05/20	
Prova di taglio diretto CD	√	La prova viene eseguita su provini ricostruiti	2513/05/20	
Osservazioni		***		



## REPORT FOTOGRAFICO CAMPIONE

Mod. 75-02 Ediz. I Rev. 00 del 01.04.10

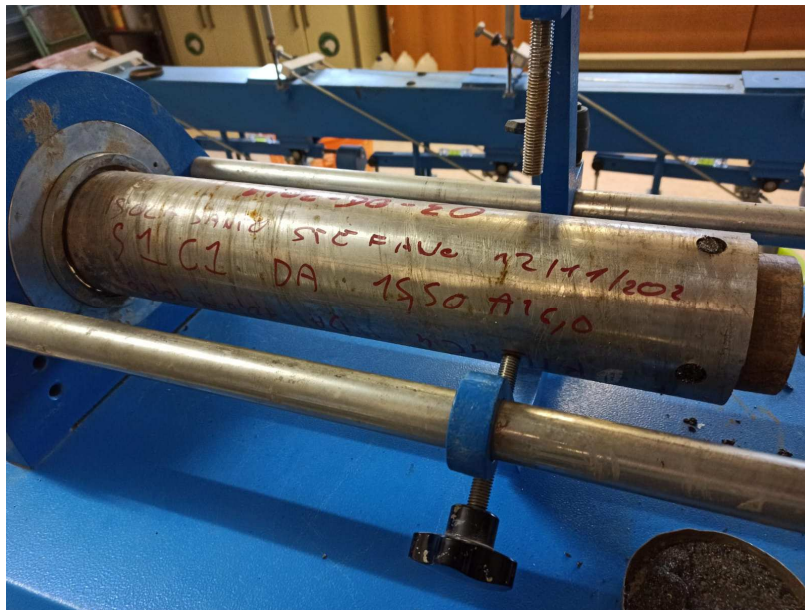
### Identificazione del campione

Committente: INVITALIA S.p.A.

Progetto: Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene - CIG 8397093C58

Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano - Ventotene (LT)

Sigla campione: S1C1







Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMBG64S63D440K Rea  
Frosinone n. 183851



www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

Committente: INVITALIA S.p.A.  
Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)  
Progetto: Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG 8397093C58  
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo  
Profondità prelievo campione: 15,50 – 16,00 m Sigla campione: S1C1

**MISURA DEL PESO SPECIFICO**  
sec. Normativa ASTM D854

I misura	
N° picnometro	108/01
peso picnometro (g)	39,31
peso pic.+peso acqua (g)	92,62
peso pic.+camp. secco (g)	52,50
peso pic.+campione secco+acqua (g)	101,06
peso campione secco (g)	13,19
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)	105,81
volume parte secca (cm <sup>3</sup> )	4,75
<b><math>\gamma_s</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,78</b>

II misura	
N° picnometro	108/04
peso picnometro (g)	63,27
peso pic.+peso acqua (g)	169,04
peso pic.+camp. secco (g)	90,78
peso pic.+campione secco+acqua (g)	186,68
peso campione secco (g)	27,51
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)	196,55
volume parte secca (cm <sup>3</sup> )	9,87
<b><math>\gamma_s</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,79</b>

**peso specifico medio frazione fine ( $\phi < 4,75$  mm)  $\gamma_s$  KN/m<sup>3</sup> = 27,28**

**MISURA DEL PESO SPECIFICO**  
sec. Normativa ASTM C 127

I misura	
peso a temperatura ambiente del campione asciutto superficialmente ma saturo all'interno P1 (g)	***
peso a temperatura ambiente del campione essiccato in forno P2 (g)	***
peso in acqua a temperatura ambiente del campione saturo P3 (g)	***
<b><math>\gamma_s</math> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>***</b>

**peso specifico medio grani ( $\phi > 4,75$  mm)  $\gamma_s$  KN/m<sup>3</sup> = 27,28**

**peso specifico medio terreno  $\gamma_s$  KN/m<sup>3</sup> = 27,28**

Certificato n. 2510/05/20 del 26/11/2020  
Verbale accettazione n. 05/20 del 24/09/2020  
Data prelievo campione: 12/11/2020  
Data ricevimento campione: 14/11/2020  
Inizio prova: 24/11/2020

N. Certificati Commessa:  
5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20)

Fine prova: 25/11/2020



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K Rea  
Frosinone n. 183851



Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

Committente: INVITALIA S.p.A.  
Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)  
Progetto: Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG 8397093C58  
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo  
Profondità prelievo campione: 15,50 – 16,00 m Sigla campione: S1C1

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA  
sec. Normativa CNR - UNI 10008

I misura	peso tara (g)	69,37	peso tara+camp.umido (g)	998,55	0,23
	peso tara+camp.secco (g)			825,27	
II misura	peso tara (g)	87,11	peso tara+camp.umido (g)	814,30	0,23
	peso tara+camp.secco (g)			677,25	

contenuto di acqua medio W % = 23,10

Certificato n. 2511/05/20

del 26/11/2020

Verbale accettazione n. 05/20

del 24/09/2020

Data prelievo campione: 12/11/2020

Data ricevimento campione: 14/11/2020

Inizio prova: 23/11/2020

Fine prova: 24/11/2020

N. Certificati Commessa:  
5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20)

Committente: INVITALIA S.p.A.

Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)

Progetto: Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG 8397093C58

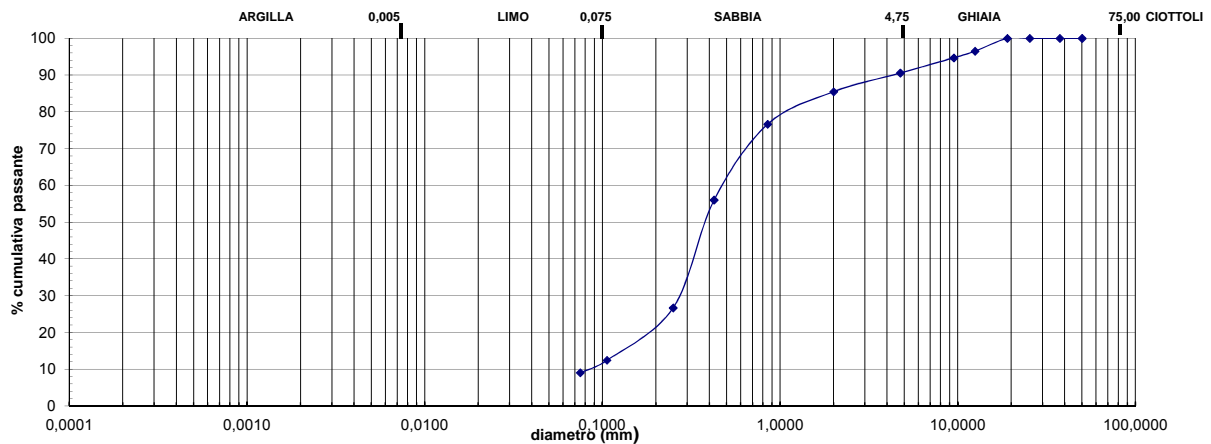
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo

Profondità prelievo campione dal p.c. (m): 15,50 – 16,00 m

Sigla campione: S1C1

**ANALISI GRANULOMETRICA**  
**Setacciatura (sec. Normativa ASTM D421 e D2217)**

Setaccio Serie ASTM	Diametro (mm)	% cumulativa per passante	Classe granulometrica	% ponderale	Diametro (mm)	% cumulativa per passante	Classe granulometrica	% ponderale
n. 2"	50	100,00			***	***		
n. 1 1/2"	37,5	100,00			***	***		
n. 1"	25,4	100,00			***	***		
n. 3/4"	19	100,00			***	***		
n. 1/2"	12,5	96,50			***	***		
n. 3/8"	9,5	94,68			***	***		
n. 4	4,75	90,55	Ghiaia	9,45	***	***		
n.10	2	85,47			***	***		
n.20	0,85	76,62			***	***		
n.40	0,425	56,02			***	***	Limo	9,04
n.60	0,25	26,68			***	***		
n.140	0,106	12,44			***	***		
n.200	0,075	9,04	Sabbia	81,52	***	***	Argilla	***



Frazione di peso > 0,075 mm (N):	5,26	Frazione di peso < 0,075 mm (N):	0,52
Frazione > 0,075 mm (%):	90,96	Frazione < 0,075 mm (%):	9,04
Percentile 10 (d10) (mm):	0,0800	Percentile 30 (d30) (mm):	0,2800
		Percentile 60 (d60) (mm):	0,429

Descrizione sec. A.G.I.:

**Sabbia debolmente ghiaioso-limoso**

Certificato n. 2512/05/20

del 26/11/2020

N. Certificati Commessa:

Verbale accettazione n. 05/20

del 24/09/2020

5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20)

Data prelievo campione: 12/11/2020

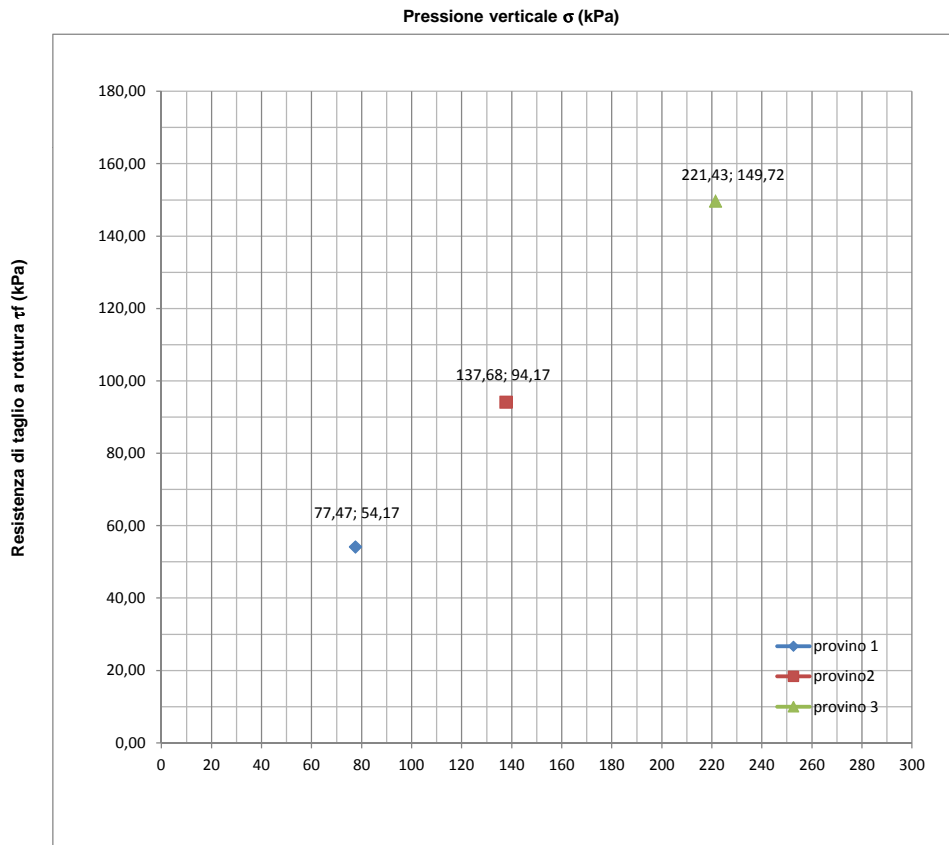
Data ricevimento campione: 14/11/2020

Inizio prova: 24/11/2020

Fine prova: 26/11/2020

Committente: INVITALIA S.p.A.  
Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)  
Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG Progetto: 8397093C58  
Profondità prelievo campione: 15,50 – 16,00 m Sigla campione: S1C1  
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo  
Note: La prova viene eseguita su provini ricostruiti

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA sec. Raccomandazione AGI 1994 Diagramma " s - t " INVILUPPO DELLA RETTA DI COULOMB					
PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3	
Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	77,47	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	137,68	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	221,43
Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,010	Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,010	Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,010
Resistenza a rottura: $\tau_f$ (kPa)	54,17	Resistenza a rottura: $\tau_f$ (kPa)	94,17	Resistenza a rottura: $\tau_f$ (kPa)	149,72
Def. orizzontale a rottura: So (mm)	1,800	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	2,910	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	2,400
Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,123	Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,157	Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,373



Certificato n. 2513/05/20  
Verbale accettazione n. 05/20  
Data prelievo campione: 12/11/2020  
Data ricevimento campione: 14/11/2020  
Inizio prova: 23/11/2020

del 26/11/2020  
del 24/09/2020

N. Certificati Commessa:  
5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20)

Fine prova: 25/11/2020



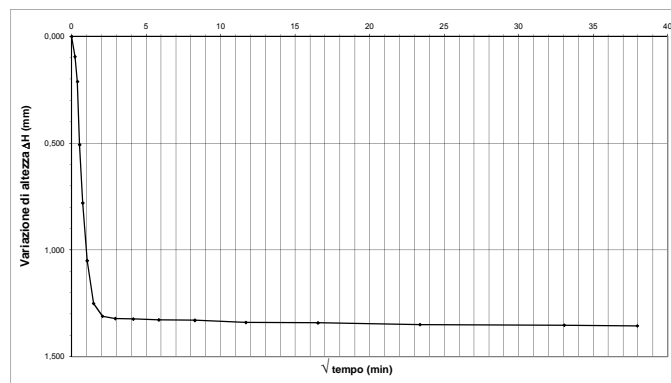


Committente: INVITALIA S.p.A.  
Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)  
Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - Progetto: recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG 8397093C58  
Profondità prelievo campione: 15,50 – 16,00 m Sigla campione: S1C1  
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo  
Note: La prova viene eseguita su provini ricostruiti

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA sec. Raccomandazione AGI 1994 Provino II - carico verticale: 137,68 Kpa					
PARAMETRI FISICI INIZIALI DEL PROVINO		FASE DI CONSOLIDAZIONE		FASE DI ROTTURA	
Contenuto di acqua: W (%)	***	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	137,68	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	137,68
Peso di volume naturale: $\rho_n$ (KN/m <sup>3</sup> )	***	Tempo di consolidazione: T (min)	1440	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,010
Peso di volume secco: $\rho_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	***	Variazione di altezza: $\Delta H$ (mm)	1,355	Resistenza di taglio a rottura: $\tau_f$ (kPa)	94,167
Peso specifico dei grani: $\gamma_s$ (KN/m <sup>3</sup> )	***	Altezza corretta: Hf (mm)	18,645	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	2,910
				Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,157

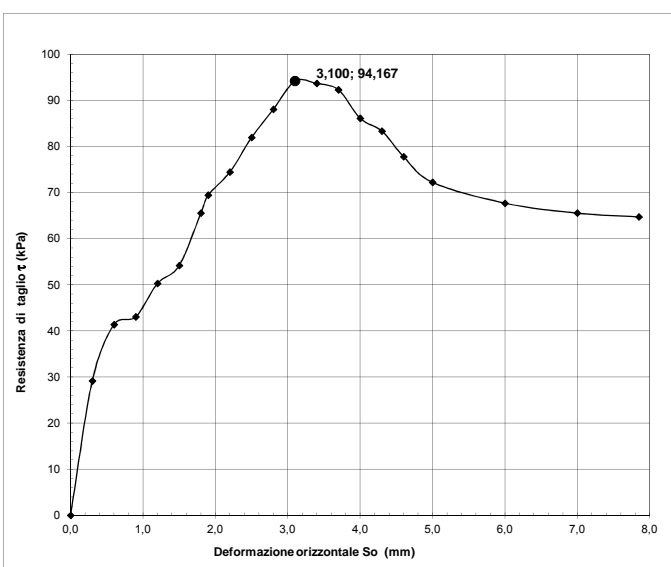
DIMENSIONI DEL PROVINO	Sezione (quadrata): A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Altezza provino: Ho (mm)	20,00
------------------------	--	-------	--------------------------	-------

**FASE DI CONSOLIDAZIONE**



$\Delta h$ (mm)	t min	t (min)
0,000	0,00	0,00
0,095	0,05	0,22
0,211	0,15	0,39
0,507	0,28	0,53
0,780	0,55	0,74
1,050	1,08	1,04
1,250	2,15	1,47
1,310	4,28	2,07
1,321	8,55	2,92
1,323	17,08	4,13
1,327	34,15	5,84
1,329	68,28	8,26
1,339	136,55	11,69
1,341	273,08	16,53
1,349	546,15	23,37
1,352	1092,28	33,05
1,355	1440,00	37,95

**FASE DI ROTTURA**



$\Delta S$ (mm)	$\Delta H$ (mm)	t (min)	$\tau$ (kPa)
0,000	0,000	0	0,000
0,300	0,056	30	29,167
0,600	0,091	60	41,389
0,900	0,113	90	43,056
1,200	0,124	120	50,278
1,500	0,134	150	54,167
1,800	0,137	180	65,556
1,900	0,137	190	69,444
2,200	0,137	220	74,111
2,500	0,136	250	81,944
2,800	0,132	280	88,056
3,100	0,128	310	94,167
3,400	0,118	340	93,667
3,700	0,114	370	92,278
4,000	0,114	400	86,111
4,300	0,114	430	83,333
4,600	0,114	460	77,778
5,000	0,114	500	72,222
6,000	0,114	600	67,694
7,000	0,114	700	65,556
7,850	0,114	785	64,722
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori. I trasgressori saranno perseguitati a norma di legge

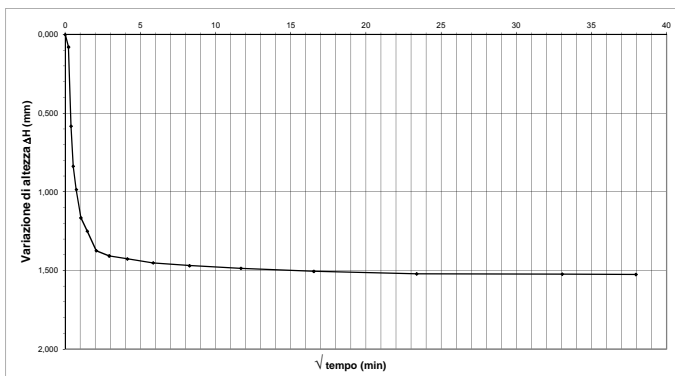
Certificato n. 2513/05/20 del 26/11/2020 N. Certificati Commessa: 5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20)  
Verbale accettazione n. 05/20 del 24/09/2020  
Data prelievo campione: 12/11/2020  
Data ricevimento campione: 14/11/2020  
Inizio prova: 23/11/2020 fine prova: 25/11/2020

Committente: INVITALIA S.p.A.  
Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)  
Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - Progetto: recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG 8397093C58  
Profondità prelievo campione: 15,50 – 16,00 m Sigla campione: S1C1  
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo  
Note: La prova viene eseguita su provini ricostruiti

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA							
sec. Raccomandazione AGI 1994							
Provino III - carico verticale: 221,43 Kpa							
PARAMETRI FISICI INIZIALI DEL PROVINO			FASE DI CONSOLIDAZIONE			FASE DI ROTTURA	
Contenuto di acqua: W (%)	***		Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	221,43	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	221,43	
Peso di volume naturale: $\gamma_n$ (KN/m <sup>3</sup> )	***		Tempo di consolidazione: T (min)	1440	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,010	
Peso di volume secco: $\gamma_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	***		Variazione di altezza: $\Delta H$ (mm)	1,525	Resistenza di taglio a rottura: $\tau_f$ (kPa)	149,722	
Peso specifico dei grani: $\gamma_s$ (KN/m <sup>3</sup> )	***		Altezza corretta: Hf (mm)	18,475	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	2,400	
					Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,373	

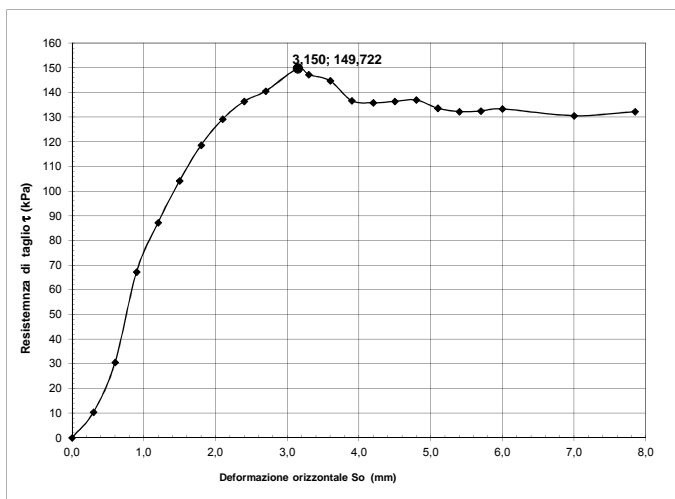
DIMENSIONI DEL PROVINO			
Sezione (quadrata): A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Altezza provino: Ho (mm)	20,00

**FASE DI CONSOLIDAZIONE**



$\Delta h$ (mm)	t min	$\sqrt{t}$ (min)
0,000	0,00	0,00
0,079	0,05	0,22
0,582	0,15	0,39
0,837	0,28	0,53
0,985	0,55	0,74
1,165	1,08	1,04
1,250	2,15	1,47
1,374	4,28	2,07
1,407	8,55	2,92
1,426	17,08	4,13
1,451	34,15	5,84
1,469	68,28	8,26
1,486	136,55	11,69
1,505	273,08	16,53
1,521	546,15	23,37
1,523	1092,28	33,05
1,525	1440,00	37,95

**FASE DI ROTTURA**



$\Delta S$ (mm)	$\Delta H$ (mm)	t (min)	$\tau$ (kPa)
0,000	0,000	0	0,000
0,300	0,011	30	10,389
0,600	0,028	60	30,556
0,900	0,093	90	67,222
1,200	0,141	120	87,222
1,500	0,176	150	104,167
1,800	0,203	180	118,611
2,100	0,204	210	129,167
2,400	0,209	240	136,389
2,700	0,218	270	140,556
3,150	0,234	315	149,722
3,300	0,249	330	147,222
3,600	0,267	360	144,722
3,900	0,281	390	136,667
4,200	0,292	420	135,833
4,500	0,318	450	136,389
4,800	0,310	480	136,944
5,100	0,305	510	133,611
5,400	0,300	540	132,222
5,700	0,295	570	132,500
6,000	0,265	600	133,333
7,000	0,235	700	130,556
7,850	0,205	785	132,222
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***

Certificato n. 2513/05/20 del 26/11/2020 N. Certificati Commessa: 5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20)  
Verbale accettazione n. 05/20 del 24/09/2020  
Data prelievo campione: 12/11/2020  
Data ricevimento campione: 14/11/2020  
Inizio prova: 23/11/2020 Fine prova: 25/11/2020

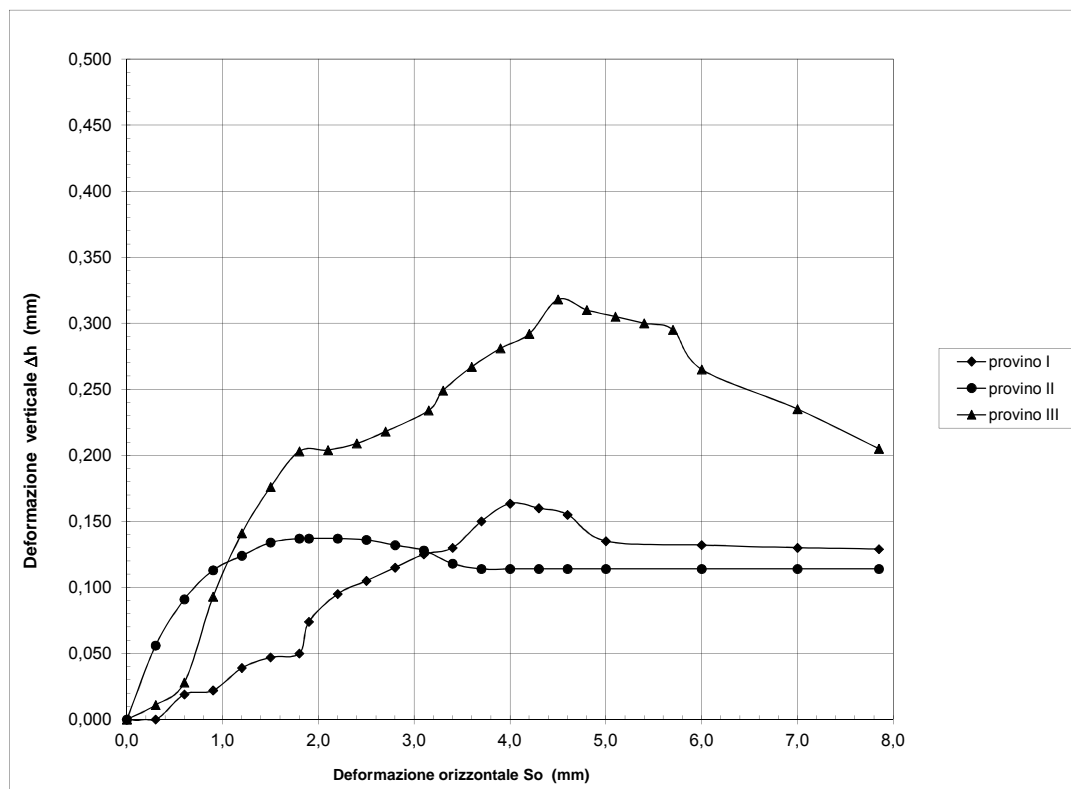
In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Committente: INVITALIA S.p.A.  
Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)  
Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunzionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG 8397093C58  
Profondità prelievo campione: 15,50 – 16,00 m Sigla campione: S1C1  
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo  
Note: La prova viene eseguita su provini ricostruiti

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA sec. Raccomandazione AGI 1994					
PROVINO I		PROVINO II		PROVINO II	
Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	77,47	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	137,68	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	221,43
Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,010	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,010	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,010
Resistenza di taglio a rottura: $\tau_f$ (kPa)	54,17	Resistenza di taglio a rottura: $\tau_f$ (kPa)	94,17	Resistenza di taglio a rottura: $\tau_f$ (kPa)	149,72
Def. orizzontale a rottura: $S_o$ (mm)	1,800	Def. orizzontale a rottura: $S_o$ (mm)	2,910	Def. orizzontale a rottura: $S_o$ (mm)	2,400
Def. verticale a rottura: $S_v$ (mm)	0,123	Def. verticale a rottura: $S_v$ (mm)	0,157	Def. verticale a rottura: $S_v$ (mm)	0,373

DIMENSIONI DEL PROVINO		Sezione (quadrata):		Altezza provino:	
A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Ho (mm)	20,00		

### DIAGRAMMA CEDIMENTI VERTICALI - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE



Certificato n. 2513/05/20 del 26/11/2020 N. Certificati Commessa: 5 (dal 2509/05/20 al 2513/05/20)  
Verbale accettazione n. 05/20 del 24/09/2020  
Data prelievo campione: 12/11/2020  
Data ricevimento campione: 14/11/2020  
Inizio prova: 23/11/2020 fine prova: 25/11/2020

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMB64S63D440K Rea  
Frosinone n. 183851



www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

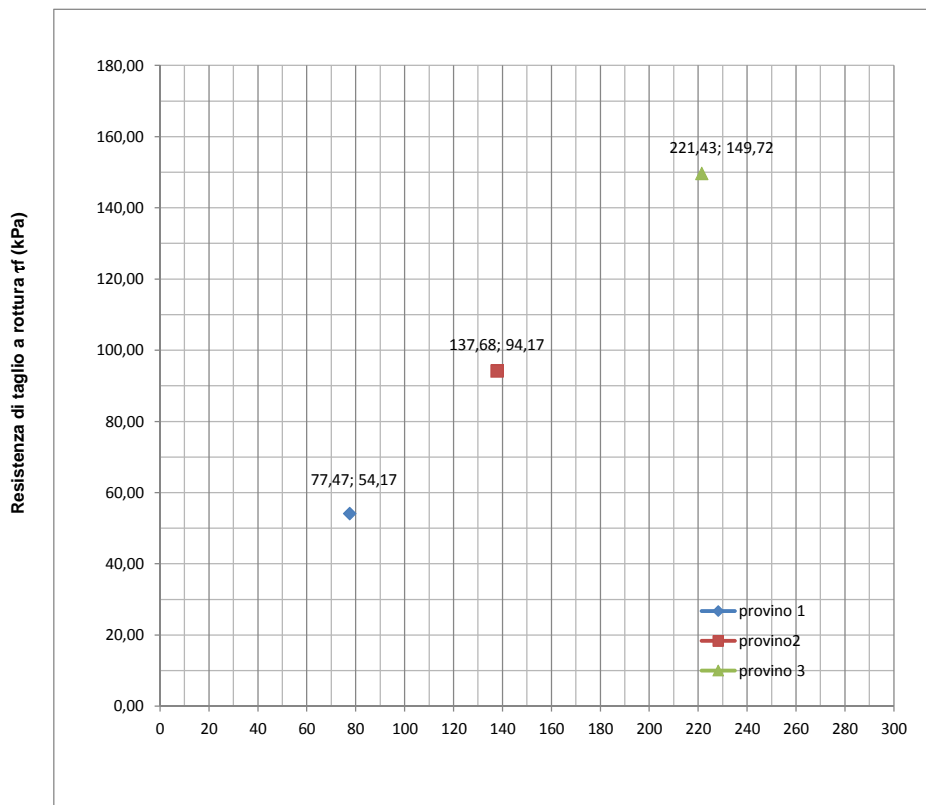
Committente: INVITALIA S.p.A.  
Sito prelievo: Scalo della Marinella, Santo Stefano – Ventotene (LT)  
Servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "contratto istituzionale di sviluppo - recupero e rifunionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene – CIG  
Progetto: 8397093C58  
Profondità prelievo campione: 15,50 – 16,00 m Sigla campione: S1C1  
Descrizione: Campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo  
Note: La prova viene eseguita su provini ricostruiti

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA**  
sec. Raccomandazione AGI 1994

**Diagramma " s - t " INVILUPPO DELLA RETTA DI COULOMB**

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3	
Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	77,47	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	137,68	Carico verticale: $\sigma$ (kPa)	221,43
Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,010	Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,010	Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,010
Resistenza a rottura: $\tau_f$ (kPa)	54,17	Resistenza a rottura: $\tau_f$ (kPa)	94,17	Resistenza a rottura: $\tau_f$ (kPa)	149,72
Def. orizzontale a rottura: So (mm)	1,800	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	2,910	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	2,400
Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,123	Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,157	Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,373

Pressione verticale  $\sigma$  (kPa)



Angolo di attrito interno  $\phi'$  (gradi) = 33,61

Coesione  $c'$  (kPa) = 2,94

**FREE DIVERS DI VALENTINA LOMBARDI**

Via porto romano 7 04031 Ventotene LT

Tel 3483850846

p.i. 01748450564

**Spett. GEODES Laboratori**

**di Bevilacqua Maria Gabriella**

**Via Provinciale n 20**

**03045 ESPERIA (FR)**

**OGGETTO: relazione sul controllo fondale sui punti di trivellazione negli spazi antistanti  
alla "Madonnina" di S. Stefano**

In relazione alle operazioni di controllo che i nostri operatori subacquei hanno effettuato nei punti in oggetto, al fine di verificare l' eventuale presenza di reperti archeologici o bellici;

Vi confermiamo che durante le operazioni del giorno 11 novembre 2020 nei punti di trivellazione effettuati dalla società GEODES, hanno potuto rilevare la completa assenza di qualsiasi reperto sia di interesse archeologico o reperti bellici.

Cordiali saluti

Ventotene 11 novembre 2020

  
VALENTINA LOMBARDI

**COMMITTENTE: INVITALIA S.p.A.  
SITO DI PROVA: SCALO DELLA MARINELLA  
SANTO STEFANO - VENTOTENE (LT)**

**PROGETTO: SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA A MARE A  
SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DEL  
"CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO - RECUPERO E  
RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA  
DI SANTO STEFANO VENTOTENE - CIG 8397093C58**



**FASCICOLO INDAGINI GEOFISICHE**

*Geodes Laboratori*  
GEODES LABORATORI SNC  
Prove in Sito Decreto n. 0009596  
Prove in sito Decreto n. 3660  
CSLP - STC

COMMESSA	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
12/20 B SIT	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G. Bevilacqua



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

## SOMMARIO

1.PREMESSA .....	3
2.PROSPEZIONI SISMICHE MASW .....	4
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E RISULTATI .....	7
4. CALCOLO DELLA $V_{s,eq}$ .....	8



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

## 1. PREMESSA

In seno alle attività della campagna geognostica commissionata da INVITALIA S.P.A. alla Scrivente, avente come oggetto "Affidamento dei servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "Contratto Istituzionale di Sviluppo - Recupero e rifunzionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene" - Intervento n. 3 Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano, è stata eseguita una prova simica di tipo MASW presso lo scalo della Marinella, ubicata come da stralcio CTR (non in scala) sotto riportato.

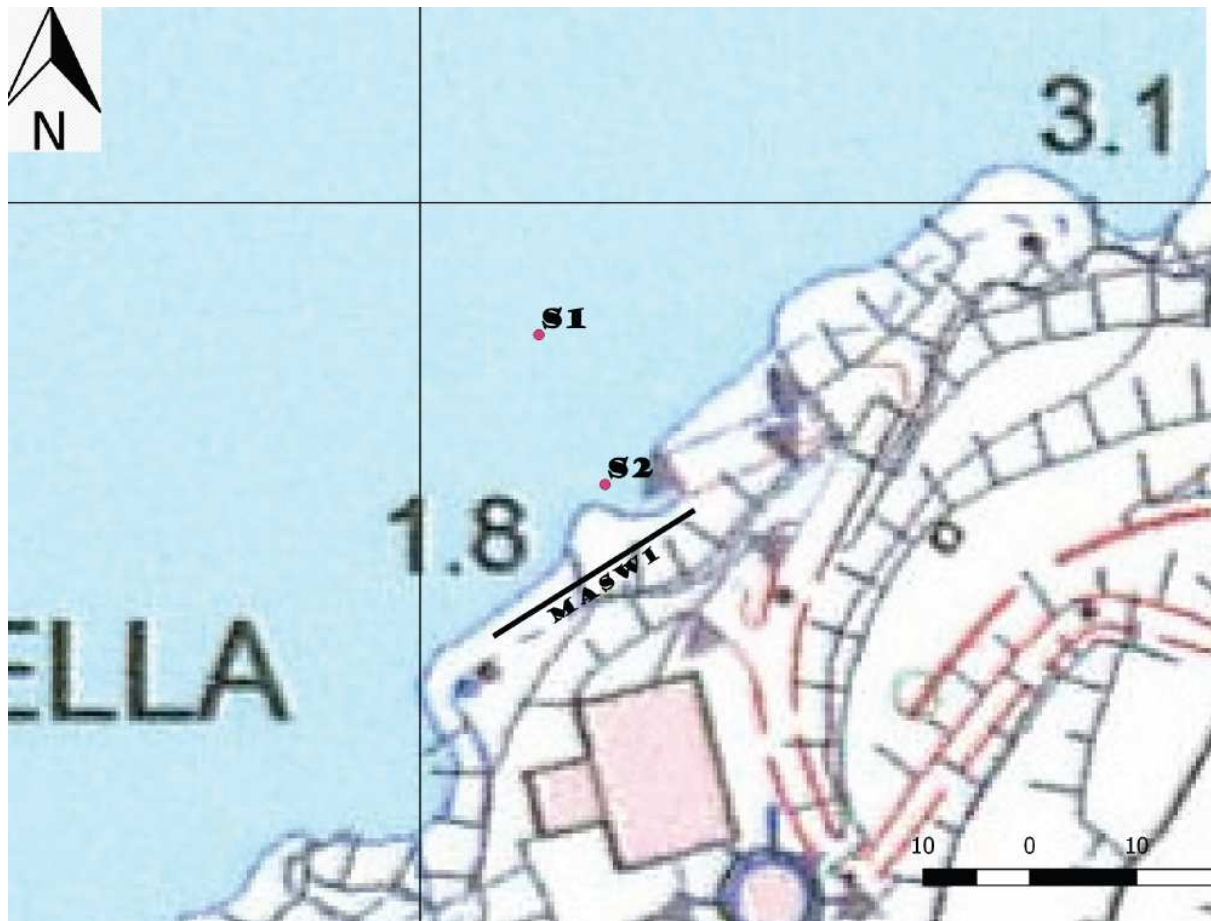


Fig. 1: ubicazione stendimento indagine



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

## 2.PROSPEZIONI SISMICHE MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi.

Nel metodo attivo le onde superficiali generate artificialmente in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori; nel metodo passivo lo stendimento dei sensori che può essere sia lineare, sia circolare, misura il rumore ambientale di fondo esistente.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, dando quindi informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30 m - 50 m, in funzione della rigidità del suolo.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 4 passi fondamentali:

(1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

(2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica;  
(3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , modificando opportunamente lo spessore  $h$ , le velocità delle onde di taglio  $V_s$  e di compressione  $V_p$  (o in maniera alternativa alle velocità  $V_p$  è possibile assegnare il coefficiente di Poisson  $\nu$ ), la densità di massa  $\rho$  degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente generatrice come una mazza battente su una piastra in alluminio, vengono generate sia onde di volume (P ed S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love) che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e in generale, dall'attività antropica.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW, sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

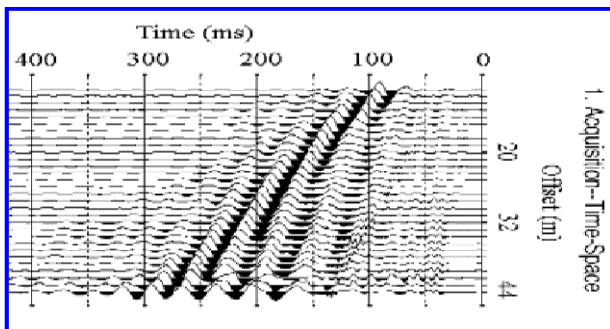
L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali.



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni



Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico e tutte le altre tipologie di onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.

Il metodo MASW presenta inoltre i vantaggi di superare i problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati più rigidi o di strati più rigidi compresi tra strati più soffici; il metodo MASW consente infatti, di individuare il profilo di velocità  $V_s$  anche in presenza di contrasti di rigidità tra gli strati del suolo. Altro vantaggio offerto dalla prova MASW è l'elevata accessibilità dei luoghi, visto che la prova sperimentale in sito non richiede l'impiego di attrezzature o macchinari di grandi dimensioni.

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

### 3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E RISULTATI

La prospezione sismica è stata eseguita utilizzando il sistema composto di seguenti elementi:

- sorgente energizzante composta da una massa metallica ancorata al terreno percossa da massa battente di Kg 10, utilizzata per la produzione di onde di compressione e di taglio;
- sistema di acquisizione SARA Instruments a 12 canali collegato ad una Notebook per la registrazione dei segnali e la successiva elaborazione;
- elaborazione eseguita per mezzo di software "MASW" dell'Ing. Vitantonio ROMA.

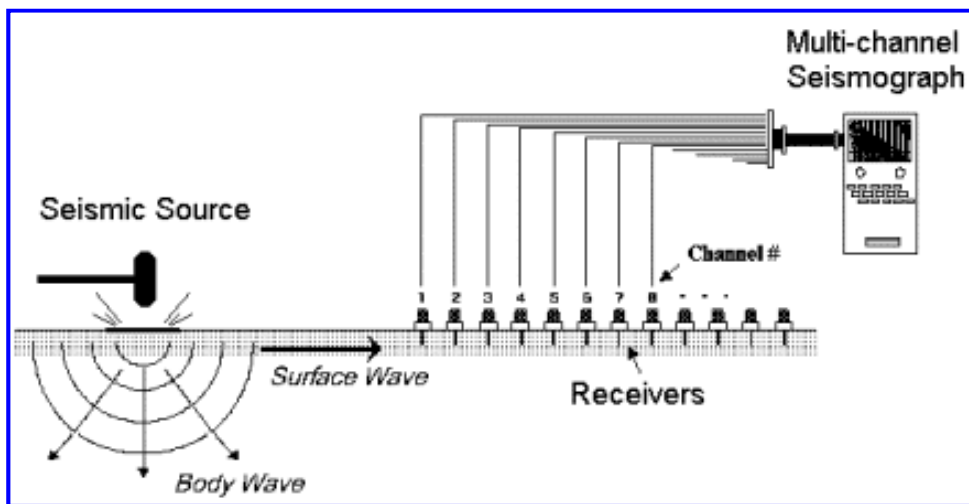


Fig. 3 – Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.

Al fine di caratterizzare sismicamente il suolo in area progettuale, è stata eseguita una prospezione sismica MASW, con uno stendimento geofonico di circa 30 m.



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



CERTIFICATO N°  
2357 ISO 9001

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo SARA instruments a 12 canali; come sorgente sismica è stata utilizzata una mazza battente con peso di 10 kg su una piastra circolare in alluminio.

Sulla base delle indagini eseguite e delle successive elaborazioni effettuate secondo le metodologie sopra esposte, sono stati ottenuti i risultati in allegato che evidenziano i dati sperimentali ottenuti in campagna ed i sismostrati principali, caratterizzati dalle velocità medie delle onde sismiche.

#### 4. CALCOLO DELLA $V_{s,eq}$

Con l' O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" per definire le azioni sismiche da utilizzare nella progettazione sono state definite cinque tipologie di suolo classificate anche in funzione della velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio.

La formula che permette il calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), è la seguente:

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

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s;

$h_i$  = spessore (in metri) dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati.





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
Tel 0776.863464  
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMB64S63D440K  
Rea Frosinone n. 183851



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

Di seguito vengono riportate le categorie di suolo così come riportate nel D.M. 2018:

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;

B - Rocce tenere e depositi di terreni 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;

C - Depositati 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;

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 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 m.

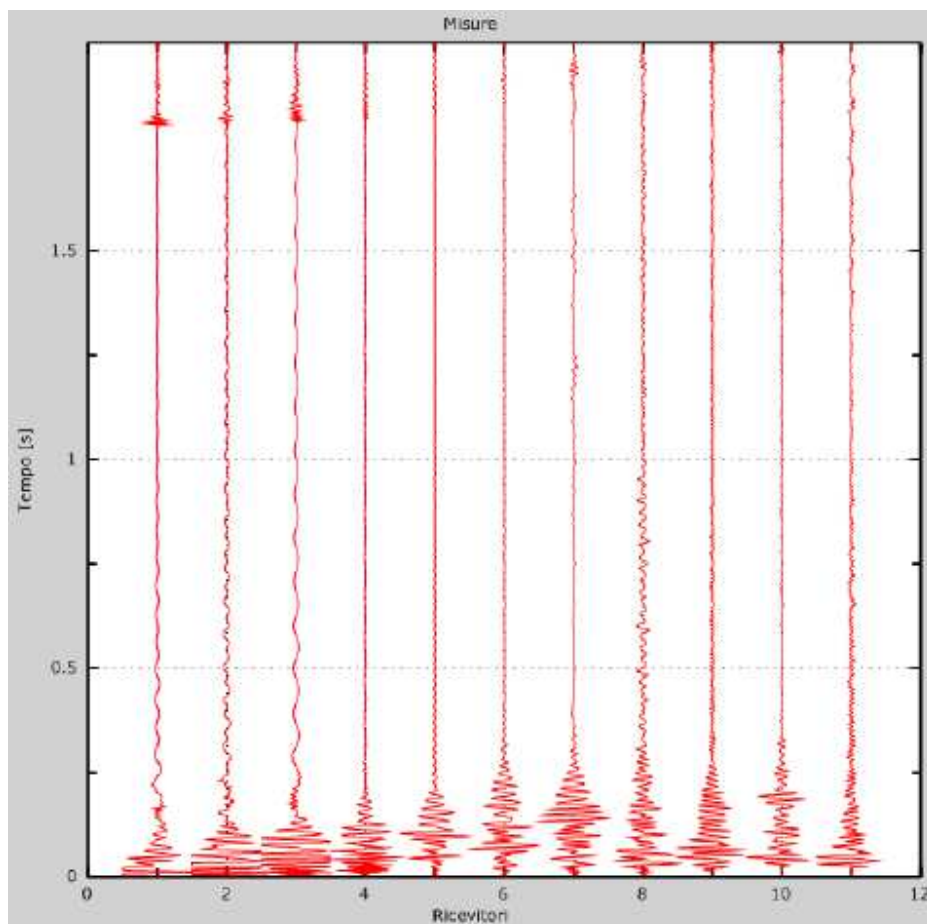
[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

## **PROVA M.A.S.W. 1**

### **1 - Dati sperimentali**

Numero di ricevitori \_\_\_\_\_ 11  
Distanza tra i sensori \_\_\_\_\_ 3 m  
Numero di campioni temporali \_\_\_\_\_ 2000  
Passo temporale di acquisizione \_\_\_\_\_ 1 ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi \_\_\_\_\_ 11  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a \_\_\_\_\_ 0 ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a \_\_\_\_\_ 3999 ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)



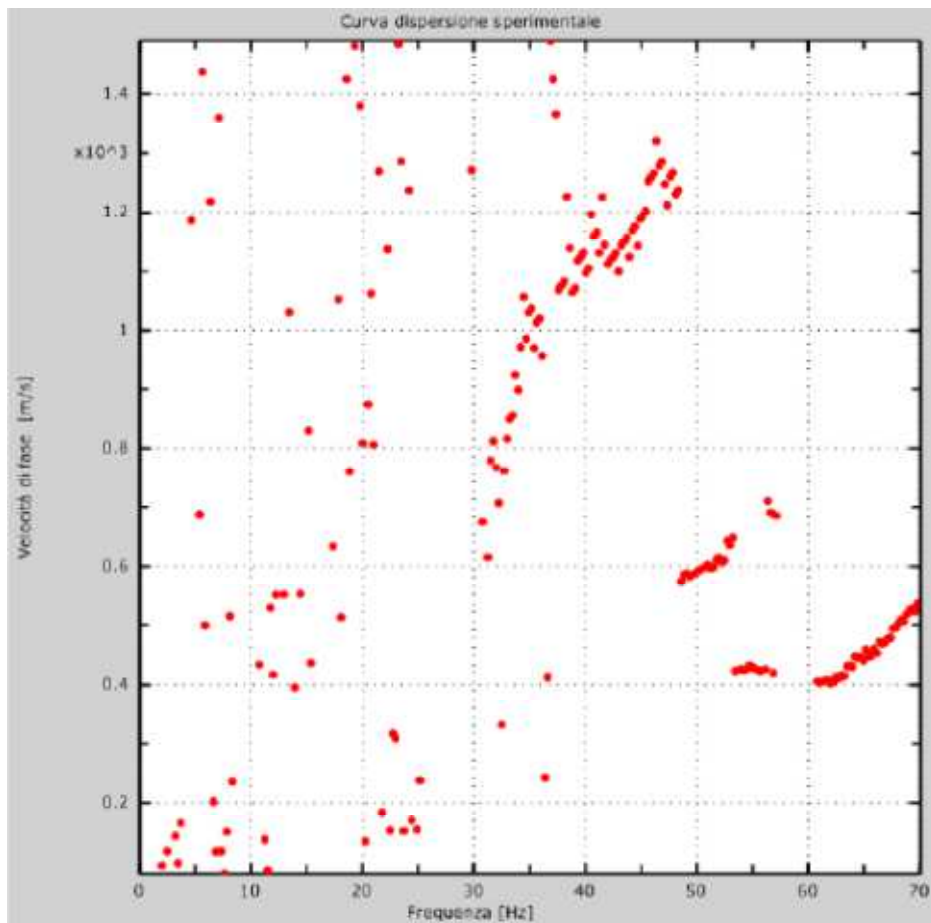
**Figura 1: Tracce sperimentali**

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

## **2 - Risultati delle analisi**

Frequenza finale \_\_\_\_\_ 70 Hz  
Frequenza iniziale \_\_\_\_\_ 2 Hz



**Figura 2: Curva dispersione sperimentale**



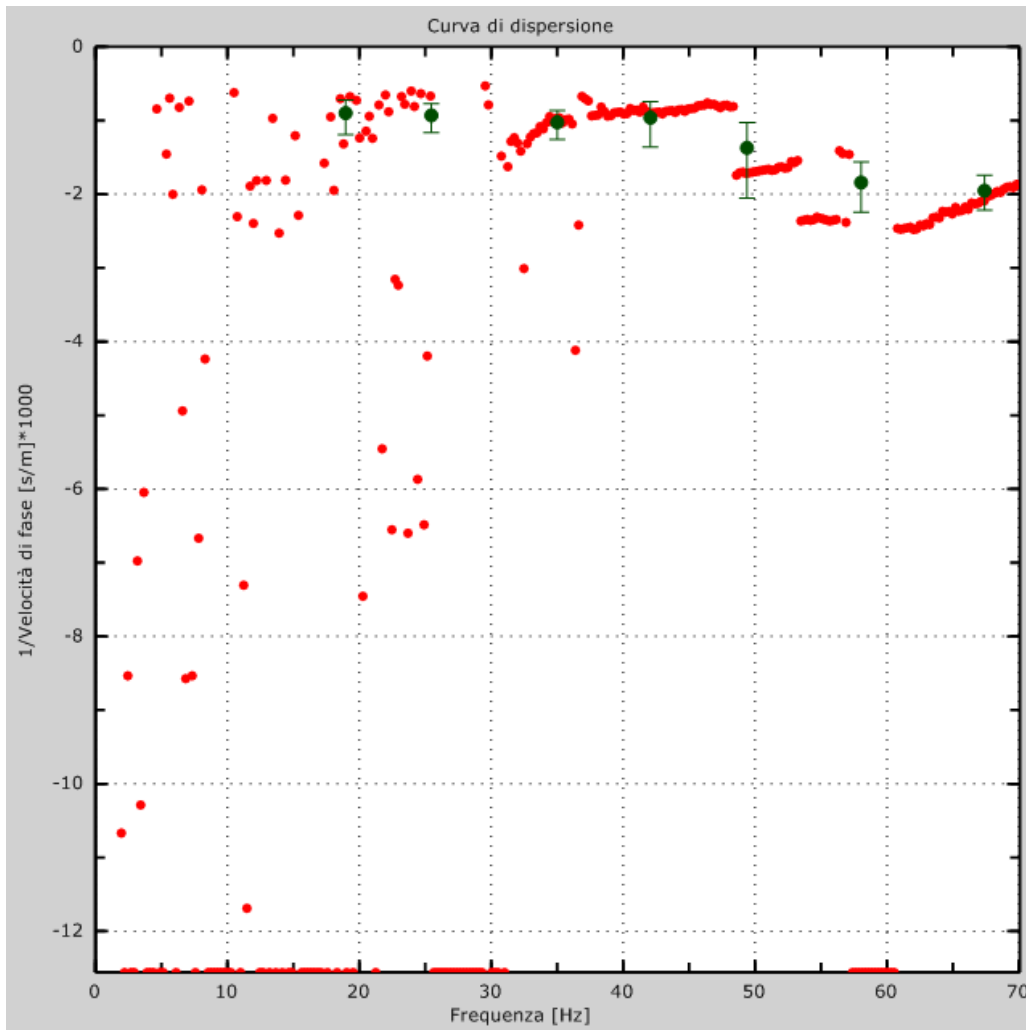
[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
 Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

### **3 - Curva di dispersione**

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase max [m/s]
18.9621	1112.54	840.406	1384.68
25.4538	1074.98	857.205	1292.76
35.0006	976.107	796.55	1155.66
42.0652	1039.87	734.197	1345.54
49.3843	729.939	487.279	972.598
58.04	543.149	445.855	640.442
67.3958	512.545	450.661	574.43

**Tabella 1: Curva di dispersione**





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
 Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
 Tel/Fax 0776.863464  
 P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K Rea  
 Frosinone n. 183851



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
 Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

**Figura 3 Curva di dispersione**

**4- Profilo in sito**

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori [m]	3
Numero ricevitori	11
Numero modi	10
Numero iterazioni	20
Massimo errore [%]	2.000000e-001
Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi	

**Strato 1**

h[m].....		2
z[m]	-2	
Densità[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
Poisson	0.2	
Vs [m/s]	569	
Vp [m/s]	929	
Vs min [m/s]	285	
Vs max [m/s]	1139	
Vs fin.[m/s].....		569

**Strato 2**

h[m].....		3
z[m]	-5	
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
Poisson	0.2	
Vs [m/s]	603	
Vp [m/s]	985	
Vs min [m/s]	302	
Vs max [m/s]	1207	
Vs fin.[m/s].....		603

**Strato 3**

h[m].....		3
z[m]	-8	
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
Poisson	0.2	
Vs [m/s]	811	
Vp [m/s]	1324	
Vs min [m/s]	406	
Vs max [m/s]	1622	



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella  
 Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)  
 Tel/Fax 0776.863464  
 P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K Rea  
 Frosinone n. 183851



[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
 Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

Vs fin.[m/s].....811

**Strato 4**

h[m].....4  
 z[m] -12  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>] 1800  
 Poisson 0.2  
 Vs [m/s] 1155  
 Vp [m/s] 1886  
 Vs min [m/s] 578  
 Vs max [m/s] 2311  
 Vs fin.[m/s].....1155

**Strato 5**

h[m].....4  
 z[m] -16  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>] 1800  
 Poisson 0.2  
 Vs [m/s] 1085  
 Vp [m/s] 1772  
 Vs min [m/s] 542  
 Vs max [m/s] 2169  
 Vs fin.[m/s].....1085

**Strato 6**

h[m].....5  
 z[m] -21  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>] 1800  
 Poisson 0.2  
 Vs [m/s] 1194  
 Vp [m/s] 1950  
 Vs min [m/s] 597  
 Vs max [m/s] 2389  
 Vs fin.[m/s].....1194

**Strato 7**

h[m].....0  
 z[m] -∞  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>] 1800  
 Poisson 0.2  
 Vs [m/s] 1236

[www.geodeslaboratori.eu](http://www.geodeslaboratori.eu) mail: [info@geodeslaboratori.it](mailto:info@geodeslaboratori.it) Pec: [geodeslab@pec.it](mailto:geodeslab@pec.it)

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
 Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

Vp [m/s] 2018  
 Vs min [m/s] 618  
 Vs max [m/s] 2472  
 Vs fin.[m/s].....1236

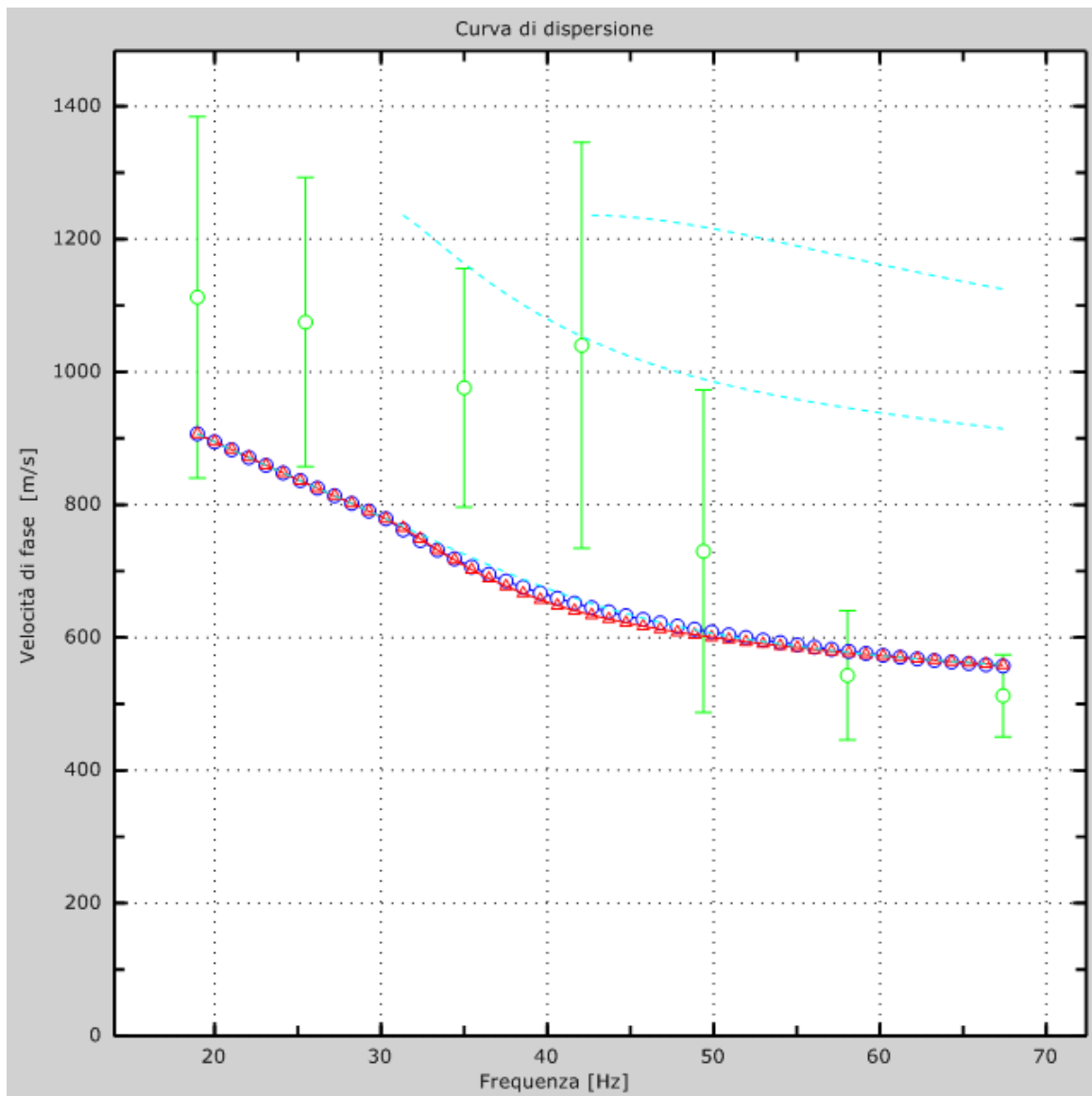


Figura 4. Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)



