



Isole Egadi
Comune di Favignana
Provincia Regionale di Trapani

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI FAVIGNANA



PROGETTO ESECUTIVO - 1° STRALCIO FUNZIONALE

Ufficio di progettazione:
Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili
Provveditorato Interregionale Opere Pubbliche
Sicilia - Calabria
Ufficio 3 Tecnico e Opere Marittime per la Sicilia

Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Salvatore Caruso

I PROGETTISTI:

Dott. Ing. Leonardo Tallo

Dott. Ing. Gianluca Marvuglia

Dott. Ing. Giuseppe Scorsone

ing. Giuseppe Scorsone

Collaboratori:

Geom. Francesco Daidone

Geom. Mario Lanzo

IL DIRIGENTE:

Dott. Ing. Giovanni Coppola

Giovanni Coppola

Il Progettista delle strutture:

DUOMI S.r.l.

Ing. Guglielmo Migliorino

Rev.	Data	Descrizione	Eseguito	Controllato	Approvato
1	11 DICEMBRE 2019	EMISSIONE REVISIONE 1			
0	21 MAGGIO 2019	EMISSIONE			

Titolo elaborato :

RELAZIONI GEOLOGICHE E ALLEGATI

DATA

DESCRIZIONE

N°/SIGLA

REV

SCALA

11/12/2019

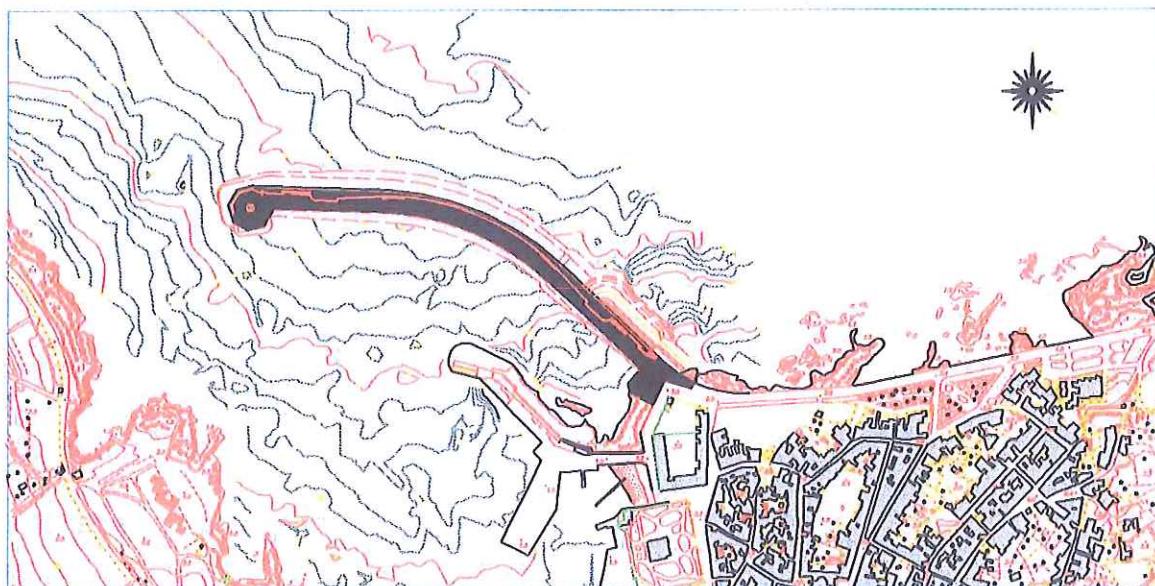
EMISSIONE REVISIONE 1

P E - R 0 1 2

1

COMUNE DI FAVIGNANA

PROVINCIA DI TRAPANI



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI FAVIGNANA

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettisti:

Ing. Pietro Vella

Consulente:

Prof. Ing. Alberto Noli

Ing. Rocco Ricevuto

RUP

Geom. Vincenzo Bilardello

N° elaborato:

B4

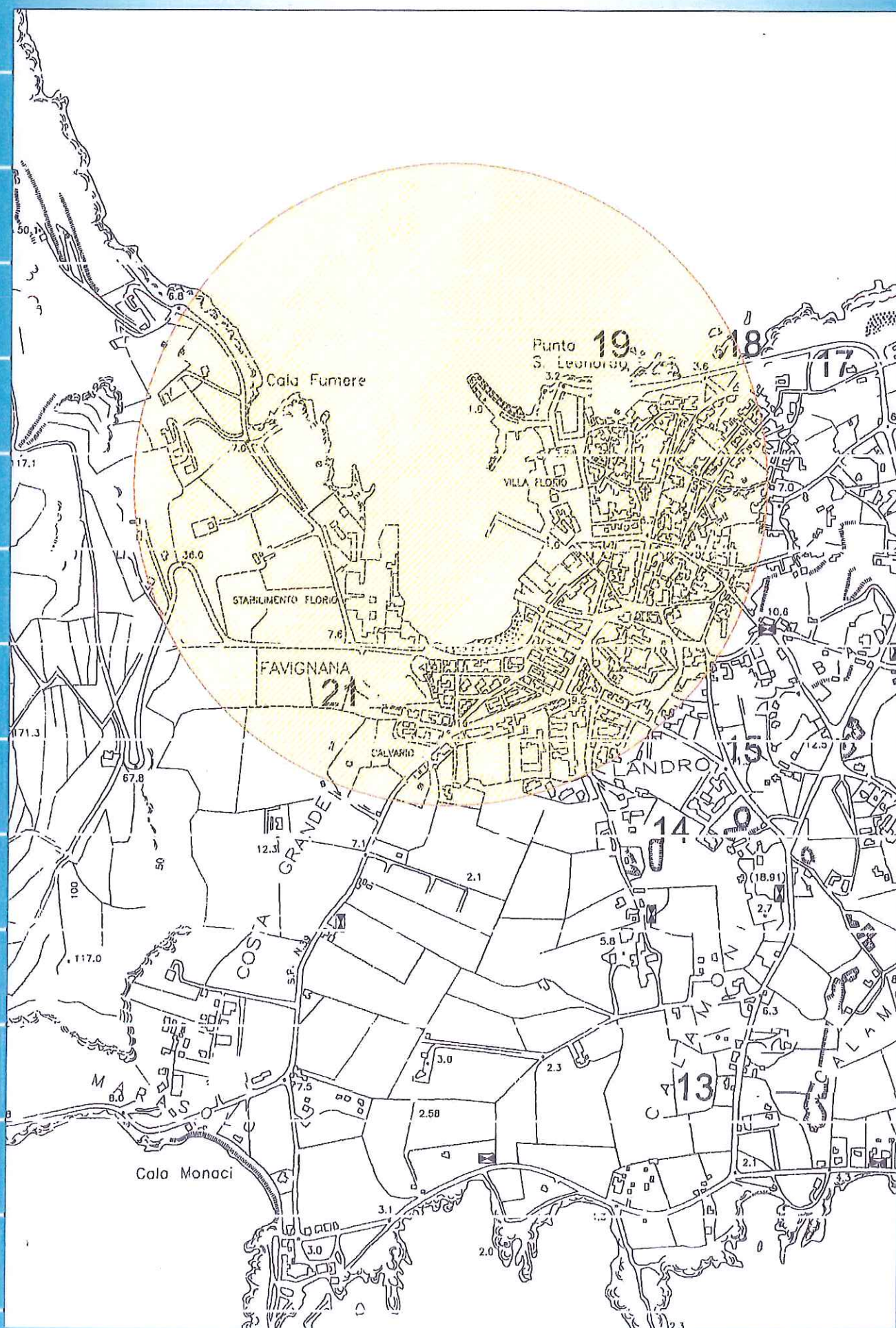
Scala:



0 LUG 2017

Giugno 2016	1	REVISIONE
Giugno 2012	0	EMISSIONE
Data	Rev.	DESCRIZIONE

IN SCALA 1:10.000



1- PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Favignana ha conferito allo scrivente l'incarico dello studio geologico alla progettazione preliminare delle opere di messa in sicurezza del porto.

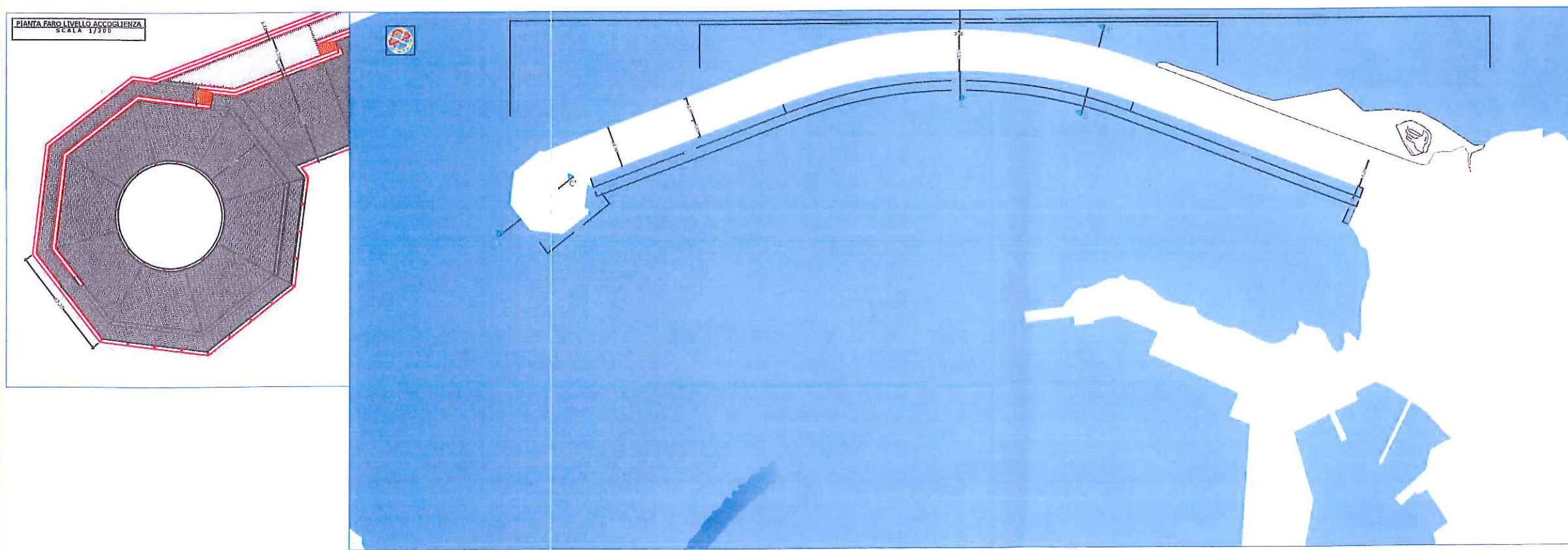
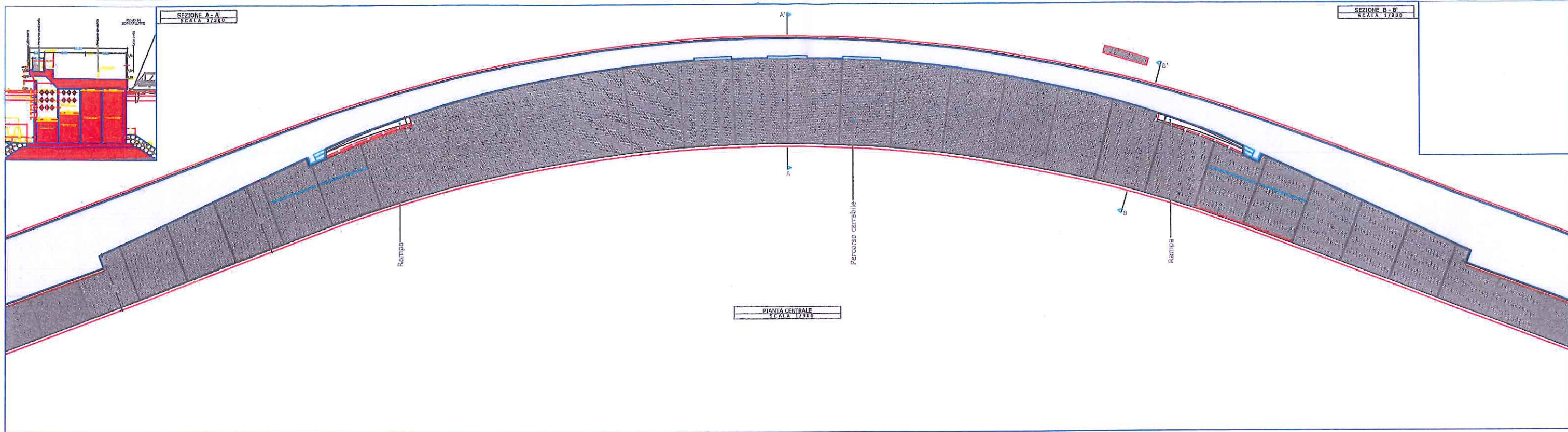
L'opera fondamentale, rispetto a quanto previsto nel progetto redatto nell'anno 2005 ed alla relazione geologica allegata cui si rimanda, è una nuova diga foranea radicata a levante della diga esistente che si sviluppa su fondali alquanto elevati prossimi ai 15,00 m, tali da suggerire in progetto l'impiego di una soluzione a cassoni del tipo a parete verticale.

Alla presente relazione vengono allegati le seguenti carte tematiche:

- *Corografia, scala 1:10.000;*
- *Planimetria della nuova diga foranea;*
- *Planimetria con l'ubicazione dei cassoni;*
- *Planimetria dragaggi;*
- *Carta geologica, scala 1:5.000;*
- *Carta geomorfologica, scala 1:5.000;*
- *Carta litotecnica, scala 1:5.000;*
- *Profili dei sondaggi geognostici;*
- *Sezioni geognostiche delle principali opere portuali di messa in sicurezza;*

Allegati:

- *Indagini sismiche Masw;*
- *Prove geotecniche di laboratorio.*



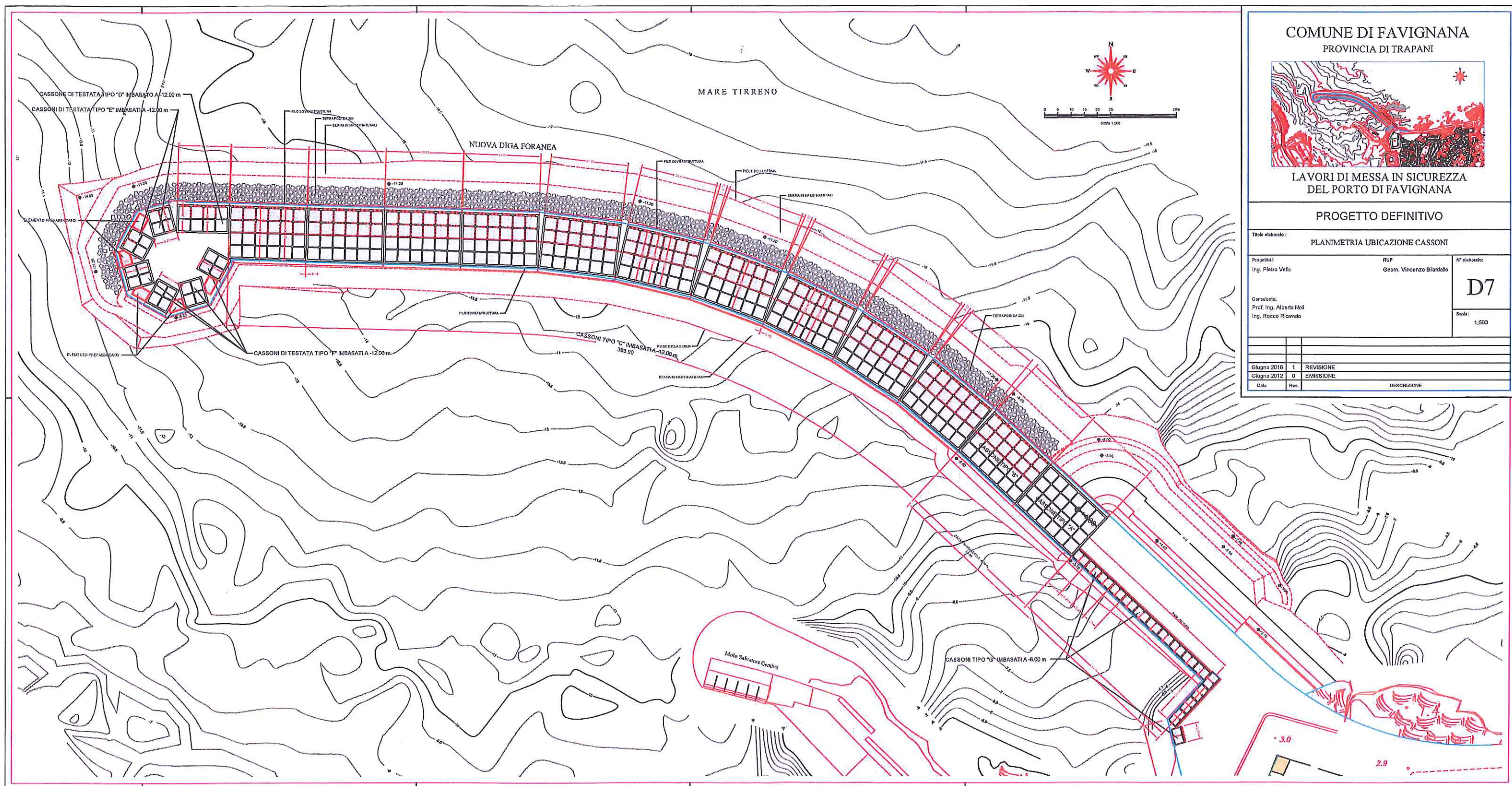
COMUNE DI FAVIGNANA
PROVINCIA DI TRAPANI

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA
DEL PORTO DI FAVIGNANA

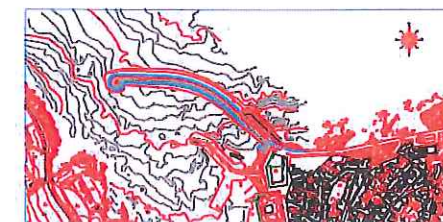
PROGETTO DEFINITIVO

Progetto di: []
Elaborato da: []
Verificato da: []
Data: []

D6



COMUNE DI FAVIGNANA
PROVINCIA DI TRAPANI



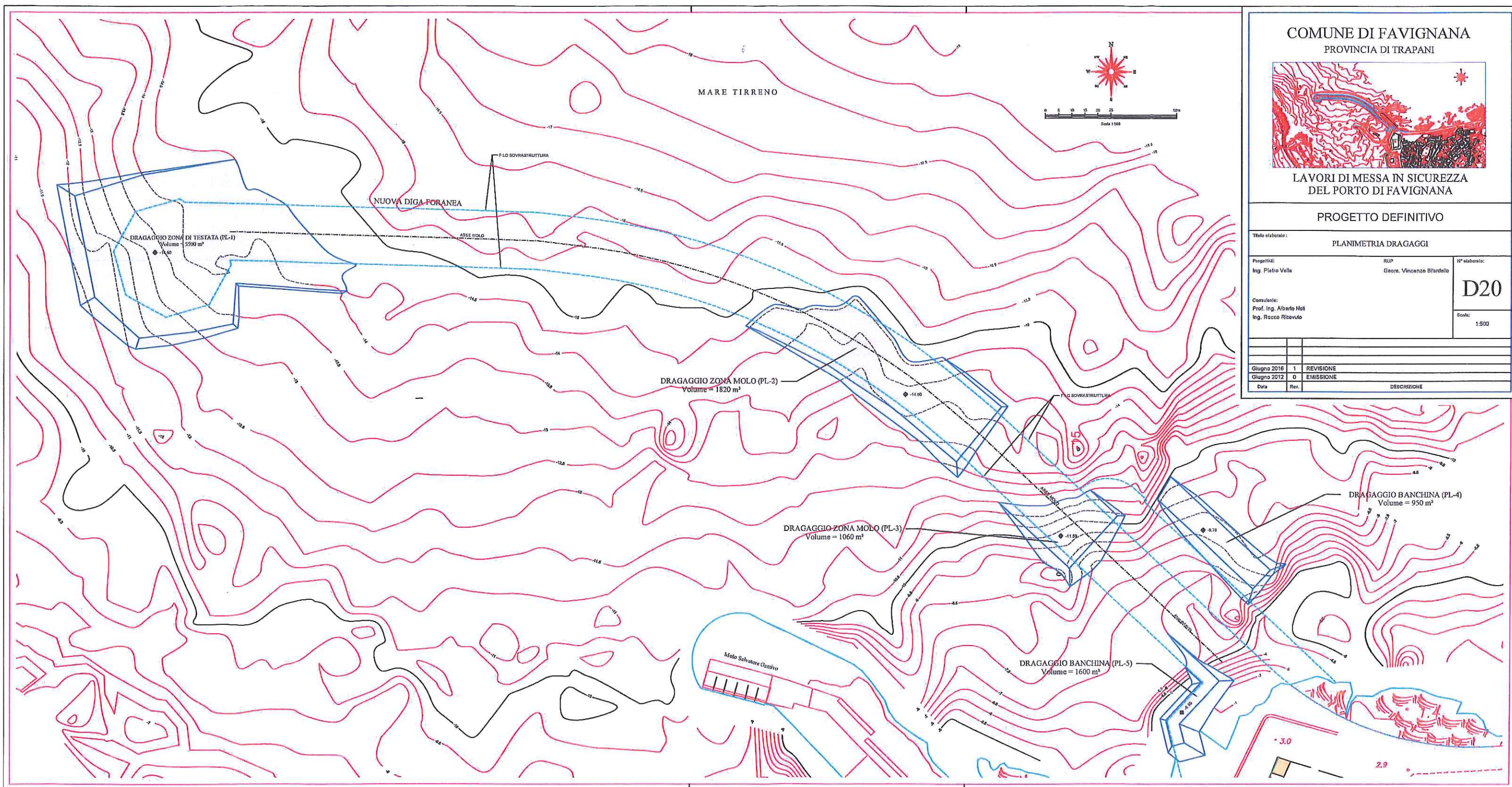
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA
DEL PORTO DI FAVIGNANA

PROGETTO DEFINITIVO

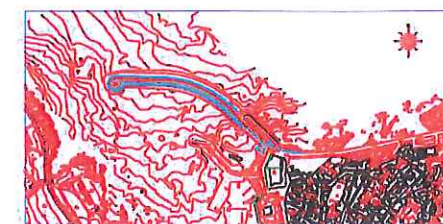
Titolo elaborato: PLANIMETRIA UBICAZIONE CASSONI

Progettista: Ing. Pietro Vella	RUP Geom. Vincenzo Biardello	N° elaborato: D7
Consulente: Prof. Ing. Alberto Noli Ing. Rocco Ricciuti		Scala: 1:500

Data	Rev.	DESCRIZIONE
Giugno 2016	1	REVISIONE
Giugno 2012	0	EMISSIONE



COMUNE DI FAVIGNANA
PROVINCIA DI TRAPANI



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA
DEL PORTO DI FAVIGNANA

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato:		PLANIMETRIA DRAGAGGI	
Progettista:	Ing. Pietro Vella	RUP:	Geom. Vincenzo Bifardello
Consulente:	Prof. Ing. Alberto Nelli Ing. Rocco Riccardi	N° elaborato:	D20
		Scala:	1:500
Giugno 2016	1	REVISIONE	
Giugno 2012	0	EMISSIONE	
Data	Rev.	DESCRIZIONE	

2- MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL BACINO PORTUALE

Lo studio geologico dei terreni affioranti nell'areale ha portato al riconoscimento ed alla classificazione delle formazioni presenti secondo la terminologia e la bibliografia geologico-scientifica corrente.

L'Isola di Favignana è costituita da una dorsale mesozoica-terziaria che si sviluppa in senso Nord-Sud (*Monte Santa Caterina*) e da due distese pianeggianti che si estendono rispettivamente ad oriente e ad occidente del rilievo montuoso.

Rappresenta il lembo emerso della catena montuosa sottomarina che collega la Catena Meghrebidica dell'Africa settentrionale con quella Appenninica Siciliana. Affiorano terreni carbonatici, evaporatici e clastici di età mesozoico-terziaria sui quali poggiano in discordanza i depositi plio-quadernari delle fasce costiere.

L'assetto strutturale è il risultato della complessa interazione delle fasi tettoniche che hanno interessato questo frammento di catena nell'intervallo compreso fra il Miocene Sup. ed il Pliocene Inf.

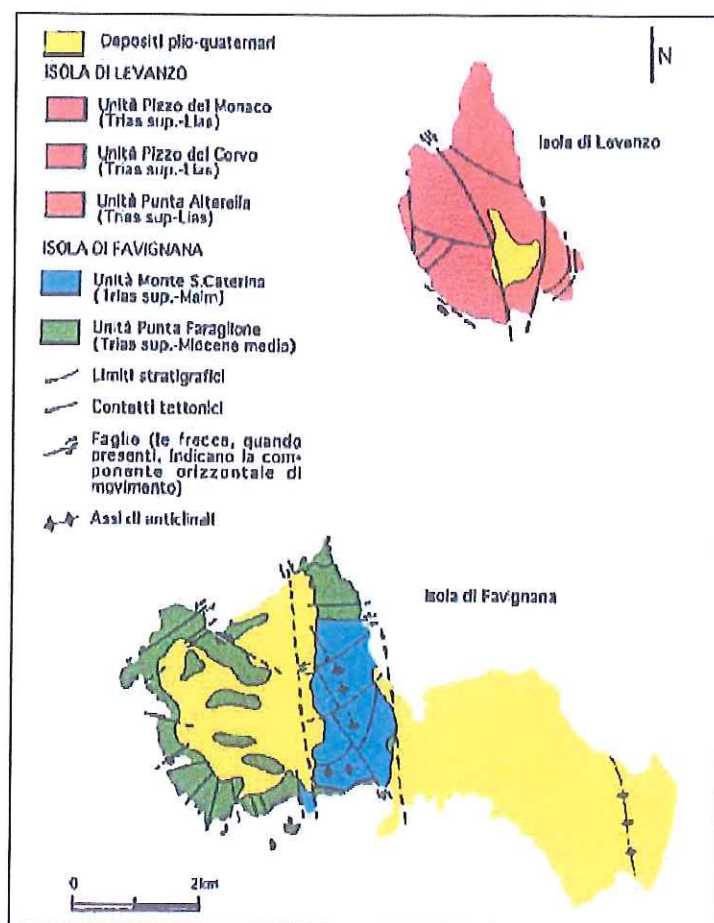
La successione dell'Isola di "Favignana" ha un'età compresa fra il Trias Sup. ed il Miocene Sup. ed è caratterizzata procedendo dal termine più antico verso quello più recente:

- *Dolomititi nere stromatolitiche (Trias Sup.);*
- *Dolomie e calcari dolomitici stromatolitici e loferitici (Trias Sup. - Lias Medio);*
- *Calcari nodulari ad ammoniti, belemniti e brachiopodi "Rosso Ammonitico" (Dogger-Malm);*
- *Calcilutiti a liste e noduli di selce, radiolariti, marne ad aptici e belemniti (Malm - Cretaceo Medio);*
- *Calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi planctonici "Scaglia Auct." (Cretaceo Sup. - Eocene);*
- *Biocalcareni e biocalciruditi "Mischio", argille e marne sabbiose a foraminiferi planctonici (Miocene Inf. - Tortoniano).*

I terreni triassici e liassici costituiscono una monoclinale immergente verso sud ed appaiono sovrascorsi sui terreni cretaceo-eocenici secondo un piano di sovrascorrimento suborizzontale.

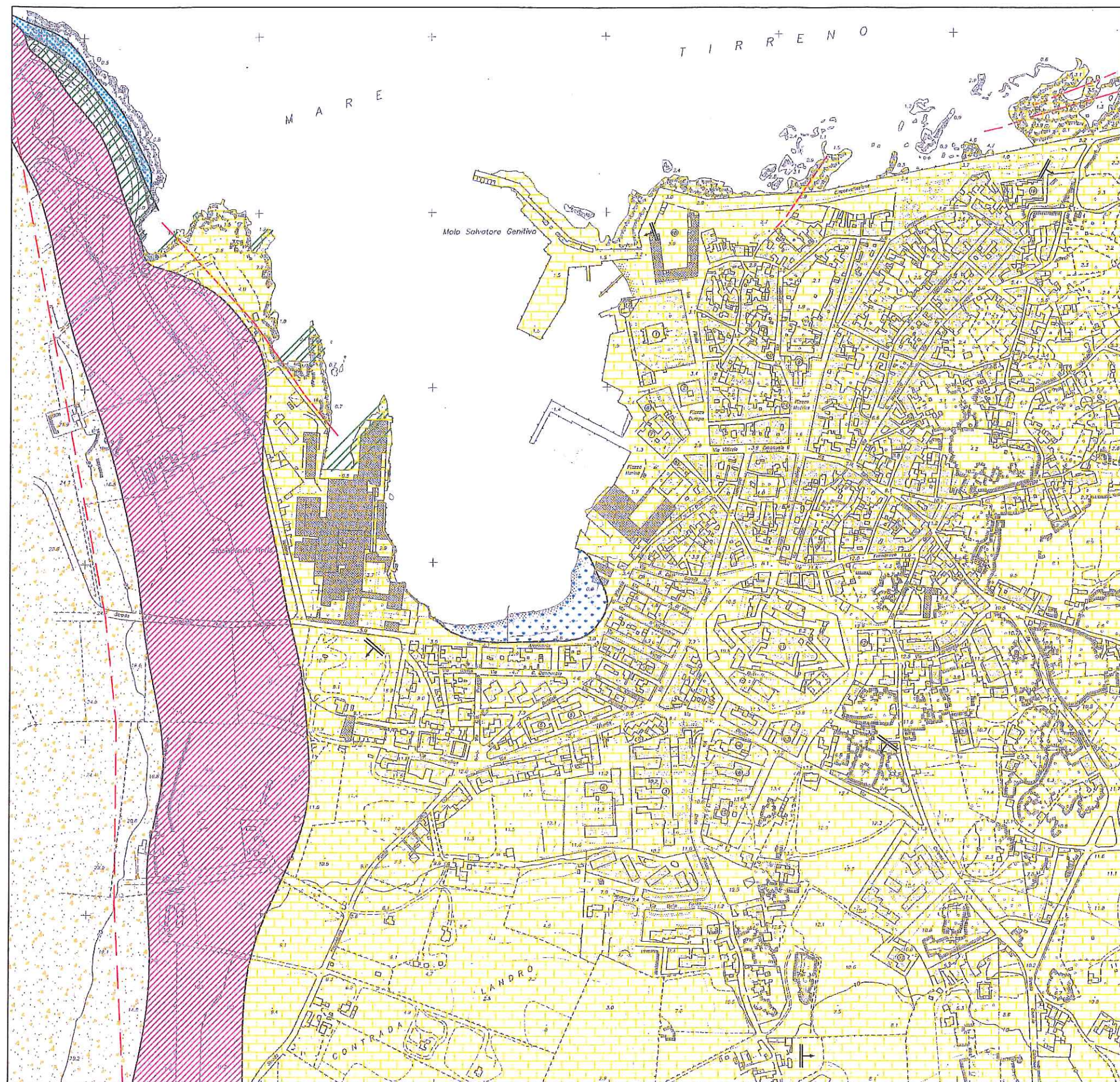
Le strutture sono attraversate da faglie normali ed inverse a piani subverticali, le principali di esse sono orientate in senso NNO-SSE ed E-O.

SCHEMA STRUTTURALE - Isola di Levanzo e Isola di Favignana

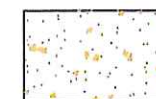


I terreni dolomitici e calcarei costituiscono una monoclinale immergente verso Sud che si raccorda alle aree pianeggianti adiacenti mediante delle estese falde detritiche.

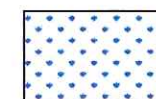
Nell'area portuale i terreni mesozoici terziari sono ricoperti in discordanza dai depositi pleistocenici in facies di conglomerati calcareniti e sabbie.



LEGENDA



Detriti di falda



Depositi di spiaggia



Calcareni e sabbie quarzose eoliche
"Dune"(a); Fanglomerati, sabbie eoliche e
silt argillosi con intercalazioni di ciottoli,
paleosuoli e colluvi indifferenziati (b)
(Pleistocene Sup. - Olocene)



Conglomerati, sabbie e biocalcareni a
lamellibranchi, gasteropodi, echinidi,
coralli, etc. (Tirreniano)



Conglomerati e calcareniti a lamellibranchi
e gasteropodi, calcareniti bioclastiche,
sabbie e calcareniti a stratificazione
parallela ed incrociata, calcareniti e sabbie
caotiche dovute a franamenti
sinsedimentari, sabbie e calcareniti
(Pleistocene Inf.)

Segni Convenzionali



Limite litologico



Faglie (a tratti ove presunte)



Faglie inverse (a tratti ove presunte)



D.I.P.: $0^\circ \div 10^\circ$

2.1 - Caratteristiche litostratigrafiche del bacino portuale

La sequenza stratigrafica è caratterizzata con continuità sia orizzontale che verticale da depositi litorali marini indicati nella letteratura tecnica specifica con il termine "*Calcarenite di Favignana*".

Si tratta di un'arenaria calcarea di colore variabile dal biancastro al giallo tenue variamente cementata in quanto in alcuni orizzonti raggiunge anche la consistenza lapidea, per fenomeni *diagenetici*.

La giacitura è monoclinale suborizzontale, mentre all'interno del sedimento si nota una stratificazione spesso incrociata da connettere alla sedimentazione prettamente litorale.

I terreni sopra descritti, nella fascia compresa fra lo Stabilimento Florio e Cala Fumere sono ricoperti da un deposito di origine continentale (fanglomerati, sabbie quarzose con intercalazioni di ghiaie) di origine eolica.

2.2 - Lineamenti geomorfologici

La costa, a Nord dell'isola, è prevalentemente litoide: il litorale nel tratto compreso tra il porto e Punta Faraglione è basso e scosceso con alcune insenature fra le quali "Cala Fumere" che si apre nel bacino portuale.

L'habitus geomorfologico del bacino portuale è connesso all'azione ciclica delle trasgressioni e delle regressioni marine che hanno delineato un'ampia superficie a "*terrazzo*" di natura calcarenitica, dolcemente degradante verso mare.

Il morfotipo non presenta rotture di pendenza significative ed è caratterizzato da pendenze modestissime, al più pari al 2%.

Le condizioni generali di stabilità della zona sono del tutto favorevoli in quanto non sono stati riscontrati processi in atto o potenziali di tipo geomorfologico che potrebbero turbare l'assetto dei luoghi né tantomeno manomissioni antropiche rispetto l'assetto originario dei luoghi.

Alla luce di quanto emerso con i rilievi il sito è da considerarsi indenne da rischi geologici a breve ed a lungo termine.

L'intorno non ricade nell'ambito di aree classificate a "*rischio o pericolosità*" né tantomeno in "*siti di attenzione*" indicati nel Piano Assetto Idrogeologico delle Isole Egadi, approvato con il D.P. del 24.04.2007 e pubblicato sulla G.U.R.S. n.29 del 29.06.2007.

In riferimento al punto 3.2.4 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, l'area in oggetto è associabile alla Categoria Topografica T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

2.3 - Aspetti morfostrutturali

I terreni affioranti nel territorio di Favignana hanno raggiunto il loro attuale assetto geomorfologico in seguito a vicissitudini geologiche ed alla morfogenesi plio-quadernaria.

L'inizio dell'evoluzione geomorfologica può farsi risalire ad una complessa interazione di fasi tettoniche riferibili all'intervallo Miocene Sup. - Pleistocene.

Una fase tettonica trascorrente ha determinato successivamente un sistema di strutture a pieghe con assi diretti N-S, NO-SE e NE-SO. Si sono pertanto delineate nuove faglie con rigetti orizzontali sia nei depositi mesozoico-terziari che in quelli pleistocenici in particolar modo nella parte orientale dell'isola di Favignana.

Alla fine della fase compressiva pliocenica s'instaura un regime tettonico distensivo, caratterizzato da faglie dirette a forte rigetto, che hanno determinato l'altitudine del rilievo di Monte S. Caterina e l'andamento morfologico dei versanti.

L'erosione ha portato, successivamente, alla definizione dell'attuale morfologia del territorio, con un'azione che si diversifica nelle varie litologie appartenenti a facies prevalentemente carbonatiche pertanto poco erodibili.

2.4 - Evoluzione geomorfologica

All'evoluzione morfostrutturale ha fatto seguito *l'evoluzione geomorfologica dinamica* operata da tutti quei fenomeni naturali o antropici che concorrono a modificare la morfologia del territorio.

I principali tipi di *modellamento geomorfologico*, alla cui azione è riconducibile l'attuale habitus del territorio sono: il modellamento fluvio-denudazionale, il modellamento carsico, il modellamento gravitativo ed il modellamento antropico.

Per *modellamento fluvio-denudazionale* s'intende il fenomeno dovuto all'azione delle acque selvagge ed incanalate.

Si differenzia secondo i tipi litologici su cui ha agito o agisce, in funzione del loro grado d'alterabilità fisica o chimica e del loro differente grado d'erodibilità.

Il modellamento fluvio-denudazionale su rocce carbonatiche dà luogo, nell'ambito dei versanti dove i deflussi idrici non sono ben definiti, a fenomeni d'erosione diffusa più o meno intensa.

Le displuviali corrispondono alle creste dei rilievi che caratterizzano le tre isole.

Altri elementi caratteristici dell'habitus sono le rotture di pendenza dovute per lo più all'erosione selettiva ed all'assetto giaciturale e tettonico delle rocce.

L'azione di denudazione dovuta allo scorrimento delle acque sulle rocce carbonatiche è tra l'altro favorita dalla prevalente mancanza di vegetazione e di suolo, specie sui versanti più acclivi, che risultano, pertanto, esposti non soltanto all'azione erosiva dell'acqua, ma anche a tutti quegli agenti fisici (*crioclastismo* e *termoclastismo*), chimici (*soluzione*), biologici ed antropici che ne provocano l'erosione e quindi la loro denudazione.

La vegetazione esercita un'azione mitigatrice nei confronti della mobilitazione dei materiali presenti in superficie, in quanto riduce gli effetti dei processi erosivi dovuti all'acqua ed al vento.

Essa è indizio ed insieme è causa di stabilità morfologica in quanto favorisce la percolazione lenta dell'acqua piovana, limitando lo scorrimento superficiale.

In alcuni casi, in corrispondenza delle aree caratterizzate dall'erosione superficiale diffusa, la roccia si presenta suddivisa, a causa delle litoclasti allargate per processi di disfacimento, in blocchi che appaiono legati spesso da sottili ponti di roccia pertanto in precario stato d'equilibrio prossimo al collasso.

Lungo le pendici dei rilievi calcarei, il modellamento fluvio denudazionale si combina con il *modellamento carsico*.

Le rocce carbonatiche sono, infatti, oggetto di processi di dissoluzione chimica (*carsismo*) da parte delle acque meteoriche.

Le acque superficiali scorrendo in superficie o penetrando in profondità attraverso le discontinuità, danno luogo ad una morfologia carsica caratterizzata dalla presenza di grotte e cavità che si allargano sempre più con il procedere del fenomeno, cui spesso è facile accedervi da aperture prodottesi in superficie.

Il carsismo è un processo di tipo chimico che si verifica in presenza di rocce solubili, come quelle carbonatiche, che siano esposte ad un regime pluviometrico legato ad un clima caldo umido o mediterraneo.

Il processo carsico produce delle strutture superficiali (epigee) ed in profondità (ipogee) di dimensioni e forme molto variabili. Quelle superficiali vengono chiamate in letteratura con il nome tedesco di karren (o lapiez in francese) e comprendono: i campi carreggiati, le scannellature, i solchi a doccia, le vaschette di corrosione, le cavità alveolari ed i crepacci.

Procedendo dalla superficie in profondità, ovvero verso condizioni di maggiore pressione, si verifica quindi un progressivo ampliamento delle fessure esistenti con la formazione di inghiottitoi in senso verticale e di tunnel e cunicoli in direzione sub-orizzontale fino ad arrivare alla formazione di vere e proprie cavità sotterranee (caverne e grotte).

Altre forme particolari originate dal carsismo sono le stalattiti e le stalagmiti che appartengono ai cosiddetti calcari incrostanti, i quali si depongono per il lento scorrere dell'acqua dentro le fessure delle rocce o sulle pareti di grotte o per stillicidio di acqua dal soffitto di queste ultime.

Nel territorio delle tre isole sono state riscontrate numerose grotte molte delle quali per i fenomeni di abrasione sono soggette a fenomeni di dissesto.

Sono in genere ubicate in corrispondenza di preesistenti faglie che sono state successivamente ampliate ed approfondite dai processi di abrasione e del carsismo, originando degli ingressi con forme molto variabili e curiose.

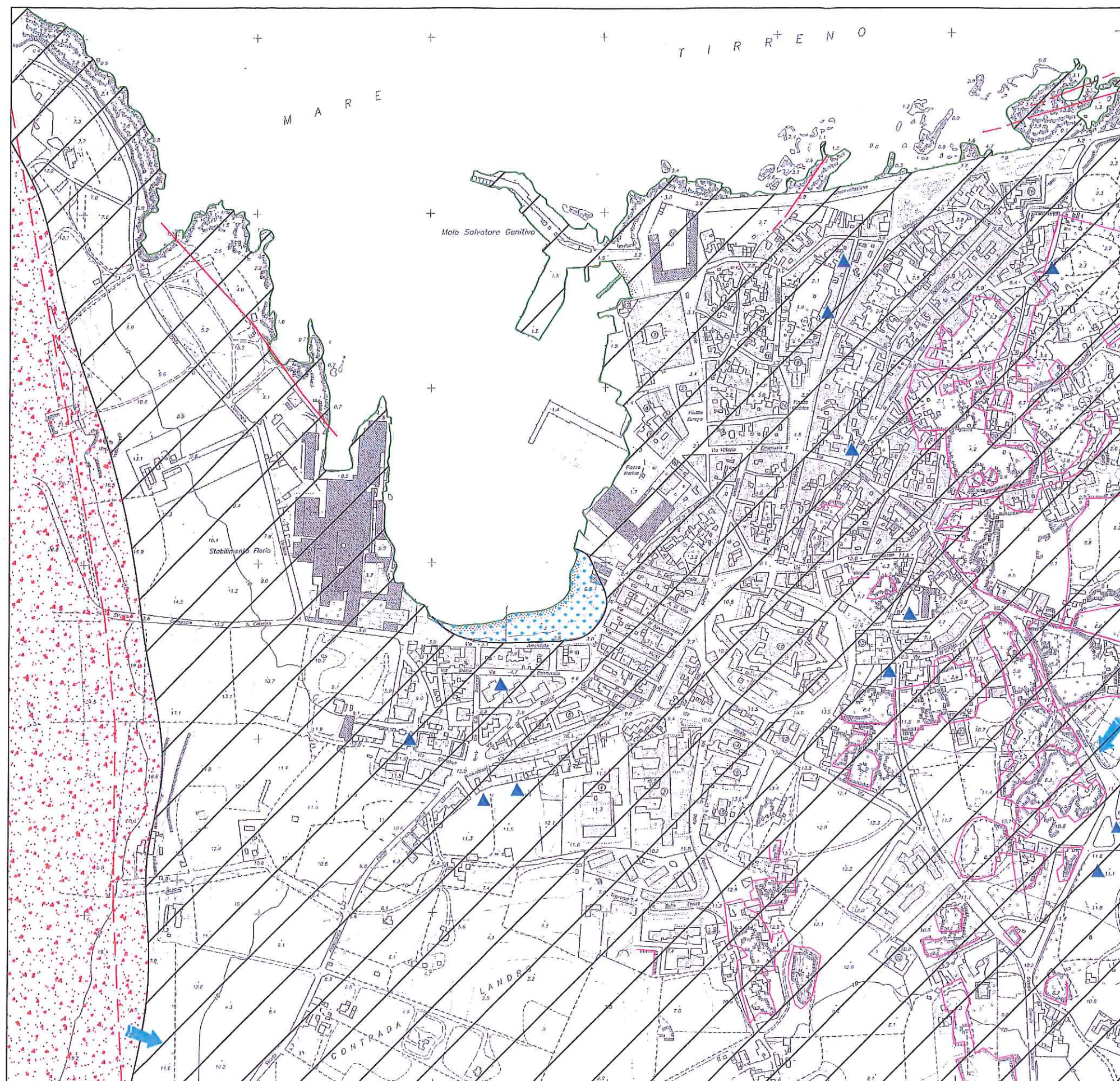
Sul pavimento delle grotte è presente un paleosuolo costituito da terra rossa, una miscela di ossidi ed idrossidi di ferro che rappresenta un deposito residuale della dissoluzione dei calcari, il cui spessore è in relazione con le dimensioni della grotta stessa.

Nell'isola di Favignana la più interessante è la *grotta del Faraglione*, un antro che si apre a terra di modesta ampiezza con un inghiottitoio all'interno.

Il *modellamento antropico* ha provocato considerevoli effetti morfogenetici in relazione agli interventi d'urbanizzazione ed alle attività estrattive esercitate per lunghissimo tempo nel settore orientale dell'isola di Favignana.

Le cave di calcarenite comunemente indicate "*cave di tufo*" sono sia del tipo a "*fossa*" o del tipo in "*galleria*". I due tipi di coltivazione venivano praticati in funzione del grado di cementazione che presentava la calcarenite, ovvero coltivabile direttamente negli strati superficiali al fine di ottenere blocchi di forma parallelepipedica per l'impiego in edilizia.

Nel caso di affioramenti di scadente qualità si optava per il sistema in galleria che avveniva attraverso dei pozzi o cunicoli di accesso ad ampie cavità di lavorazione di forma irregolare le cui volte erano sostenute da pilastri quadrangolari.




LEGENDA

FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI VERSANTE

 Detriti di falda

FORME DI ORIGINE MARINA

 Coste alte in roccia o in materiale di deposito e coste rocciose

 Sedimenti di spiaggia

 Terrazzo marino

FORME ANTROPICHE

 Gruppi di cave inattive


IDROLOGIA

 Pozzi idrici

 Probabile direzione di flusso delle acque sotterranee nel complesso calcarenitico

Segni Convenzionali

 Limite litologico

 Faglie (a tratti ove presunte)

 Faglie inverse (a tratti ove presunte)

 D.I.P.: $0^\circ \div 10^\circ$

3- CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Il regime di circolazione idrica nel sottosuolo è condizionato dalle litologie affioranti e dalle geometrie degli affioramenti.

Le litologie delle formazioni più superficiali (limi e sabbie limose giallastre) da poco coerenti a pseudocoerenti, di natura coesiva, determinano una scarsa permeabilità della formazione inalterata.

Sono facilitate tuttavia le infiltrazioni nei terreni di copertura alterativa a causa delle condizioni topografiche, che in prevalenza sono subpianeggianti e poco soggette ai dilavamenti ed erosioni. Inoltre anche nelle sequenze marnose consolidate ed impermeabili, si intercettano livelli di calcareniti o di sabbia fine rossastra, derivante da intercalazioni litoidi fratturate e brecciate, che veicolano acque vadoze attraverso una rete fratturativa.

La successione di banchi a calcareniti e calciruditi presenta uno stato fratturativo beante che conferisce una permeabilità discreta a rete.

Le formazioni rilevate nel bacino portuale sono state campionate mediante carotaggi a varia profondità.

Sono state eseguite prove di assorbimento tipo Le Franc e calcolati i valori di permeabilità; inoltre sono stati installati dei piezometri ed effettuati i rilevamenti piezometrici in sequenza multi temporale nell'ambito di studi pregressi diretti dallo scrivente.

Considerati i rilievi e le misure effettuate, nonché le granulometrie e le condizioni di affioramento, diagenetiche e tettoniche, in generale i terreni affioranti nell'intorno significativo al bacino portuale sono stati classificati in 2 complessi, costituiti da *Unità litoformazionali* a vario grado di permeabilità, determinandone i coefficienti, la tipologia e la distribuzione delle caratteristiche di permeabilità, secondo il seguente schema:

TABELLA DELLE CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI TERRENI AFFIORANTI

Compl.	Litologia	Tipo di Permeabilità	Range di k (in $m\ sec^{-1}$)
Permeabil. Primaria	Calcareniti, sabbie limose e limi sabbiosi, depositi alluvionali e detriti di falda	Porosità	$10^{-3} \approx 10^{-4}$
Permeabil. secondaria	Calcari, arenarie calcaree, calcilutiti	Rete di fratturazione	$0 \approx > 10^{-3}$

3.1 - Climatologia

Per lo studio climatologico sono state utilizzate le stazioni termometriche e pluviometriche entro le relative aree di influenza ricade il bacino in studio.

I dati elaborati si riferiscono per ciascuna stazione considerata, al ventennio 1980-2000.

3.1.1 - Termometria

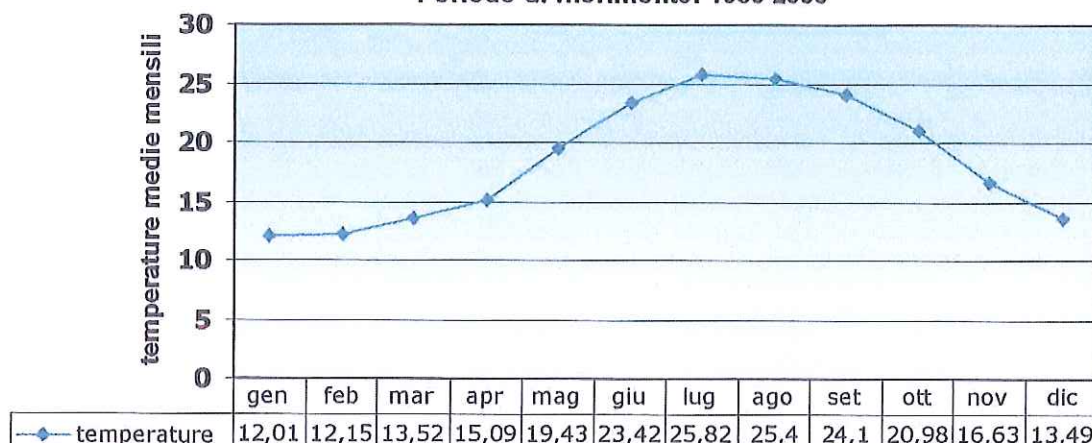
Per eseguire lo studio termometrico è stata considerata la stazione di Trapani (2,00 m s.l.m.). E' stato elaborato un termogramma rappresentativo del rapporto tra le temperature medie (ascisse) e le escursioni termiche mensili (ordinate).

Lo studio ha messo in evidenza una notevole escursione tra il mese più caldo e quello più freddo ed una sensibile azione mitigatrice del mare. L'areale, da un punto di vista esclusivamente termico, ricade nel dominio del clima di tipo "mesotermico mediterraneo", caratterizzato da estati calde ed asciutte, inverni non troppo rigidi, precipitazioni moderate e concentrate nei periodi autunno-inverno.

STAZIONE TERMOMETRICA TRAPANI (2,00 m s.l.m.)
Periodo di riferimento: 1980 -2000

ANN	GEN.	FEB.	MAR.	APR.	MAG.	GIU.	LUG.	AGO.	SET.	OTT.	NOV.	DIC.	Temp. media Annuale
1980	11,9	12,4	13,6	14,3	18,2	22,0	24,0	25,9	23,8	19,8	16,2	11,8	17,8°C
1981	9,2	10,9	14,3	16,4	18,8	23,2	24,7	25,5	24,3	20,6	14,3	13,8	18,0°C
1982	13,7	11,7	12,6	15,3	18,8	25,0	27,5	26,4	24,6	20,6	16,1	12,3	18,7°C
1983	10,8	10,6	12,3	0	19,4	22,6	26,2	0	23,0	19,8	16,3	11,6	14,4°C
1984	11,5	10,5	12,3	14,4	19,1	21,4	24,6	24,5	21,9	19,3	17,0	12,6	17,4°C
1985	10,5	12,5	12,3	14,9	19,0	22,9	25,4	24,7	22,5	19,0	16,0	13,3	17,7°C
1986	10,7	11,1	12,8	15,4	19,4	21,7	24,7	26,1	23,1	20,3	15,2	11,5	17,7°C
1987	10,6	11,9	10,8	14,6	16,6	22,6	26,6	26,3	24,8	22,1	15,8	13,5	18,0°C
1988	12,7	11,4	12,4	15,7	20,5	22,4	26,6	25,9	22,0	20,5	14,9	11,2	18,0°C
1989	10,0	10,9	14,0	16,0	18,2	21,3	24,7	25,1	22,8	18,0	15,5	14,1	17,5°C
1990	11,6	12,6	12,8	14,8	19,1	23,0	24,9	24,7	23,6	22,2	15,5	11,5	18,0°C
1991	11,0	10,8	14,7	14,0	15,7	21,0	24,0	24,6	23,5	19,8	14,6	10,3	17,0°C
1992	10,5	10,6	13,0	14,9	18,6	25,0	25,1	27,7	25,0	22,2	18,8	15,2	18,9°C
1993	12,8	12,1	13,6	16,7	20,5	24,3	26,2	27,8	25,5	23,2	18,0	15,5	19,7°C
1994	14,7	13,2	15,4	15,5	20,9	23,2	27,4	30,9	24,2	20,4	16,6	12,6	19,6°C
1995	9,9	13,3	13,3	15,0	19,1	22,8	26,4	27,2	24,3	20,8	15,1	14,6	18,5°C
1996	13,6	12,1	12,9	16,1	20,9	26,5	24,0	25,3	23,4	22,1	20,3	16,0	19,4°C
1997	16,4	15,4	15,9	17,1	21,9	26,6	28,2	29,1	25,3	20,0	16,1	12,9	20,4°C
1998	11,3	12,2	11,8	15,8	18,3	24,1	26,5	27,8	24,8	22,4	18,2	15,8	19,1°C
1999	15,5	14,8	16,9	21,0	21,7	24,8	26,5	28,7	27,0	23,8	18,3	15,2	21,2°C
2000	13,3	14,2	16,3	19,0	23,4	25,5	28,0	29,1	26,7	23,6	20,5	18,0	21,5°C
Temperature medie mensili	12,01	12,15	13,52	16,68	19,43	23,42	25,82	28,07	24,1	20,98	16,63	13,49	18,8 °C

Temperature medie mensili
Stazione (Tp): TRAPANI (quota 2,00 m s.l.m.)
Periodo di riferimento: 1980-2000



3.1.2 - Pluviometria

Per l'esame delle condizioni pluviometriche ci siamo avvalsi dei dati registrati nella stazione pluviometrica di Trapani (2,00 m s.l.m.), entro i cui topoieti ricade il bacino in esame.

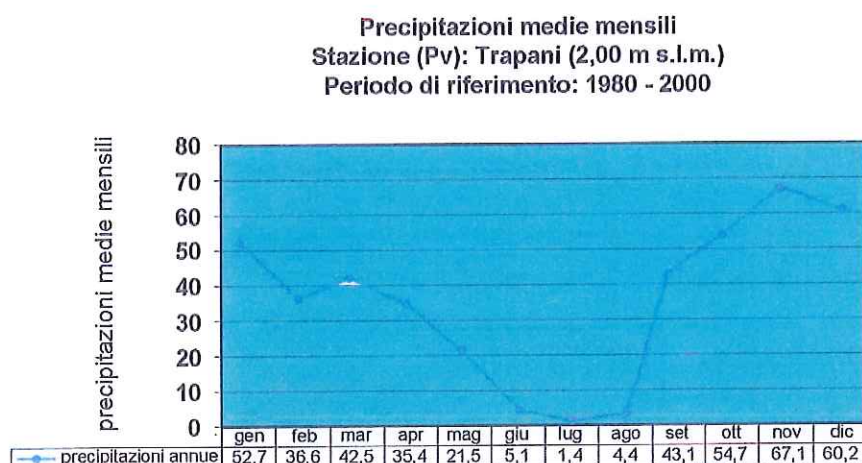
STAZIONE PLUVIOMETRICA TRAPANI (2,00 m s.l.m.)

Periodo di riferimento: 1980 -2000

ANNO	GEN.	FEB.	MAR.	APR.	MAG.	GIU.	LUG.	AGO.	SET.	OTT.	NOV.	DIC.	Precip. Annuale mm
1980	56,6	28,2	78,0	50,0	29,0	4,8	0	0,6	0,8	60,4	26,6	65,0	400,0
1981	116,6	21,2	17,2	20,6	26,4	6,6	0	0	2,6	13,0	14,6	64,8	321,4
1982	38,0	67,4	89,0	85,2	24,8	1,8	0,2	3,0	24,2	39,8	119,2	120,4	613,2
1983	18,0	24,0	69,2	4,2	17,8	1,2	0	2,2	75,6	69,2	39,2	130,2	450,8
1984	42,8	89,0	52,2	13,0	9,0	5,6	0	22,4	95,4	20,0	42,2	47,4	440,0
1985	109,0	47,0	88,8	88,6	18,6	0	0	0	38,0	65,2	59,2	23,0	537,4
1986	47,2	76,4	86,2	24,2	5,6	2,2	4,6	0	4,8	37,8	74,0	26,4	389,4
1987	67,0	22,4	37,4	12,2	42,4	1,8	0,4	0	4,8	25,6	58,2	24,6	296,8
1988	35,8	18,8	49,8	21,8	1,2	10,6	0	0,2	80,4	37,8	81,8	40,4	378,6
1989	20,4	6,4	16,6	56,8	21,6	3,8	0	0	58,8	24,4	29,6	58,6	297,0
1990	36,6	23,8	24,4	79,2	7,6	0,2	0,4	6,6	3,2	54,2	39,4	100,8	376,4
1991	39,8	59,0	25,4	42,2	10,4	23,8	0	0	27,6	147,0	49,2	15,4	439,8
1992	102,4	7,4	38,8	50,6	102,2	3,0	12,8	0	39,0	42,6	162,0	87,4	648,2
1993	16,3	39,8	19,4	12,0	30,8	0,2	0	1,0	43,0	65,8	148,2	10,0	386,6
1994	47,6	58,6	0	21,0	5,6	2,8	1,4	0,2	9,8	72,6	27,6	61,8	309,0
1995	78,0	0,2	31,0	37,8	16,0	6,6	0,2	7,0	91,2	0	60,2	27,0	355,2
1996	51,2	78,2	105,6	56,0	48,6	25,2	0	16,6	30,0	67,4	25,0	73,6	577,4
1997	43,4	24,0	16,8	18,6	1,8	3,4	0,8	21,4	70,8	77,2	87,6	134,4	500,2
1998	70,8	24,2	17,6	14,4	11,6	0	0	11,0	44,4	70,0	57,6	47,0	368,6
1999	37,8	33,0	19,8	18,6	1,4	0	8,2	0,8	21,0	27,2	154,6	74,0	396,4
2000	30,8	19,6	8,8	16,8	19,2	3,6	0	0	139,0	68,6	53,6	56,8	416,8
Precipitazioni medie mensili	52,7	36,6	42,5	35,4	21,5	5,1	1,4	4,4	43,1	54,7	67,1	60,2	423,77

Considerando un apporto esterno per ruscellamento dei bacini idrologici vicini a quello in studio pari a $P_e=193,00$ mm/a, la piovosità media annua (P) in mm/a, per l'intero bacino risulta essere:

$$P+P_e= 616 \text{ mm/a}$$



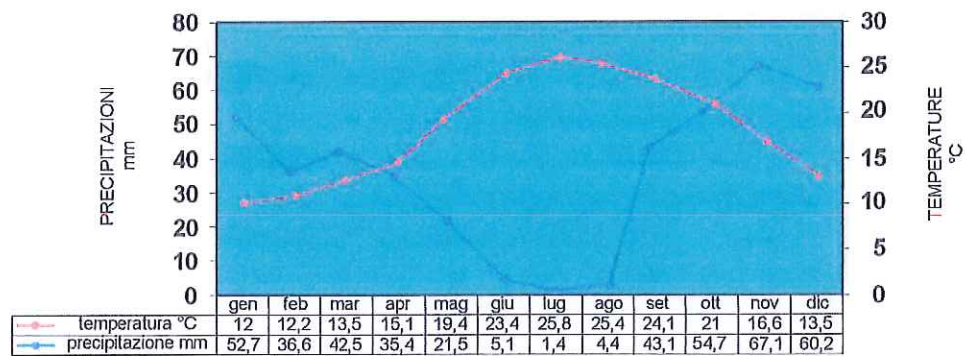
Tale stazione risulta essere la più confacente al territorio oggetto di studio, anche in relazione alla sua posizione (altitudine, orografia ed esposizione) ed alla modalità di precipitazione.

L'evaporazione prevale nei periodi compresi tra giugno e settembre mentre i periodi piovosi sono più significativi tra gennaio e maggio e tra settembre e dicembre; la stagione secca associata con il periodo di massima evaporazione trovasi compresa tra i mesi di giugno e settembre.

Per evidenziare statisticamente la relazione fra le temperature e le precipitazioni di ogni mese, è stato elaborato il "*diagramma ombrotermico*" dal quale si evince che le due curve si intersecano nel periodo compreso fra maggio e metà agosto, mentre nei restanti mesi si distanziano sempre maggiormente.

Ciò conferma la definizione climatica che si è data in precedenza.

Diagramma ombrotermico secondo Bagnouls e Gaussen



4- TECNICHE DI INDAGINE

Il riconoscimento e la caratterizzazione meccanica dei terreni interessati dalle opere portuali è stato effettuato tenendo conto dei risultati delle indagini eseguite nell'ambito del bacino portuale ed in particolare:

- sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo eseguiti con un impianto di perforazione a circolazione di fluido;
- prelievo di n.9 campioni indisturbati con campionatore Shelby;
- esecuzione di n.9 prove penetrometriche dinamiche S.P.T (*Standard Penetration Test*);
- esecuzione di prove di laboratorio sui campioni prelevati: prove di identificazione, prove di taglio diretto di tipo CD e prove edometriche;
- indagini simiche Masw.

4.1 - Sondaggi geognostici

Con l'esame delle carote estratte dai sondaggi, le cui stratigrafie di dettaglio sono riportate in appendice e con semplici prove di riconoscimento si è pervenuti alla classificazione geotecnica basata essenzialmente sulla composizione granulometrica dei materiali, sul contenuto naturale d'acqua e sulla consistenza.

Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. (*Standard Penetration Test*) eseguite con campionatore tipo Raymond con massa battente da 73kg risultano idonee a determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni a granulometria grossa mediante apposite correlazioni esistenti nella letteratura geotecnica.

I sondaggi geognostici hanno accertato la presenza di un complesso calcarenitico nel quale possono distinguersi due orizzonti.

Quello superficiale, dello spessore di circa 10,00 m \approx 12,00 m, è definito da calcareniti più o meno cementate con sottili inclusioni sabbiose; il livello profondo è formato da alternanze di sabbie limose e sabbie con sottili livelli cementati.

Appare opportuno riportare alcune considerazioni sul grado di precisione del tipo di indagine in relazione al tipo di terreno.

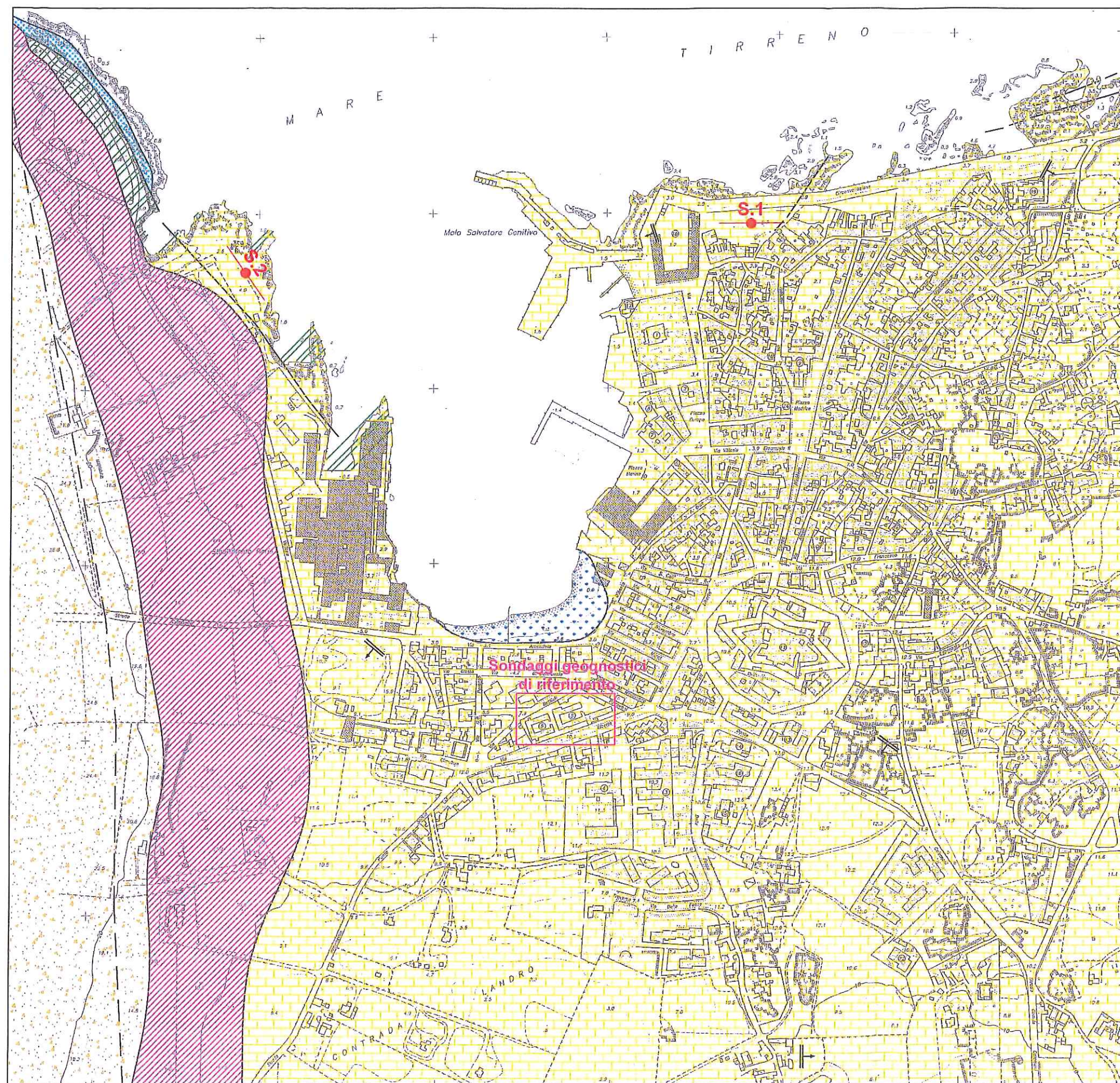
E' ormai accertato da numerosi casi che nei terreni calcarenitici, come quelli in oggetto, durante la perforazione si provoca la rottura dei legami di cementazione fra le particelle.

Pertanto, dall'esame delle carote sembra trattarsi di sabbie poco o nulla cementate; al contrario il terreno è dotato di un apprezzabile grado di cementazione che consente di eseguire scavi con pareti molto prossime alla verticale.

A tale conclusione si è pervenuti, tramite esperienze dirette operando sia sulle calcareniti di Favignana che su quelle di Marsala. Solo se la roccia è molto resistente ed omogenea è possibile, con tecniche adeguate, effettuare il prelievo di carote integre senza rompere i legami interparticellari (*Resistenza alla compressione uniassiale determinata in laboratorio su provini cilindrici variabile da 1,6 a 1,7 N/mm²*).

Anche dalle prove penetrometriche si ottengono valori dei parametri meccanici inferiori a quelli reali, probabilmente per il disturbo del carotaggio o per l'accumulo, a fondo foro, di materiale rimaneggiato proveniente dalle pareti o caduto dal carotiere durante la manovra di sollevamento.

In conclusione, la tipologia di indagine, porta alla definizione di un quadro geotecnico di riferimento cautelativo che, si deve porre alla base dei calcoli geotecnici.



LEGENDA

Coltri di copertura



D1: Detriti di falda (frammenti lapidei spigolosi)



E1.c: Spiagge



D4: Calcareni e sabbie quarzose eoliche "Dune"(a)



E1: Fanglomerati, sabbie eoliche e silt argillosi con intercalazioni di ciottoli, paleosuoli e colluvi indifferenziati (b)

Substrato

"Complesso calcarenitico - sabbioso"



C2.1 - E1 - D3: Conglomerati, sabbie e biocalcareni a lamellibranchi, gasteropodi, echinidi, coralli, etc.



C2.2 - D3 - E1: Conglomerati e calcareniti a lamellibranchi e gasteropodi, calcareniti bioclastiche, sabbie e calcareniti a stratificazione parallela ed incrociata, calcareniti e sabbie caotiche dovute a frantumazioni sinsedimentari, sabbie e calcareniti

Segni Convenzionali



Limite litologico



Faglie (a tratti ove presunte)



Faglie inverse (a tratti ove presunte)



D.I.P.: 0° ÷ 10°



Sondaggi geognostici di riferimento



Sondaggio sismico Masw




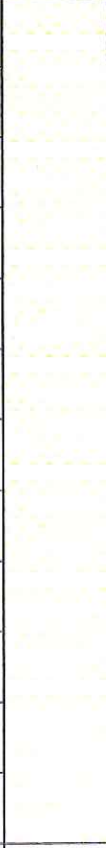
SONDAGGIO GEOGNOSTICO "S.1"

SISTEMA	PROF. DAL P.C.	CAMPIONI		FALDA ACQUIF.	SCALA RIF.	SONDAGGIO	DESCRIZIONE
		INDIS.	RIMAN.				
	2.00						Terreno di riporto costituito da sabbia limosa di colore marrone rossastro con noduli di calcarenite
	3.00						Calcarenite di colore biancastro carotata in elementi della dimensione della ghiaia e dei blocchi
	4.70						Calcarenite poco cementata carotata in elementi della sabbia e della ghiaia
				6.95			Calcarenite molto cementata carotata in elementi della dimensione dei blocchi
	12.00	8.20 C.1					
	12.50	8.70					Calcarenite debolmente cementata carotata come sabbia
							Sabbia limosa di colore giallastro addensata con noduli di calcarenite
		20.50 C.2					
		21.00					
	22.50						




SONDAGGIO GEOGNOSTICO "S.2"

SISTEMA	PROF. DAL P.C.	CAMPIONI		FALDA ACQUIF.	SCALA RIF.	SONDAGGIO	DESCRIZIONE
		INDIS.	RIMAN.				
	0.80						Terreno di riporto costituito da sabbia limosa di colore marrone rossastro con noduli di calcarenite
	4.00						Calcarenite carotata come sabbia e ghiaia di colore giallastro
	5.00						Calcarenite debolmente cementata carotata come sabbia
	5.20						Calcarenite molto cementata di colore giallastro carotata in elementi della dimensione dei blocchi
	6.30						Calcarenite di colore biancastro carotata come sabbia e ghiaia
				7.05			
		8.00					Sabbia ghiaiosa di colore giallo chiaro addensata
		C.1					
	9.00	8.50					Calcarenite di colore giallastro carotata come sabbia e ghiaia
	10.00						
							Sabbia limosa di colore giallastro chiaro addensata con diffuso tritume fussile
		15.50					
		C.2					
		16.00					
	21.00						

SONDAGGIO GEOGNOSTICO "S.3"

SISTEMA	PROF. DAL P.C.	CAMPIONI		FALDA ACQUIF.	SCALA RIF.	SONDAGGIO	DESCRIZIONE
		INDIS.	RIMAN.				
	0.30						Terreno di riporto costituito da sabbia limosa di colore marrone rossastro con noduli di calcarenite
	3.20						Calcarenite carotata come sabbia e ghiaia di colore biancastro
		7.00 C.1 7.50		6.90			Calcarenite carotata come sabbia e ghiaia con livelli di sabbia di colore giallastro chiaro addensata
	11.00						Sabbia limosa e ghiaiosa di colore giallastro
	23.00						

SONDAGGIO GEOGNOSTICO "S.4"

SISTEMA	PROF. DAL P.C.	CAMPIONI		FALDA ACQUIF.	SCALA RIF.	SONDAGGIO	DESCRIZIONE
		INDIS.	RIMAN.				
	1.10			-			Terreno di riporto costituito da sabbia limosa di colore marrone rossastro con noduli di calcarenite
	3.50	3.00 C.1 3.50					Calcarenite poco cementata carotata come sabbia e ghiaia
				<u>7.32</u>			Calcarenite poco cementata carotata come sabbia con livelli di sabbia limosa
		14.00 C.2 14.50					
	21.00						

SONDAGGIO GEOGNOSTICO "S.5"

SISTEMA	PROF DAL P.C.	CAMPIONI		FALDA ACQUIF.	SCALA RIF.	SONDAGGIO	DESCRIZIONE
		INDIS.	RI MAN.				
	0.20						Terreno di riporto costituito da sabbia limosa di colore marrone rossastro con noduli di calcarenite
	5.20	2.80 C.1 3.00					Calcarenite carotata in elementi della dimensione come sabbia e ghiaia
	13.00	10.50 C.2 11.00		7.55			Calcarenite poco cementata di colore biancastro con abbondante tritume fossile
	21.00						

4.2 - Modellazione geotecnica del sito

Si osserva esplicitamente che la caratterizzazione geotecnica che si presenta è stata ottenuta sia con lo studio e l'interpretazione delle prove ed analisi geotecniche che con l'interpretazione delle prove S.P.T con l'ausilio di correlazioni esistenti nella letteratura tecnica specifica.

Sono state eseguite prove di identificazione per la classificazione geotecnica dei terreni, prove di resistenza al taglio di tipo consolidata drenata e prove di compressione edometrica ad incrementi di carico controllati che hanno consentito di schematizzare le caratteristiche geotecniche dei vari strati da utilizzare nei calcoli e nelle verifiche di progetto.

Sotto l'aspetto granulometrico i campioni si sono classificati "*sabbia limosa, sabbia limosa ghiaiosa o sabbia con ghiaia*" essendo la percentuale di argilla compresa fra lo 0,50% ed il 6,30%, quella del limo compresa fra il 10,00% e il 22,60%, quella della sabbia fra il 55,80% e l'89,20%, mentre quella della ghiaia fra lo 0,20% ed il 34,50%. Il contenuto naturale d'acqua, W_n , risulta compreso fra l'11,49% ed il 33,54%.

La determinazione dei limiti di plasticità e di liquidità non è stata possibile in quanto trattasi di materiali granulari "non plastici" non plasmabili a forma di bastoncino.

Il peso dell'unità di volume, γ , assume un valore compreso da 1.47 gr/cm³ a 2.01 gr/cm³, mentre il peso secco dell'unità di volume (γ_d) ed il peso specifico dei grani (γ_s) assumono rispettivamente valori di 1,27-1,77 gr/cm³ e di 2.65-2.73 gr/cm³.

Dalle prove di taglio diretto di tipo CD, interpolando linearmente i punti di rottura sul piano di Mohr-Coulomb, si sono ottenuti i seguenti parametri meccanici in termini di pressioni effettive:

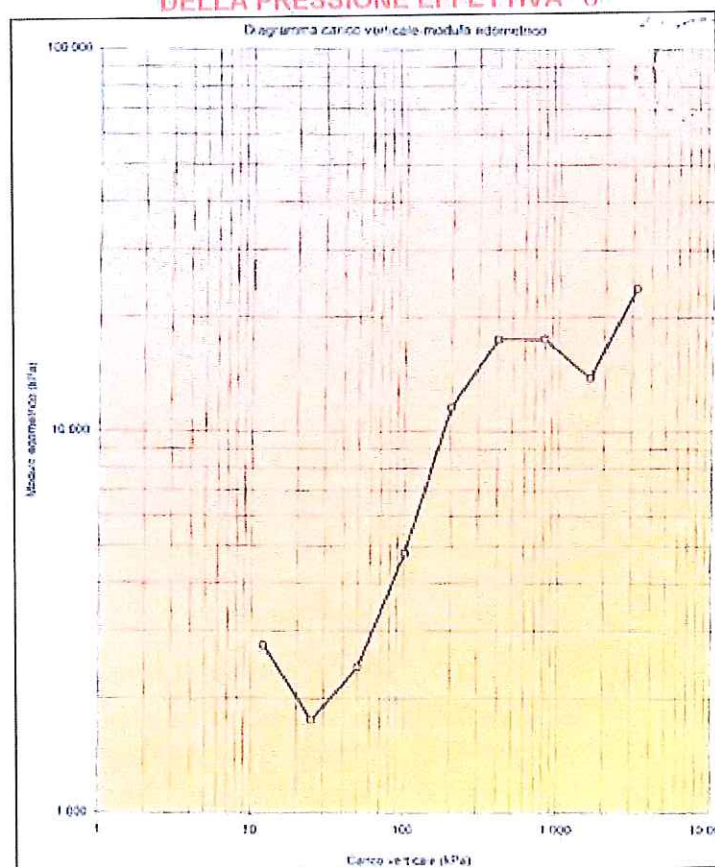
$$\text{Coesione drenata } C' = 0.00 \approx 0,70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Angolo di attrito } \phi' = 35^\circ \approx 48^\circ$$

Per le caratteristiche di deformabilità può farsi riferimento ai risultati delle prove edometriche sintetizzati nella seguente tabella:

Carico Verticale (kPa)	Cedimenti δh (mm)	Cedimenti Corretti $\delta h'$ (mm)	Cedimenti "ε" (%)	Indice dei Vuoti "e"	Modulo Edometrico (kPa)
12	0,05	0,04	0,22	1,277	2.756
25	0,20	0,19	0,96	1,260	1.756
50	0,42	0,40	2,00	1,237	2.410
100	0,62	0,61	3,04	1,213	4.803
200	0,80	0,78	3,90	1,193	11.568
400	1,03	1,01	5,05	1,167	17.444
800	1,49	1,46	7,34	1,115	17.478
1.600	2,65	2,62	13,13	0,983	13.805
3.200	4,00	3,96	19,86	0,829	23.783
800	3,93	3,91	19,58	0,835	
200	3,86	3,83	19,22	0,844	
12	3,79	3,77	18,91	0,851	

VALORI DEL MODULO EDOMETRICO "E" IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE EFFETTIVA " σ "



Le prove penetrometriche dinamiche di tipo S.P.T. (*Standard Penetration Test*) eseguite alle varie profondità hanno evidenziato un elevato grado di addensamento dei livelli sabbiosi individuati.

I risultati delle prove sono riportati nella seguente tabella:

PROFONDITA' (m)	NUMERI DI COLPI
m. 3,70	(48+7+12) colpi
m.12,00	(11+26+35) colpi
m. 3,00	(4+8+11) colpi
m.11,00	(3+8+10) colpi
m. 4,00	(7+9+11) colpi
m.11,00	(3+6+10) colpi
m. 6,00	(4+6+10) colpi
m.21,00	(12+12+14) colpi
m. 6,00	(11+12+15) colpi

Considerati i valori di $N_{s,p.t.}$ elevati in assoluto, ed utilizzando la correlazione di De Mello si ottengono valori dell'angolo di attrito superiori a 40° .

4.3 - Indagini geosismiche

La conoscenza dell'andamento nel sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica finalizzati alla stima di possibili effetti nel sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo le tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh.

Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S. La determinazione della velocità delle onde di taglio VS tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti ed ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su una artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al, 1999).

La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza.

Tali valori di velocità sono strettamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine, rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh.

Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S.

Pertanto, utilizzando appositi metodi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli. L'operazione d'inversione consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S profondità". Per ottenere un quadro soddisfacente del modello geologico del sito si è stabilito di eseguire n°2 sondaggi MASW con lunghezza della base sismica di 26 m. Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), sono stati utilizzati n.12 geofoni a 4.5 Hz (ad asse verticale). Il sismografo è stato tarato per attribuire lo stesso guadagno ad ogni geofono.

L'array effettuato per la presente indagine è lineare. La spaziatura tra i geofoni è di 2 m quindi la lunghezza complessiva del profilo risulta essere di 26 m.

Non ci sono state variazioni di quota tra i geofoni in quanto il sito risulta pianeggiante. L'energizzazione è stata eseguita con una mazza battente da 9 kg in un punto esterno allo stendimento, distante 6m dal primo geofono.

L'intervallo di campionamento è stato assunto in 2 ms in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale.

STRUMENTAZIONE USATA:

- Sismografo PASI12S12L;
- Numero dei canali 12;
- Geofoni verticali da 4.5 hz PASI;

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE:

- Massa battente (mazza da 9 kg).

I sondaggi sismici hanno consentito di differenziare due orizzonti litologici della formazione calcarenitica base ai parametri fisici e dinamici ricavati dalla prospezione geofisica.

4.4 - Indagine sismica per l'attribuzione della categoria di sottosuolo e condizioni topografiche in linea con il testo unico "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Per definire la categoria di sottosuolo come contemplato nel "Testo Unico per le Costruzioni" (art. 3.2.1), si è fatto riferimento ai dati acquisiti con l'indagine geosismica attiva Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves), finalizzata alla caratterizzazione sismica dei terreni mediante la misura diretta delle velocità delle onde sismiche trasversali V_s fino ad una profondità di circa 30m dal piano di campagna. Con tale metodo è stato possibile determinare le V_{s30} ovvero la media pesata delle velocità delle onde sismiche trasversali per i primi 30 m.

Sono stati eseguiti n°2 sondaggi Masw con stese sismiche pari a 26 m. Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze sono stati utilizzati n.12 geofoni a 4,5 Hz ad asse verticale con distanza intergeofonica pari a 2,00 m.

I dati acquisiti e l'elaborazione dei sismogrammi con software WinMasw 4.0 hanno fornito sequenze sismostratigrafiche a tre orizzonti:

- **Il primo sismostrato**, è caratterizzato da velocità di propagazione delle V_s comprese fra 174.8968 m/s e 129.3303 m/s, rispettivamente nei sondaggi S.1 ed S.2, associabile al rifratte superficiale di bassa velocità di propagazione (terreno agrario) con scadenti caratteristiche meccanico elastiche, dello spessore variabile da 0.40 m a 0.70 m;
- **Il secondo sismostrato**, corrisponde ad un rifratte a velocità più elevata caratterizzato da valori di velocità delle onde S comprese fra 378.959 m/s e 413.8006 m/s associabile al deposito calcarenitico, di medio bassa cementazione, dello spessore variabile da 12.00 m a 15.00 m.;
- **Il terzo sismostrato** di spessore indefinito, è caratterizzato da velocità delle onde S comprese fra 859.6784 m/s e 880.28 m/s. E' associabile al substrato calcarenitico molto cementato.

Con la stima delle onde V_p sono stati calcolati analiticamente i seguenti moduli dinamici:

- ν = coefficiente di Poisson
- E = modulo di Young
- G = modulo di Taglio
- μ = modulo di rigidità o di Lamè
- σ = modulo di compressione

Stesa Masw N°	Strato n°	V_p m/sec	V_s m/sec	γ gr/cm ³	σ MPa	Moduli elastici			
						ν	E MPa	G MPa	μ MPa
S.1	1	358	174.8968	1.81	158	0.34	149	55	121
	2	745	378.959	1.98	721	0.33	755	285	531
	3	1877	859.6784	2.21	5599	0.27	4463	1632	4511
S.2	1	282	129.3303	1.75	100	0.37	80	29	81
	2	943	413.8006	2.04	1348	0.38	965	350	1115
	3	1996	880.28	2.22	6558	0.38	4747	1721	5411

Dall'analisi delle indagini sismiche, nonché dal calcolo delle V_{s30} è stato possibile attribuire, in riferimento al punto 3.2.2 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, **la categoria di sottosuolo "B" - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata media $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).**

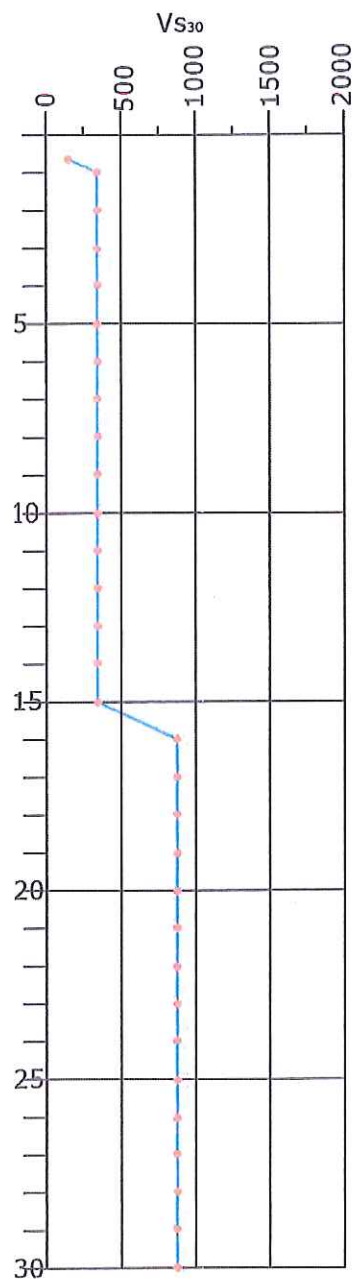
E' stata rilevata una distribuzione sismostratigrafica caratterizzata da un aumento progressivo con la profondità delle velocità sia delle onde sismiche primarie (V_p) che secondarie (V_s).

Sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato, attraverso la curva di dispersione si è ottenuto nel sondaggio Masw S.1 un valore delle V_{s30} pari a 506 m/s, mentre nel sondaggio Masw S.2 un valore delle V_{s30} pari a 575 m/s.

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO IL PUNTO
"3.2.1. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE"
(Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni)

Sondaggio Masw S.1

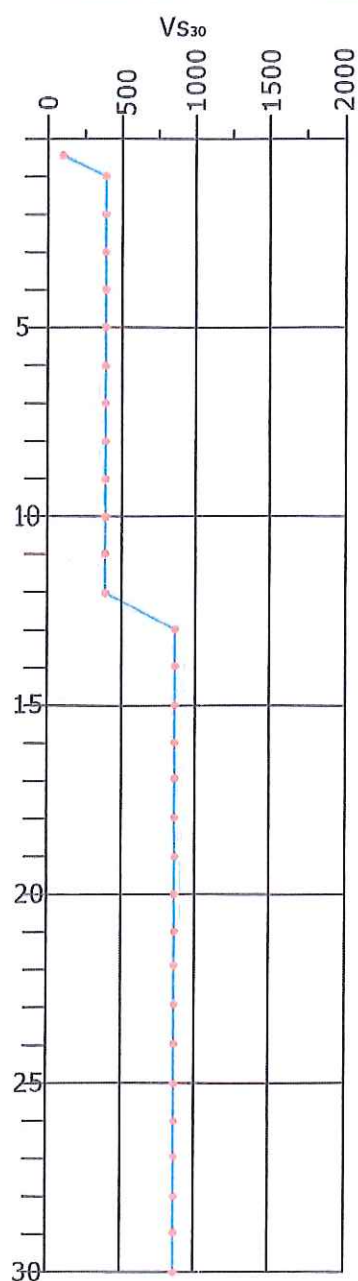
PROFONDITA' (m)	n° STRATI	Vs (m/s)
0.70	1	174.8968
1	2	378.959
2	2	378.959
3	2	378.959
4	2	378.959
5	2	378.959
6	2	378.959
7	2	378.959
8	2	378.959
9	2	378.959
10	2	378.959
11	2	378.959
12	2	378.959
13	2	378.959
14	2	378.959
15	2	378.959
16	3	859.6784
17	3	859.6784
18	3	859.6784
19	3	859.6784
20	3	859.6784
21	3	859.6784
22	3	859.6784
23	3	859.6784
24	3	859.6784
25	3	859.6784
26	3	859.6784
27	3	859.6784
28	3	859.6784
29	3	859.6784
30	3	859.6784
V ₃₀		506



CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO IL PUNTO
"3.2.1. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE"
(Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni)

Sondaggio Masw S.2

PROFONDITA' (m)	n° STRATI	V _s (m/s)
0.40	1	129.3303
1	2	413.8006
2	2	413.8006
3	2	413.8006
4	2	413.8006
5	2	413.8006
6	2	413.8006
7	2	413.8006
8	2	413.8006
9	2	413.8006
10	2	413.8006
11	2	413.8006
12	2	413.8006
13	3	880.28
14	3	880.28
15	3	880.28
16	3	880.28
17	3	880.28
18	3	880.28
19	3	880.28
20	3	880.28
21	3	880.28
22	3	880.28
23	3	880.28
24	3	880.28
25	3	880.28
26	3	880.28
27	3	880.28
28	3	880.28
29	3	880.28
30	3	880.28
V ₃₀		575



5 - FATTORE SISMICO

5.1 - Classificazione sismica

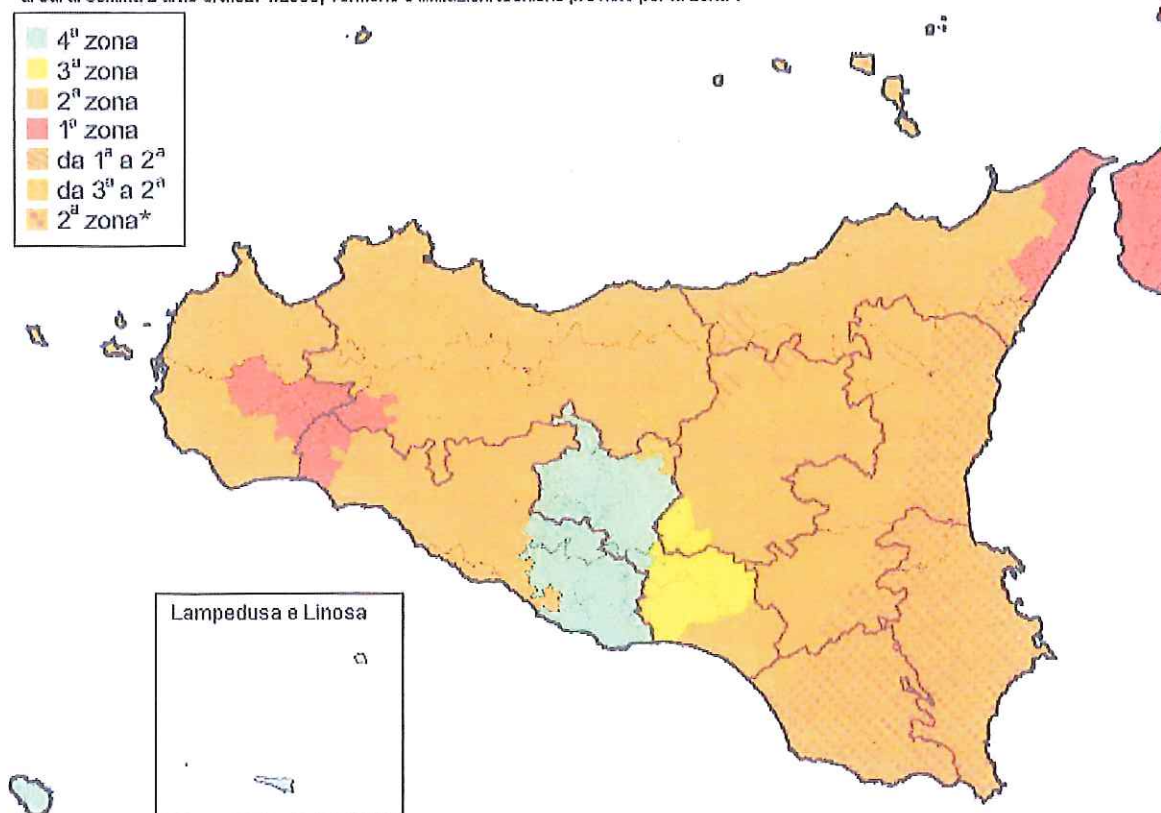
L'O.P.C.M. n°3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", recepita dalla Regione Siciliana con D.G.R. n.408 del 19.12.2003 "Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n.3174" definisce 4 "Zone sismiche" ciascuna individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s (ovvero di categoria A, di cui al punto 3.2.2 del D.M. 14.01.2008), secondo lo schema seguente:

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15
4	$a_g \leq 0,05g$	0,05

Sulla base della D.G.R. n.408 del 19.12.2003, il Comune di Favignana ricade in "Zona sismica 2" caratterizzata da valori di a_g/g (accelerazione orizzontale massima su suolo di Categoria A) *pari a 0,25 g*.

Cartografia del territorio regionale con i comuni classificati sismici nelle zone 1, 2, 3 e 4

*comuni classificati in zona 2 per i quali vengono previste, per le strutture strategiche e rilevanti di cui al comma 2 art.3 ord.3274/2003, verifiche e limitazioni tecniche previste per la zona 1



Mapa della classificazione sismica dei comuni ricadenti nel territorio siciliano, come indicato nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03, Delibera della Giunta regionale n. 408 19/12/2003. Il comune di Favignana è classificato come zona sismica 2.

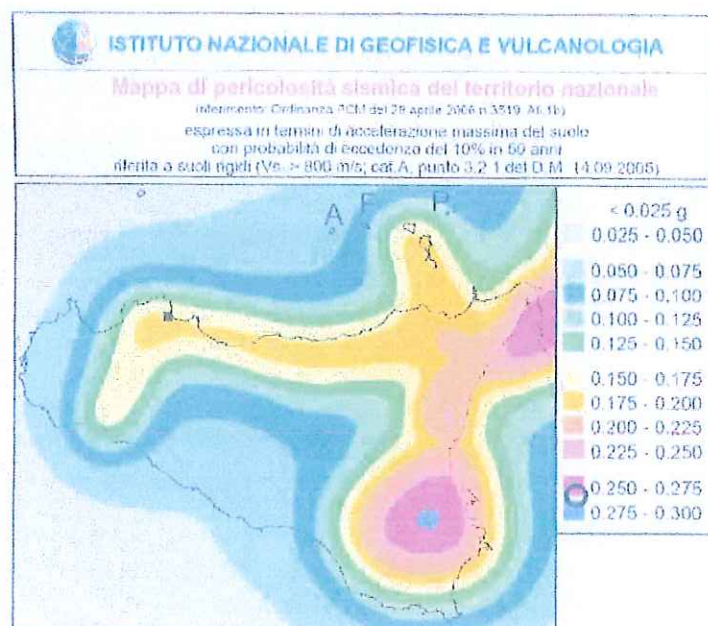
5.2 - Azione sismica di progetto

Le azioni sismiche di progetto, si definiscono a partire dalla "Pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al cap. 3.2.2 NTC, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel cap. 3.2.1 NTC, nel periodo di riferimento V_r , come definito nel cap 2.4 NTC).

L'O.P.C.M. n.3519 del 28.04.2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", prevede al punto *f* che nell'assegnazione di un territorio ad una zona sismica dovranno evitarsi situazioni di forte disomogeneità ai confini tra regioni diverse e a tale scopo fornisce un elaborato grafico di riferimento (all. 1B Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale), in cui la pericolosità sismica è espressa sempre in termini di accelerazione massima del suolo (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s (ovvero categoria A, di cui al punto 3.2.2 del D.M. 14.01.2008).

In riferimento alla mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale, il sito di progetto ricade all'interno della terza classe caratterizzata da valori *compresi tra 0,025 e 0,050 g*.



Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1, cap. 3.2.2 NTC).

5.3 - Risposta sismica locale

Si è tenuto conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dalle opere ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie, rispetto a quella attesa su riferimento convenzionale (categoria di sottosuolo A) e su superficie orizzontale (categoria topografica T1).

A tale scopo si è applicato l'approccio semplificato, che si basa sull'individuazione della categoria di sottosuolo del sito di costruzione e nella valutazione degli effetti di amplificazione stratigrafici e topografici.

In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4).

In questo caso, la valutazione della risposta sismica locale consiste nella modifica dello spettro di risposta in accelerazione del moto sismico di riferimento, relativo all'affioramento della formazione rocciosa (categoria di sottosuolo A) su superficie orizzontale (categoria topografica T1).

Per quanto riguarda la individuazione della categoria di sottosuolo si fa riferimento alla classificazione (Tab. 3.2.II e 3.2.III NTC).

Categoria di sottosuolo	
Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata media $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa, e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s)

Tab. 3.2.II e 3.2.III NTC

Nei casi in cui si riscontra la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità che possono comportare fenomeni di collasso del terreno, si fa riferimento a due ulteriori categorie S1 ed S2, per le quali è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche.

Nel caso in esame, il terreno di fondazione rientra nella *categoria di sottosuolo "B" - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata media $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

6- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il bacino portuale dell'Isola di Favignana presenta condizioni geologiche e geomorfologiche del tutto favorevoli in quanto non ricade nell'ambito di aree classificate a "rischio o pericolosità" né tantomeno in "siti di attenzione" indicati nel Piano Assetto Idrogeologico delle Isole Egadi, approvato con il D.P. del 24.04.2007 e pubblicato sulla G.U.R.S. n.29 del 29.06.2007.

Le indagini geognostiche hanno accertato la presenza continua di un complesso calcarenitico sabbioso nell'ambito del quale possono distinguersi due orizzonti: quello più superficiale è costituito da calcareniti molto cementate con sottili intercalazioni sabbiose; mentre l'orizzonte più profondo è costituito dall'alternanza di sabbie limose ghiaiose con livelli calcarenitici più cementati.

L'orizzonte calcarenitico superficiale risulta caratterizzabile con angoli di attrito alquanto elevati compresi fra 35° e 48° (*analisi delle prove di taglio diretto*) mentre per l'orizzonte più profondo l'elevato stato di addensamento è stato oggetto di verifica puntuale con l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche eseguite a varie quote nell'ambito dei sondaggi di riferimento.

Dall'analisi delle indagini sismiche, nonché dal calcolo delle V_{s30} è stato possibile attribuire, in riferimento al punto 3.2.2 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, **la categoria di sottosuolo "B" - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata media $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).**

E' stata rilevata una distribuzione sismostratigrafica caratterizzata da un aumento progressivo con la profondità delle velocità sia delle onde sismiche primarie (Vp) che secondarie (Vs).

*Sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato, attraverso la curva di dispersione si è ottenuto nel sondaggio **Masw S.1** un valore delle **Vs₃₀** pari a **506 m/s**, mentre nel sondaggio **Masw S.2** un valore delle **Vs₃₀** pari a **575 m/s**.*

In riferimento al punto 3.2.4 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, l'area in oggetto è associabile alla Categoria Topografica T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Trapani lì, 28.06.2016



IL GEOLOGO

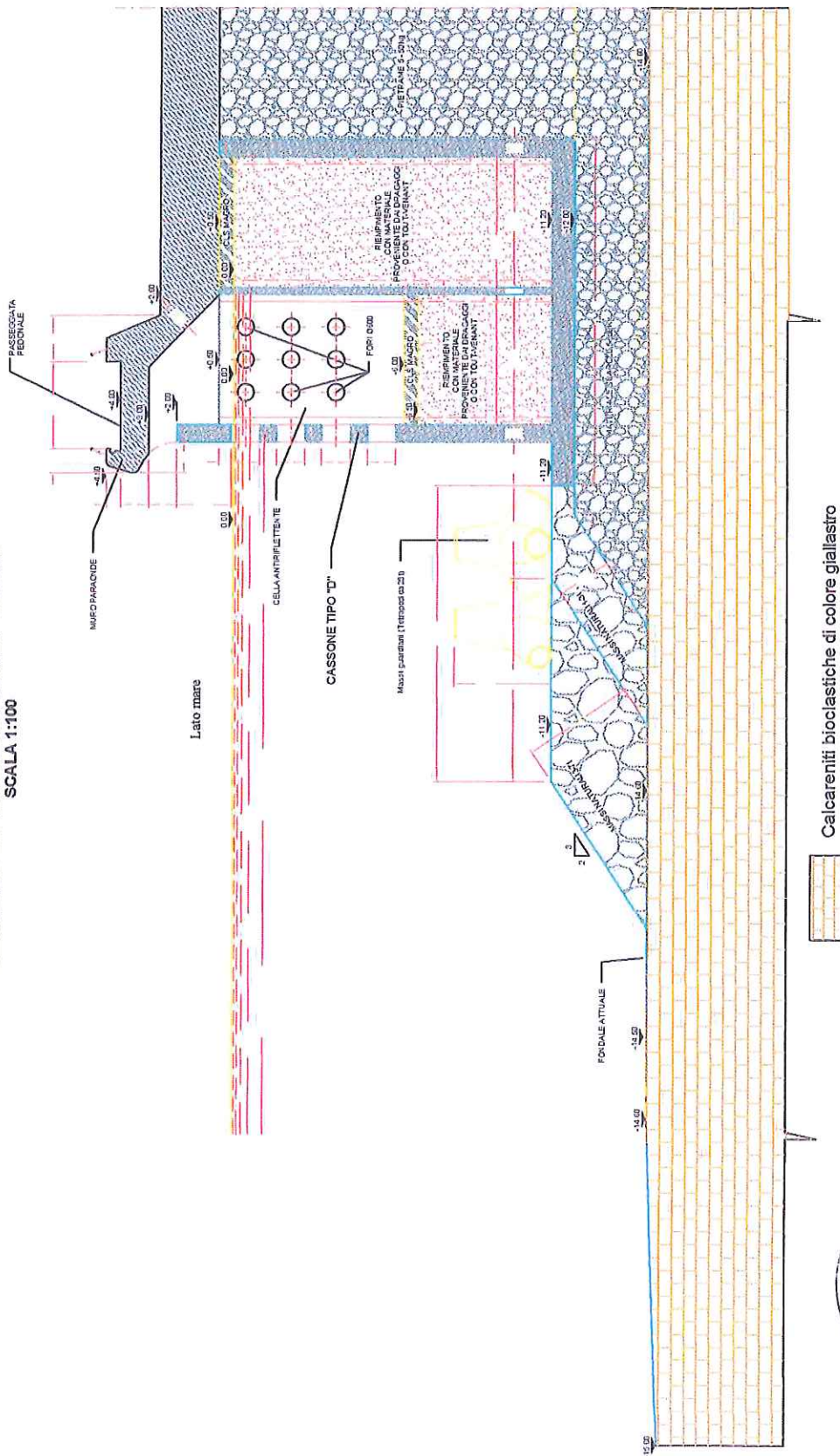
(Dott. Giuseppe Baiata)

SEZIONI GEOGNOSTICHE DELLE PRINCIPALI OPERE PORTUALI DI MESSA IN SICUREZZA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



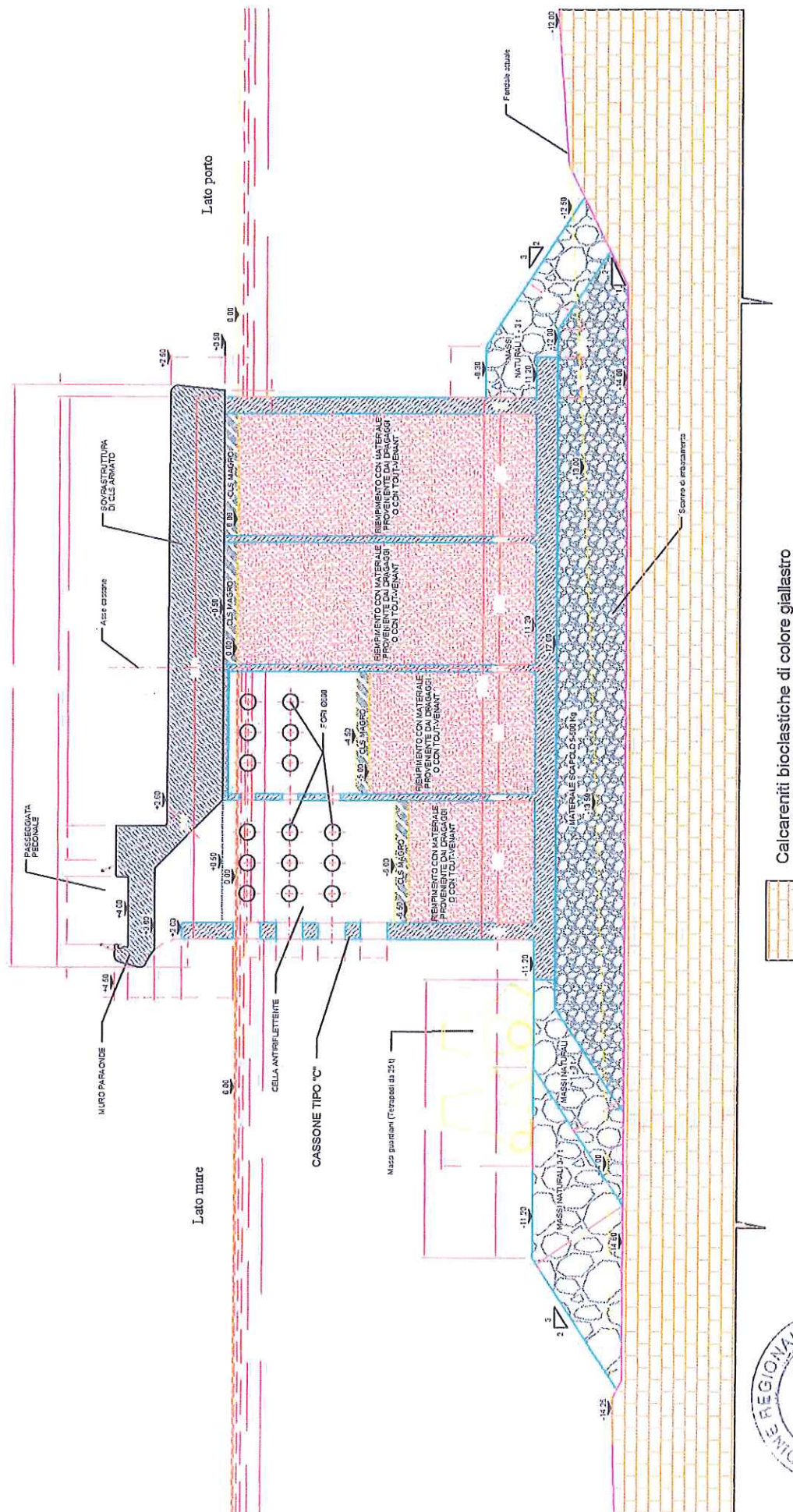
SEZIONE TIPO B-B "NUOVA DIGA FORANEA - TESTATA"
SCALA 1:100



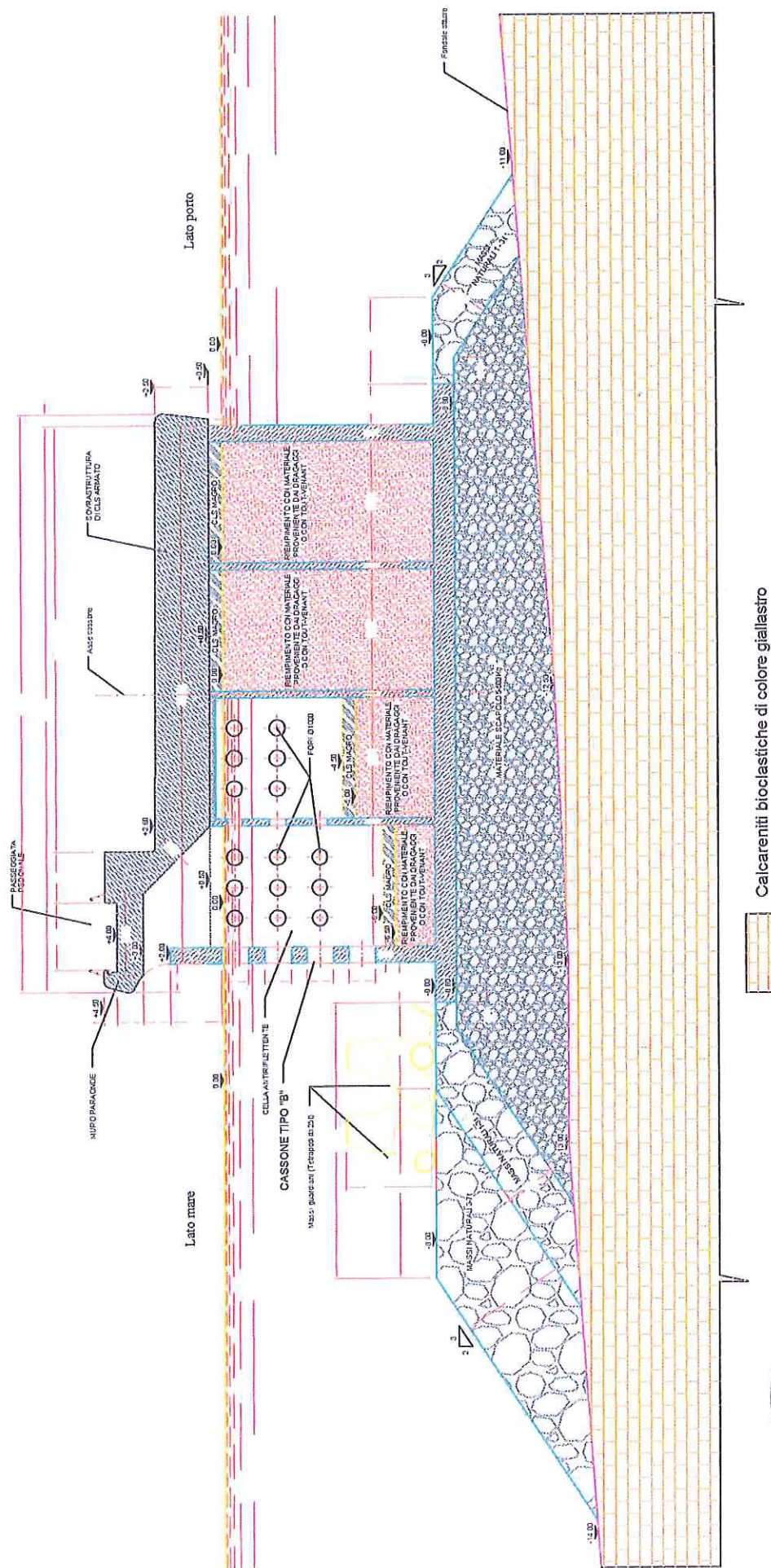
Calcareni bioclastiche di colore giallastro



SEZIONE TIPO D-D "NUOVA DIGA FORANEA"
(Fondali compresi tra -10.00 m e -15.00 m)
SCALA 1:100



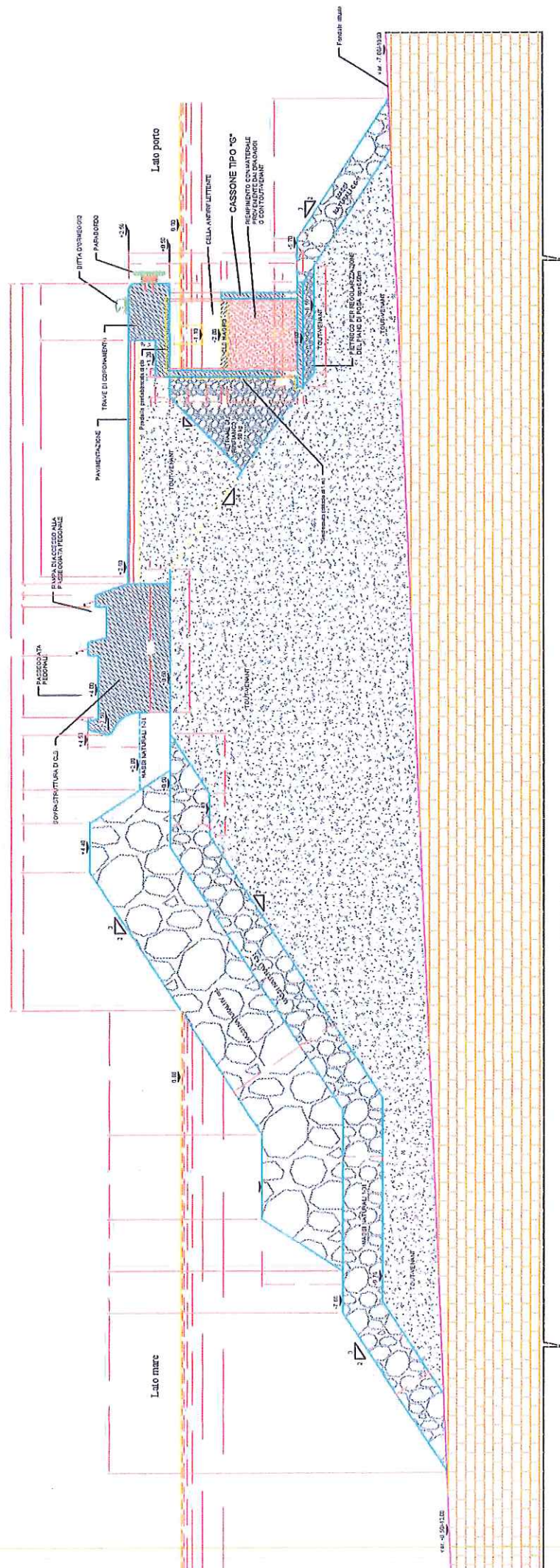
SEZIONE TIPO E-E "NUOVA DIGA FORANEA"
 (Fondali compresi tra -10.00 m e -15.00 m)
 SCALA 1:100



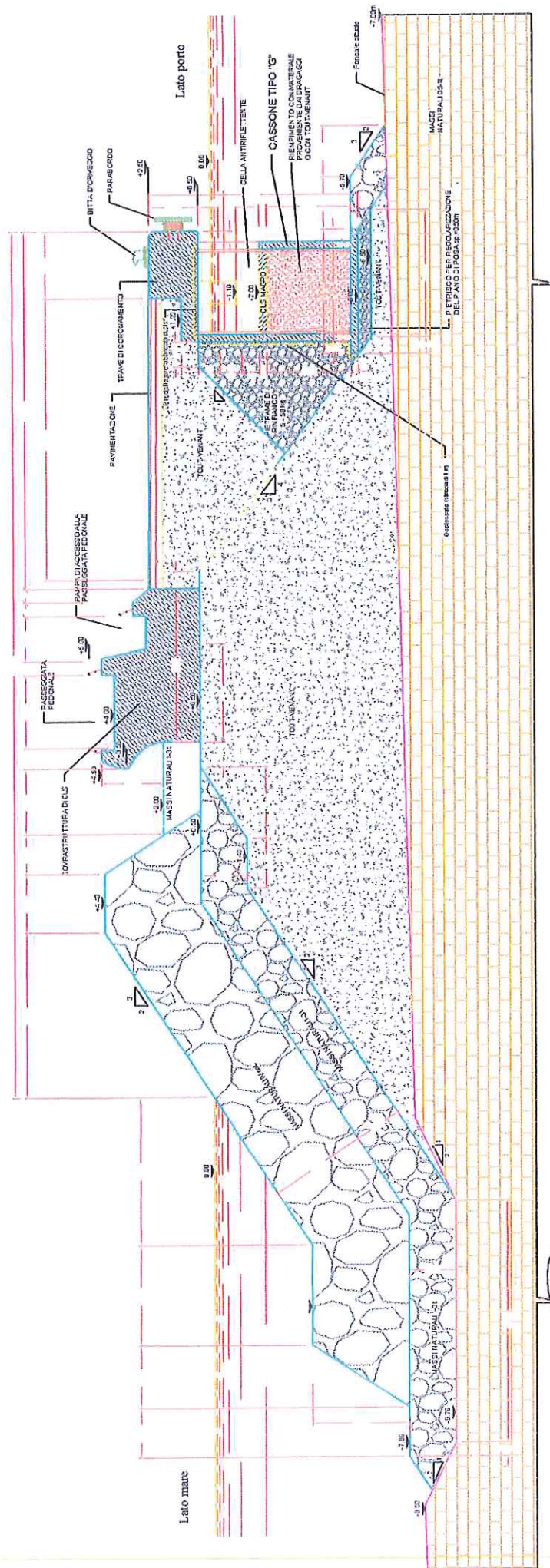
Calcareniti bioclastiche di colore giallastro



SEZIONE TIPO G-G "NUOVA DIGA FORANEA"
(Fondali compresi tra -8.50 m e -10.00 m)
SCALA 1:100



SEZIONE TIPO H-H "NUOVA DIGA FORANEA"
(Fondali compresi tra -9.50 m e -8.00 m)
SCALA 1:100

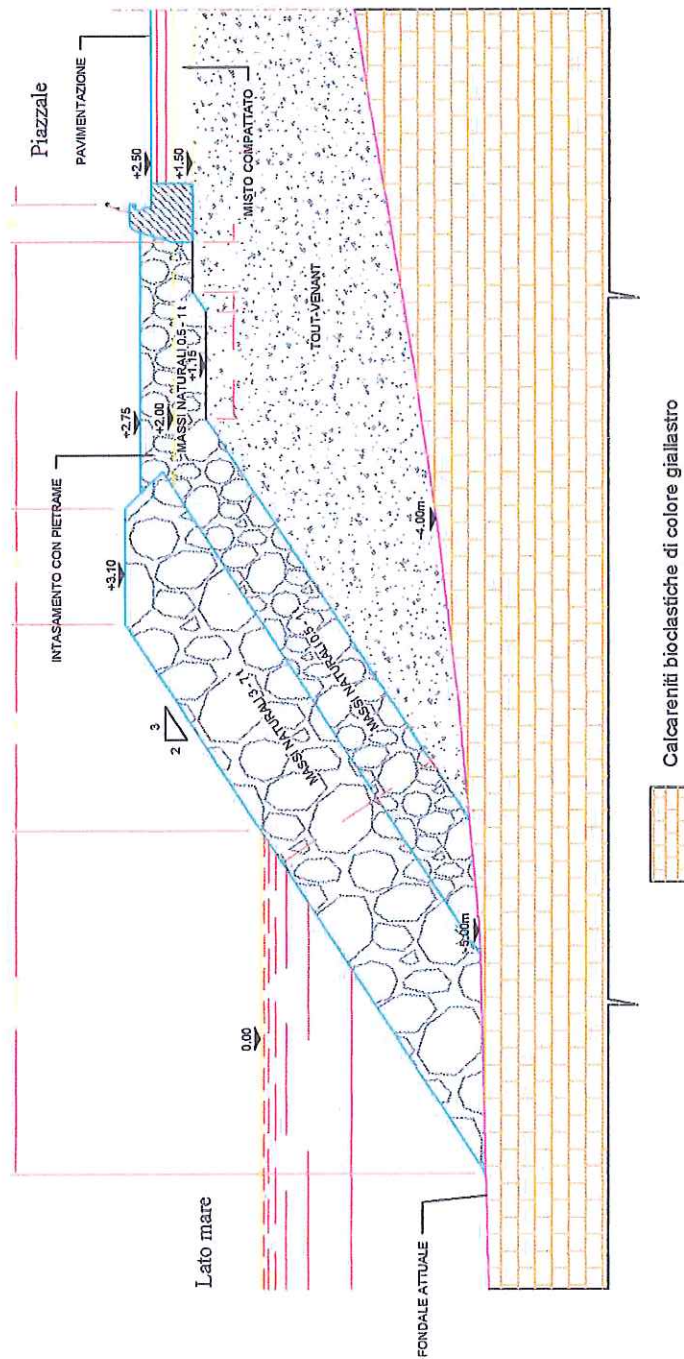


Calcaretti biodlastiche di colore giallastro

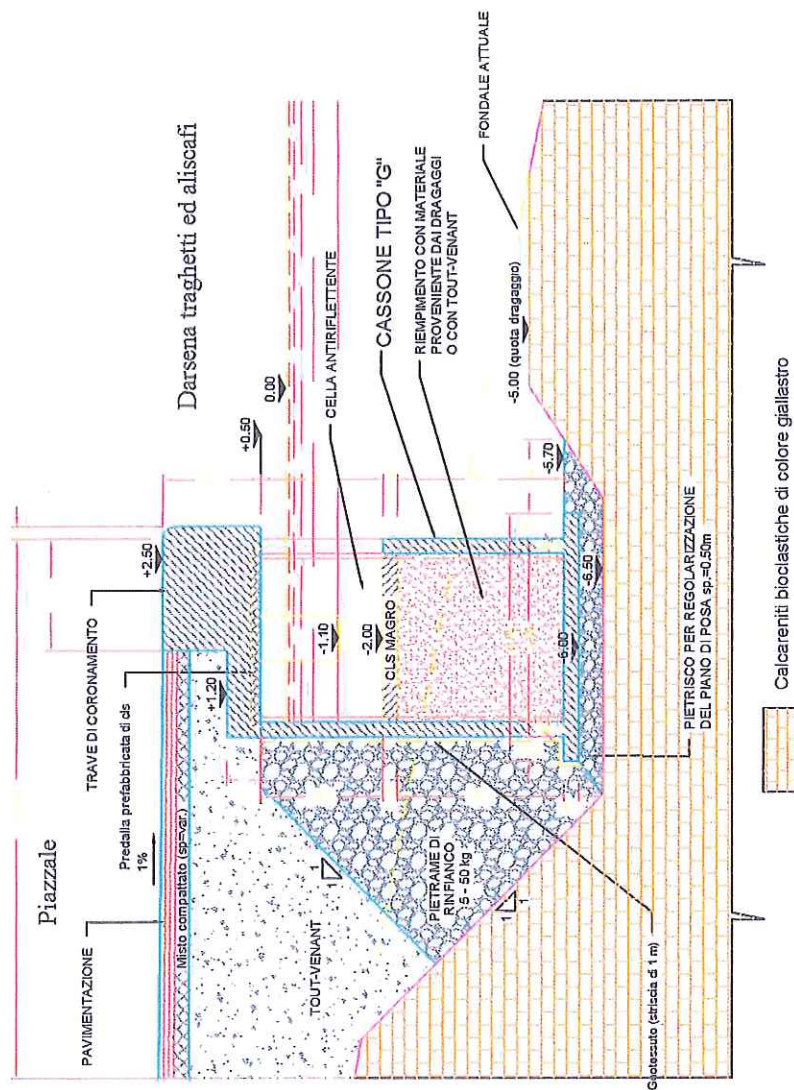


[illegible]

SEZIONE TIPO L-L "NUOVA DIGA FORANEA"
(Fondali compresi tra -0.00 m e -6.00 m)
SCALA 1:100



SEZIONE TIPO M-M "BANCHINA"
(Fondali dragati quota -5.00 m)
SCALA 1:100



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

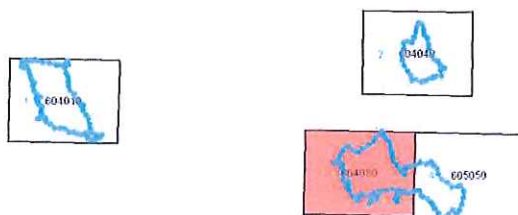
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 160/93 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 267/98 E SS.MM.II.)

ISOLE EGADI (105)

- Favignana - Levanzo - Marettimo -



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 03

Scala 1:10.000

COMUNE DI
Favignana

Anno 2006

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

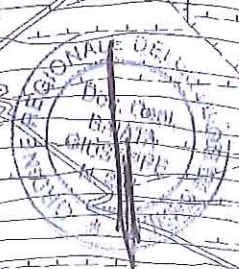
	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato
	Sito di Attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato



105-9FA-001



APPENDICE :

- Indagini geosismiche Masw

1 - PREMESSA

Questo studio è stato redatto per l'attribuzione alla categoria di suolo di fondazione (cfr punto 3.2.2 Categorie di Sottosuolo) così come previsto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008, e in accordo con la circolare del 2 febbraio 2009 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 - Suppl. Ordinario n. 27 contenente le Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008, a tal fine sono state eseguite delle indagini geofisiche prevalentemente finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati nel sito, ed alla individuazione di eventuali fenomeni di amplificazione sismica locale legati alle caratteristiche geologiche e fisiche dell'area mediante la misura diretta in sito della velocità delle onde sismiche V_s fino ad una profondità ipotizzabile di circa 30 m dal piano di posa delle fondazioni, delle V_{s30} ovvero della media pesata della velocità delle onde sismiche trasversali per i primi 30 m.

È stato inoltre valutato l'aspetto inerente la microzonazione sismica o zonazione di secondo grado, avente come obiettivo la valutazione del comportamento *medio* di un'area in un territorio comunale.

2 - METODO DI INDAGINE E STRUMENTAZIONE ADOTTATA

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto. Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su una artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al, 1999).

La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curva di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S profondità".

Per ottenere un quadro soddisfacente ed assicurarsi che tutta l'area di interesse significativo per le costruzioni sia coerente ed omogenea, si è stabilito di eseguire n°2 sondaggi MASW con lunghezza della base sismica di 26 m.

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), sono stati utilizzati n. 12 geofoni a 4.5 Hz (ad asse verticale).

Il sismografo è stato tarato per attribuire lo stesso guadagno ad ogni geofono.

Indagini Geosismiche Masw - Porto di Favignana

L'array effettuato per la presente indagine è lineare. La spaziatura tra i geofoni è di 2 m quindi la lunghezza complessiva del profilo risulta essere di 26 m. Non ci sono variazioni di quota tra i geofoni. Il sito risulta del tutto orizzontale.

Viene energizzato in un punto esterno allo stendimento, distante dal primo geofono rispettivamente 2 e 5 metri (offset), al fine di poter meglio scegliere in fase di interpretazione dei dati la migliore condizione..

L'energizzazione viene realizzata con una mazza da 9 kg; L'intervallo di campionamento è stato assunto in 2 ms in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale.

STRUMENTAZIONE USATA:

- Sismografo PASI12S12L;
- Numero dei canali 12;
- Geofoni verticali da 4.5 hz PASI;

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE:

- Massa battente (mazza da 9 kg) su piattello di alluminio.

Il sottosuolo delle fasce studiate è stato esplorato per una profondità di 30 m.

I sondaggi sismici hanno permesso la determinazione dei vari strati unitamente ai loro spessori, ed il riconoscimento della loro natura litologica in base ai parametri fisico-dinamici ricavati dalla prospezione geofisica prescelta.

3 - INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

L'elaborazione dei sismogrammi acquisiti è stata effettuata mediante software WinMasw 4.0 della EliaSoft (software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione mediante il metodo Masw Multichannel Analysis of Surface Waves). Le interpretazioni restituiscono una stratigrafia del terreno dove accanto agli strati con i relativi spessori e velocità, si riporta il valore della velocità delle onde di Rayleigh a secondo della frequenza.

Tramite la conoscenza della velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio è stato possibile definire una caratterizzazione geotecnica del terreno.

Tale caratterizzazione si riferisce a livelli di sforzo molto bassi e di natura impulsiva (segnale sismico generato da una sorgente).

Le grandezze geotecniche che si estrapolerà si dicono dinamiche, in quanto descrivono il comportamento del terreno quando questo viene sollecitato da uno sforzo impulsivo quale può essere quello di un sisma.

Tali moduli e coefficienti possono essere ricavati direttamente partendo dalla velocità delle onde sismiche in P ed Sh.

Va comunque fatto notare come le onde Sh e P reagiscano diversamente alla presenza di mezzi saturi, infatti mentre la presenza dei medesimi provoca un incremento delle velocità in P, non influenza minimamente. Quindi una maggior congruenza fra qualità geotecniche e moduli dinamici potrà essere valutata solo considerando quei moduli che si riferiscono alle onde Sh, ed in particolare il modulo di taglio dinamico.

Sono stati calcolati i seguenti moduli dinamici:

- Coefficiente di Poisson (ν)
- Modulo di Young (E)
- Modulo di deformazione a Taglio (G)
- Costante di Lamè
- Modulo di compressibilità volumetrica (E_v)

SONDAGGIO S.1

MODELLO MIGLIORE

	Primo	secondo	terzo
VS (m/s):	174.8968	378.959	859.6784
spessore (m):	0.664859	14.4777	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici:

Stima della VP (m/s):	358	745	1877
Stima della densità (gr/cm3):	1.81	1.98	2.21
Rapporto VP/VS:	2.05	1.97	2.18
Modulo di Poisson:	0.34	0.33	0.37
Modulo di Young (MPa):	149	755	4463
Modulo di Taglio (MPa):	55	285	1632
Costante di Lamé (MPa):	121	531	4511
Modulo di compressione (MPa):	158	721	5599

Curva di dispersione (frequenza - velocità di fase onde di Rayleigh):

modo: 0 (modo fondamentale)

modello migliore

F (Hz)	VR (m/s)
9.09513	630.7661
12.0186	432.9067
13.9675	384.238
16.0139	363.2281
19.2297	348.994
23.9072	340.6076
29.3643	335.6759
41.058	328.0912

Qualità inversione: buona

VS5 del modello medio: 311 m/s

VS5 del modello migliore: 307 m/s

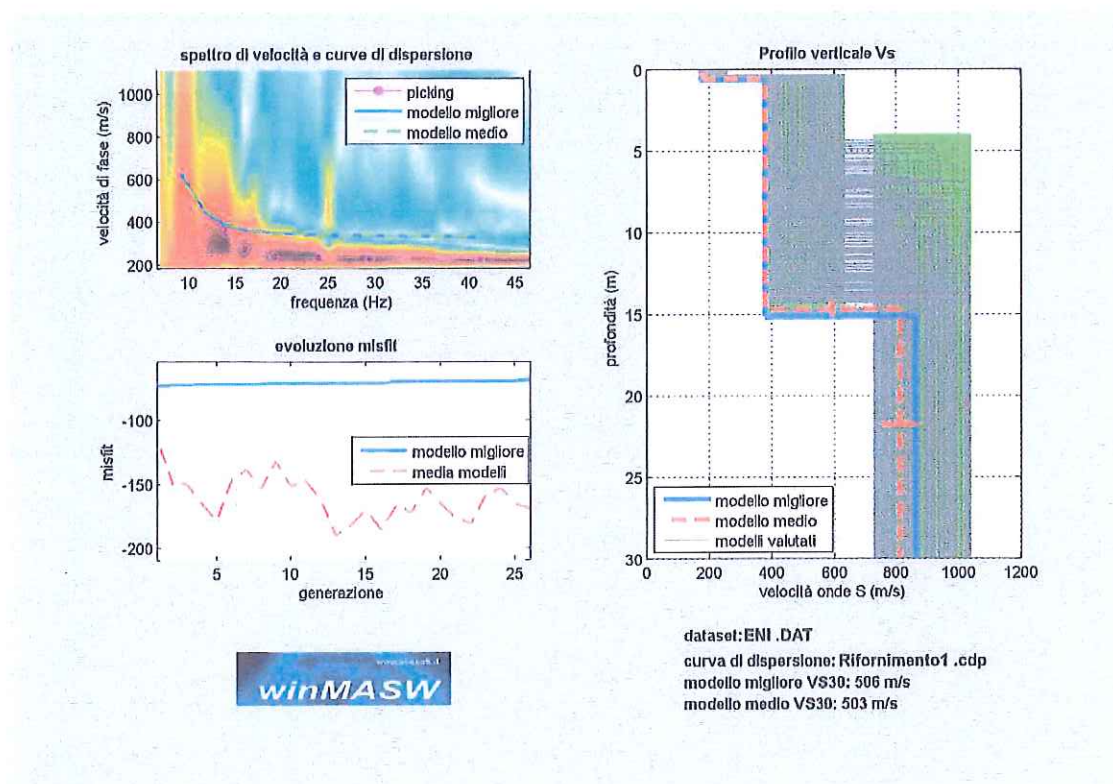
VS20 del modello medio: 423 m/s

VS20 del modello migliore: 420 m/s

VS30 del modello medio: 503 m/s

VS30 del modello migliore: 506 m/s

Indagini Geosismiche Masw - Porto di Favignana



Il parametro V_{s30} rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 m di profondità (al di sotto del piano di fondazione) ed è calcolato mediante la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore i -esimo in metri e la velocità delle onde di taglio i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 m.

Nel sito in questione, sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato, attraverso la curva di dispersione ottenuta si ottiene il valore riportato in tabella:

Prospezione sismica	V_{s30} (m/s)	Categoria Sottosuolo di Fondazione (D.M. 14 gennaio 2008)
MASW	(506)	B

Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata

SONDAGGIO S.2

MODELLO MIGLIORE

	Primo	secondo	terzo
VS (m/s):	129.3303	413.8006	880.28
spessore (m):	0.427227	11.9012	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici:

Stima della VP (m/s):	282	943	1996
Stima della densità (gr/cm3):	1.75	2.04	2.22
Rapporto VP/VS:	2.19	2.28	2.27
Modulo di Poisson:	0.37	0.38	0.38
Modulo di Young (MPa):	80	965	4747
Modulo di Taglio (MPa):	29	350	1721
Costante di Lamé (MPa):	81	1115	5411
Modulo di compressione (MPa):	100	1348	6558

Curva di dispersione (frequenza - velocità di fase onde di Rayleigh):

modo: 0 (modo fondamentale)

modello migliore

F (Hz)	VR (m/s)
--------	----------

10.8527	716.53
---------	--------

11.2889	708.818
---------	---------

14.1241	592.9903
---------	----------

17.3956	454.616
---------	---------

23.1752	396.9304
---------	----------

27.6462	384.5437
---------	----------

33.2077	377.4335
---------	----------

43.2401	370.3191
---------	----------

Qualità inversione: buona

VS5 del modello medio: 286 m/s

VS5 del modello migliore: 414 m/s

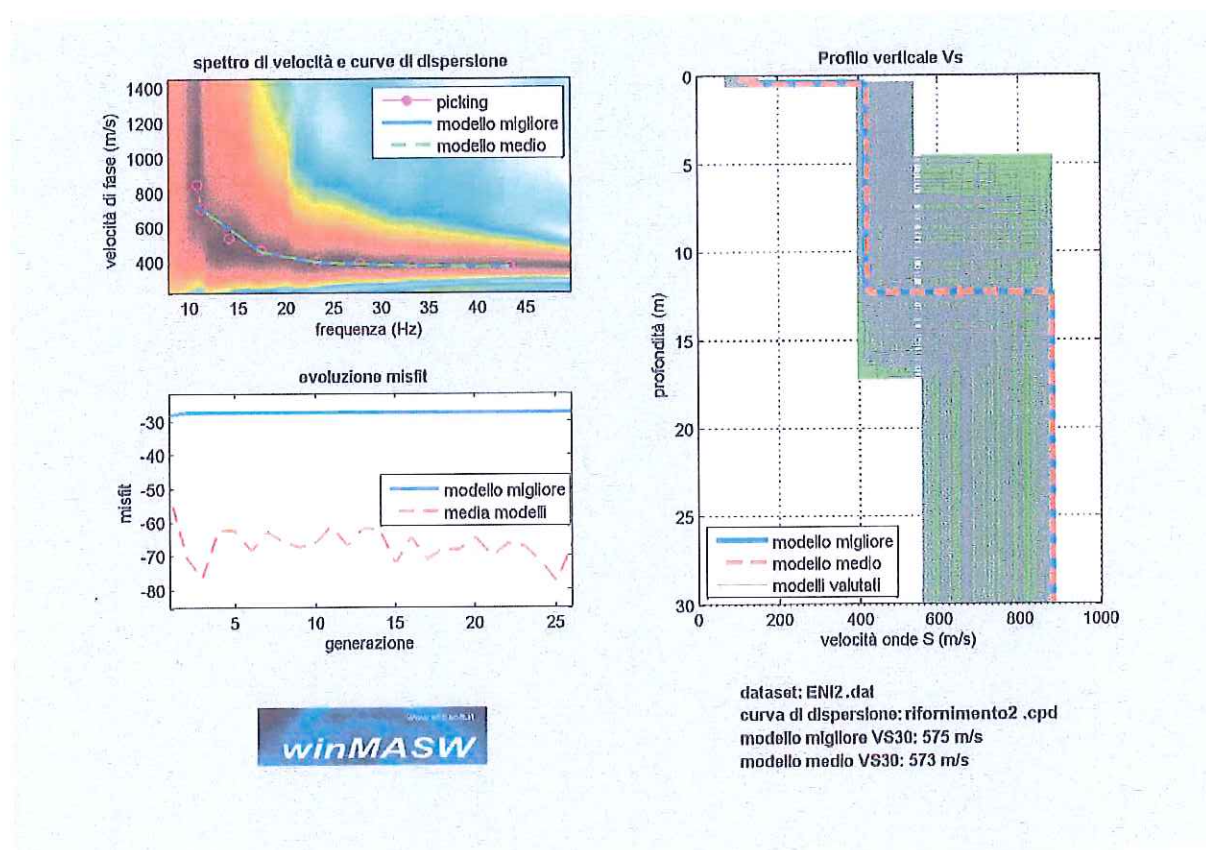
VS20 del modello medio: 487 m/s

VS20 del modello migliore: 490 m/s

VS30 del modello medio: 573 m/s

VS30 del modello migliore: 575 m/s

Indagini Geosismiche Masw - Porto di Favignana



Il parametro Vs30 rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità (al di sotto del piano di fondazione) ed è calcolato mediante la seguente formula:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore iesimo in metri e la velocità delle onde di taglio i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 m.

Nel sito in questione, sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato, attraverso la curva di dispersione ottenuta si ottiene il valore riportato in tabella:

Prospezione sismica	VS ₃₀ (m/s)	Categoria Sottosuolo di Fondazione (D.M. 14 gennaio 2008)
MASW	(575)	B

Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata

4 - CONCLUSIONI

I risultati forniti dalle indagini sismiche MASW effettuate, a supporto dello studio del **geologo Giuseppe Baiata** inerente il **progetto per i lavori di messa in sicurezza del Porto di Favignana**, hanno permesso di individuare nel sottosuolo dell'area investigata tre sismostrati caratterizzati da valori di Vs crescenti (vedi andamento del profilo sismico).

Il primo sismostrato si individua a partire dal piano campagna e fino alla profondità di circa 0.40 m (S.2) e 0.70 m (S.1) dal p.c. con valori di Vs comprese fra 174.8968 m/s (S.1) e 129.3303 m/s (S.2).

Segue un secondo sismostrato, con valori di Vs comprese fra 378.959 m/s (S.1) e 413.8006 m/s (S.2) e spessore variabile da 12.00 m (S.2) a 14.50 m (S.1).

In tutto poggia su di un pacco di terreni con valori di Vs comprese fra 859.6784 m/s (S.1) e 880.28 m/s (S.2) che rappresenta il bedrock locale.

Dall'analisi delle indagini sismiche MASW effettuate considerando la stratigrafia sismica fino a 30 metri, nonché dal calcolo delle V_{s30} **ottenute pari a 506 m/s per il sondaggio S.1 e 575 m/s per il sondaggio S.2** è possibile attribuire, in riferimento alla tab. 3.2.II del paragrafo 3.2.2 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. del 14.01.2008, la **categoria sottosuolo "B", ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)"**.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE PROVE ESEGUITE

Numero di protocollo 38504

CAMPIONE			IDENTIFICAZIONE										PROVE MECCANICHE																
n.	sigla	profondità (m)	contenitore*	estrazione campione	fotografia	contenuto d'acqua	peso unità di volume	peso specifico grani	limite di liquidità e plasticità	limite di ritiro	stratificazione	granulometria	penetrometro tascabile	tenore in sostanze organiche	tenore in CaCO ₃	classificazione UNI-CNR	compressione semplice	UU (n° provini)	CU (n° provini)	CD (n° provini)	saturazione provino	misura della pressione neutra	taglio diretto CD (n° provini)	compressione edometrica	in edometro diretta	in edometro indiretta	in permeometro carico costante	in permeometro carico variabile	
1	S1	8,20-8,70	fm	✓			✓	✓	✓								✓ (2)												
2	S1	20,50-21,00	fm	✓		✓	✓	✓	✓			✓											✓ (3)						
3	S2	8,00-8,50	fm	✓		✓	✓	✓				✓											✓ (3)						
4	S2	15,50-16,00	fm	✓		✓	✓	✓				✓											✓ (3)						
5	S3	7,00-7,50	fm	✓		✓	✓	✓				✓											✓ (3)						
6	S4	3,00-3,50	fm	✓		✓	✓	✓				✓											✓ (3)						
7	S4	14,00-14,50	fm	✓		✓	✓	✓				✓											✓ (3)						
8	S5	2,80-3,00	fm	✓		✓	✓	✓				✓											✓ (3)						
9	S5	10,50-11,00	fm	✓		✓	✓	✓				✓											✓ (3)	✓					
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													

ge

www.g

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

LABORATORIO GEOTECNICO

1999-2019

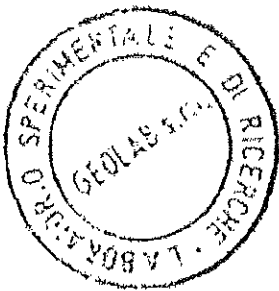
LABORATORIO GEOT

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab
www.geolabsrl.it

Direttore geotecnico
Prof. Angelo Murgio

*Contenitore: fm fustella metallica fp fustella p.v.c. s sacchetto



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

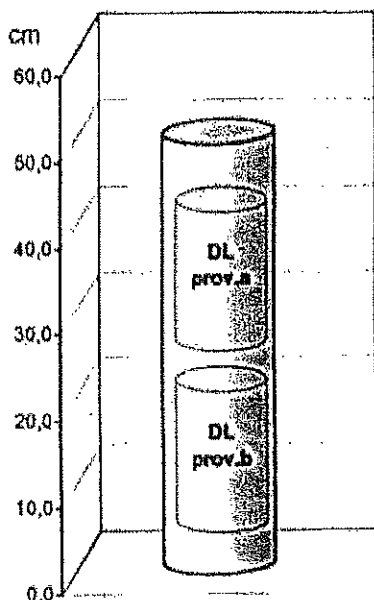
Sigla campione	S1
Profondità (m)	8,20-8,70

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	19/04/04

Contenitore	fustella metallica		Chiusura contenitore	nastro adesivo			
Forma campione	cilindrica		Altezza (cm)	50,0	Diametro (cm)	8,0	
Condizioni campione	carota spezzata in tre tronconi						
Reazione all'HCl	forte						
Pocket Penetrometer (kPa)						Media	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

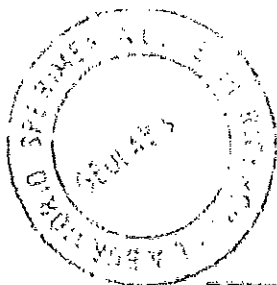
Calcarenitide a grana fine, compatta, colore Munsell 2,5Y 7/4 "giallastro chiaro", umida.
Presenti resti di apparati conchigliari...



TD Provino taglio diretto
TX Provino compressione triassiale
ED Provino compressione edometrica
DL Provino compressione semplice

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pisatari
Michele Pisatari

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone



57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulla roccia

geolab srl
www.geolab srl.it**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE SEMPLICE**

(Norma UNI 9724 Parte 3ª)

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Dott. Giuseppe Baiata

Tipologia dei campioni	campioni di forma cilindrica
Condizioni della prova	campioni essiccati all'aria
Data della prova	29/04/04

Sigla campione	Diámetro [mm]	Altezza [mm]	Sezione [mm ²]	Peso [g]	Massa volumica [g/cm ³]	Rapporto h/d	Tensione a rottura [N/mm ²]
S1 (8,20-8,70) provino A	81,5	165,0	5217	1049	1,219	2,02	1,7
S1 (8,20-8,70) provino B	81,5	165,0	5217	1057	1,228	2,02	1,6

geolab s.r.l.
Direttore del laboratorio
Dott. Angela Mulonegeolab s.r.l.
Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

57977

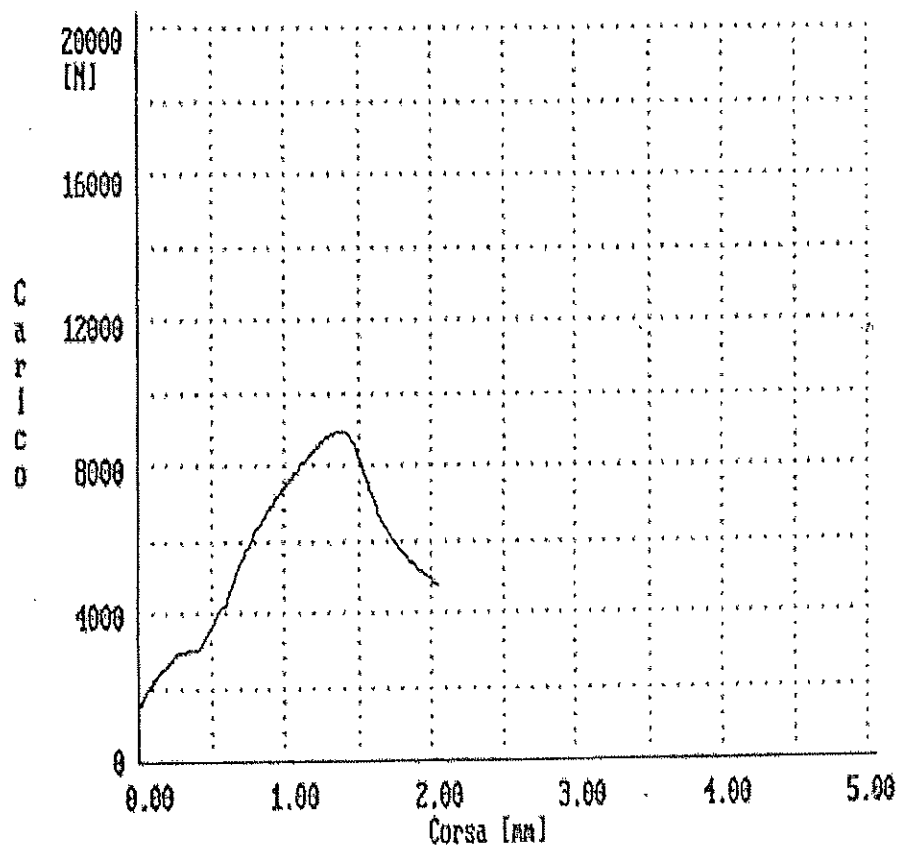
CTM 60 GALDABINI : Prova a velocità o incr. carico costante

R.L. 38504 - Dott. G. BAIATA S1 Prov. A

Codice prova: ROCCE

	Parametri di prova				
d	S _c	Grad-	Grad+	Tipo	
mm	mm ²	N/mm ² /s	N/mm ² /s		
81.60	5230	.5	.5	Compressione	

E _m N	R _o N/mm ²	Risultati		F. ultima N	Corsa ultima mm
		Corsa a F _m mm			
8934	1.7	1.380		4779	2.055



Data : 29-04-2004

Ora : 17:57:59

Operatore:

geolab s.r.l.
La sperimentazione
Dott. Alberto Cerio

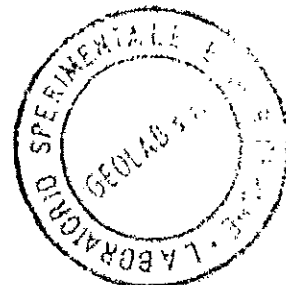
geolab s.r.l.
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulino

57977

CTM 60 GALDABINI : Prova a velocità o incr. carico costante

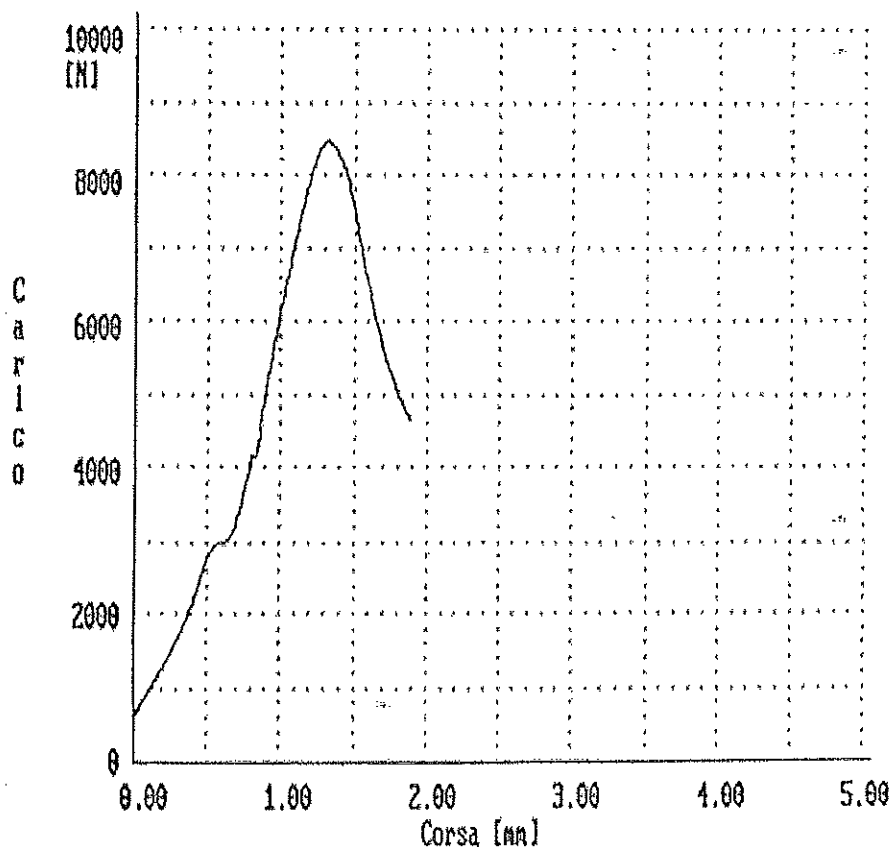
R.L. 38504 - Dott. G. BALATA SI Prov. B

Codice prova: ROCCE



	Parametri di prova			
d	S ₀	Grad-	Grad+	Tipo
mm	mm ¹	N/mm ² /s	N/mm ² /s	
81.50	5217	.5	.5	Compressione

F _{1m} N	R _m N/mm ¹	Risultati		F. ultima N	Corsa ultima mm
		Corsa a F _m mm			
8445	1.6	1.322		4671	1.875



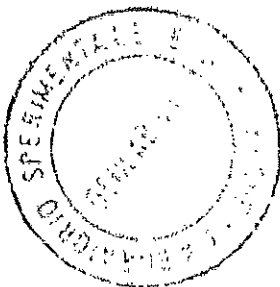
Data : 29-04-2004

Ora : 17:58:59

Operatore:

geolab s.r.l.
Lo sperimentatore
Dott. Angelo Genio

geolab s.r.l.
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milione



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

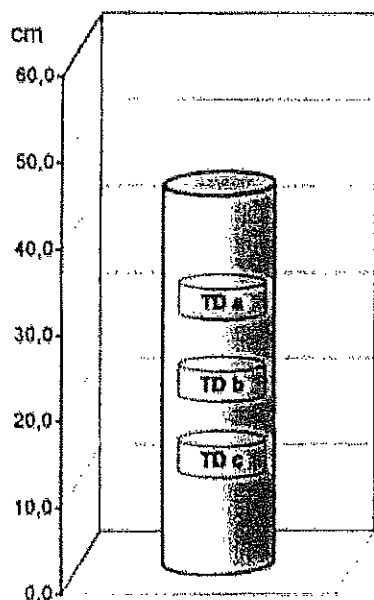
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50 - 21,00

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	21/04/04

Contenitore	fustella metallica		Chiusura contenitore		nastro adesivo e paraffina	
Forma campione	cilindrica		Altezza (cm)	44,0	Diametro (cm)	8,0
Condizioni campione	assenti palesi segni di disturbo					
Reazione all'HCl	forte					
Pocket Penetrometer (kPa)						Media

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

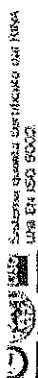


Sabbia limosa e ghiaiosa colore Munsell 2,5Y 8/4 "giallastro chiaro", umida, addensata.
Struttura omogenea.
La frazione ghiaiosa è costituita da noduli cementati aventi forma varia.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri
Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

- TD Provino taglio diretto
- TX Provino compressione triassiale
- ED Provino compressione edometrica
- ELL Provino compressione espansione laterale libera



geolab
www.geolabsrl.it

Pagina 1/1

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME MEDIANTE MISURE DI LUNGHEZZE

(Norma BS: 1377: Part 2: 1990)

geolab[®]
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulla roccia
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50 - 21,00

Data inizio prova	21/04/04
Data fine prova	23/04/04

		Provino 1	Provino 2
Peso fustella	g	60,38	58,14
Altezza fustella	mm	19,91	19,59
Diametro fustella	mm	50,40	50,49
Peso fustella + campione umido	g	141,06	136,16
Peso fustella + campione secco	g	130,44	127,64

Peso di volume	g/cm ³	2,03	1,99
Peso di volume secco	g/cm ³	1,76	1,77
Contenuto d'acqua	%	15,16	12,26

RISULTATI

Peso di volume	g/cm ³	2,01	media dei valori
Peso di volume secco	g/cm ³	1,77	media dei valori
Contenuto d'acqua	%	13,71	media dei valori

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusaleri

Michele Pusaleri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Miloro

Angelo Miloro

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

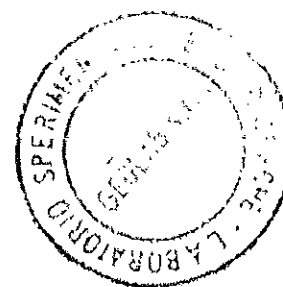
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma CNR-UNI 10013)geolab[®] srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50 - 21,00

Data inizio prova	21/04/04
Data fine prova	26/04/04

		Prova n° 1	Prova n° 2
Peso picnometro	g	216,87	211,00
Peso picnometro + terra secca	g	320,93	317,04
Peso picnometro + terra + acqua	g	879,96	879,56
Peso picnometro + acqua	g	814,02	812,43
Temperatura acqua distillata	°C	17	17
Peso specifico terra a T (°C)	g/cm ³	2,730	2,725
Peso specifico acqua a T (°C)	g/cm ³	0,9988	0,9988
Peso specifico terra a 20 °C	g/cm ³	2,731	2,727
Deviazione standard (< 0,021)		0,003	



Peso specifico	g/cm ³	2,73
		valore medio

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusco
Michele Fusco

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Manno
Angelo Manno

57977

ANALISI GRANULOMETRICA

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

geolab srl
 www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

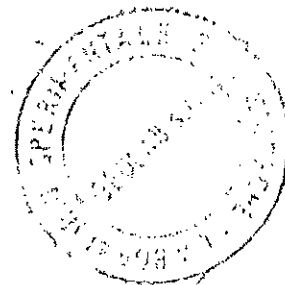
Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50 - 21,00

Data inizio prova	21/04/04
Data fine prova	29/04/04

Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	295,12
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	%	%	%
3"	75	—	—	—
2"	50	—	—	—
1,5"	37,5	—	—	—
1"	25	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	6,9	6,9	93,1
3/8"	9,5	4,1	11,0	89,0
n°4	4,75	3,3	14,4	85,6
n°10	2	5,3	19,7	80,3
n°18	1	6,9	26,6	73,4
n°40	0,425	17,5	44,1	55,9
n°60	0,25	12,4	56,5	43,5
n°100	0,15	9,5	66,1	33,9
n°200	0,075	6,8	72,9	27,1



Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Peso specifico campione	g/cm ³	2,73
Peso campione disperso	g	40,0
Temperatura minima di prova	°C	17
Temperatura massima di prova	°C	19

 Lo sperimentatore
 Dott. Michela Fusateni

 Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mijangue

57977

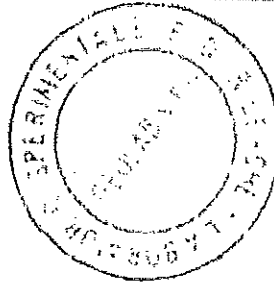
DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO COL PENETROMETRO A CONO

(Norma BS 1377-1:1990) - Metodo geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
 www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

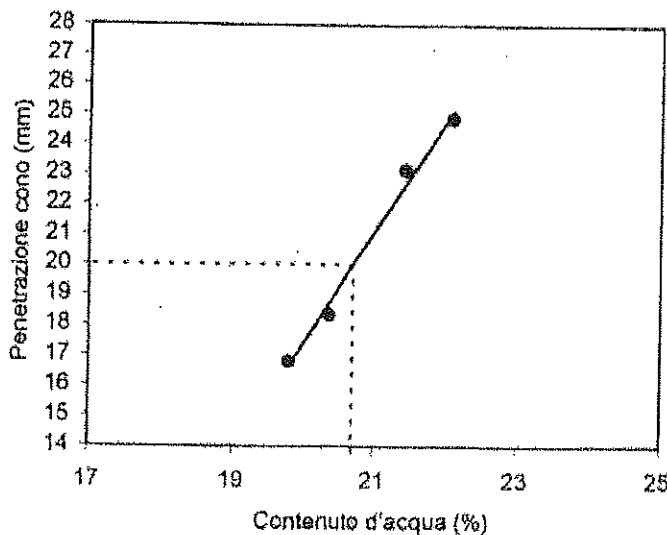
Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50 - 21,00



Data inizio prova	21/04/04
Data fine prova	26/04/04

		Prova n° 1			Prova n° 2			Prova n° 3			Prova n° 4		
Lettura finale comparatore	div	244	249		230	229		179	184		165	167	
Lettura finale comparatore	mm	24,8	25,1		23,2	23,1		18,1	18,6		16,7	16,9	
Penetrazione media	mm	24,85			23,15			18,35			16,80		
Peso contenitore	g	8,86			8,97			9,29			9,22		
Peso contenitore + campione umido	g	24,84			29,49			29,34			25,87		
Peso contenitore + campione secco	g	21,95			26,87			25,95			23,12		
Contenuto d'acqua	%	22,08			21,42			20,35			19,78		

Limite Liquido	%	20,7
----------------	---	------



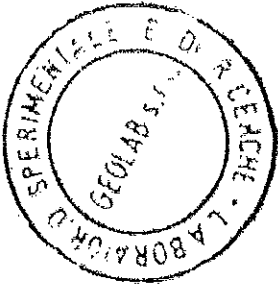
● Dati sperimentali
 - - - - - Limite liquido
 — Interpolazione lineare

Lo sperimentatore

Dott. Michele Pysatari

Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Angela Milione



57977

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma BS.1377:Parz.1990)**geolab** srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50 - 21,00

Data inizio prova	21/04/04
Data fine prova	26/04/04

Risultato della prova

Non è possibile plasmare il materiale in forma di bastoncino, pertanto la determinazione del limite plastico non è effettuabile	non plastico
---	--------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri*Michele Pusateri*Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Malone*Angelo Malone*

57277

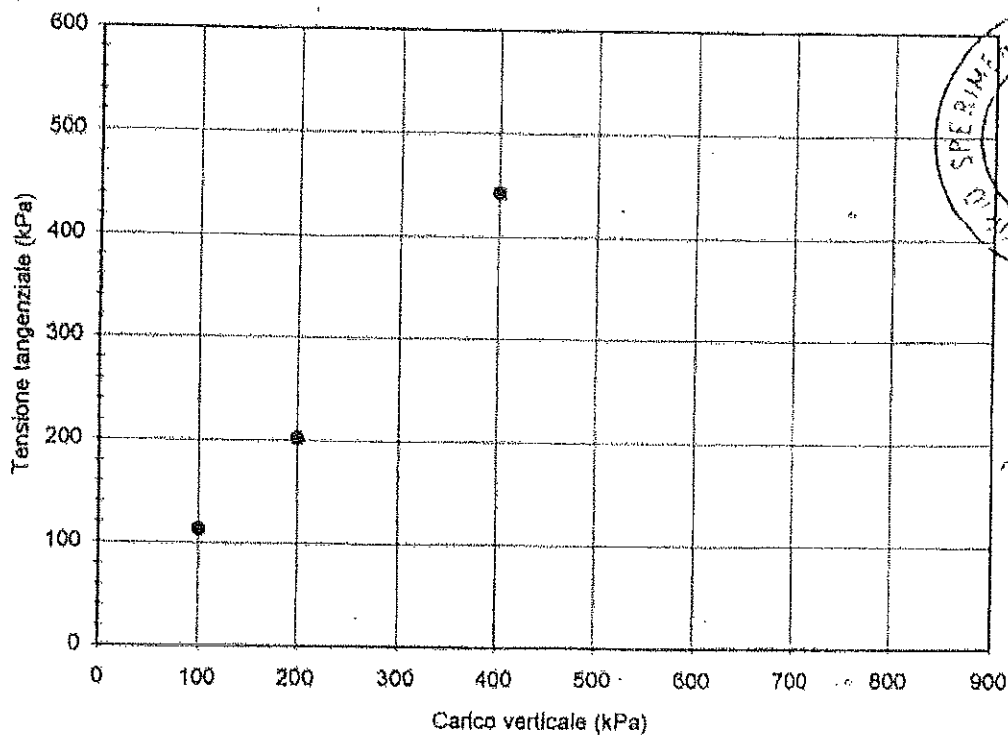
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
(Norma BS 1377:part 7:1990)

geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504	Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
Prova richiesta da	Dott. Giuseppe Balata	

Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50-21,00

Data inizio prova	21/04/04
Data fine prova	23/04/04



Caratteristiche fisico-geometriche dei provini		Provino A		Provino B		Provino C		Provino D	
		Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Lato	mm	60,1	60,1	60,3	60,3	60,1	60,1	-----	-----
Volume	mm ³	1334,3	1351,1	1313,6	1262,9	1353,9	1272,1	-----	-----
Umidità	%	15,90	20,15	13,84	21,97	16,71	21,93	-----	-----
Peso di volume	g/cm ³	2,05	1,98	2,07	1,93	1,96	1,89	-----	-----
Peso di volume secco	g/cm ³	1,77	1,65	1,82	1,58	1,69	1,55	-----	-----
Indice dei vuoti		0,541	0,655	0,498	0,726	0,615	0,757	-----	-----
Grado di saturazione	%	80,2	84,0	75,8	82,6	69,8	79,1	-----	-----

Fase di consolidazione		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	200	400	-----
Durata di applicazione del carico	min	480	381	381	-----
Deformazione verticale	mm	0,233	0,334	0,663	-----
Fase di taglio					
Carico verticale	kPa	100	200	400	-----
Velocità di deformazione	mm/min	0,0093	0,0092	0,0092	-----
Spostamento orizzontale a rottura	mm/min	7,61	9,18	6,02	-----
Tensione tangenziale a rottura	kPa	113,2	202,6	442,9	-----

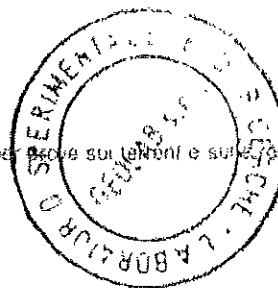
Lo sperimentatore
Dott. Albano Genio

Il Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

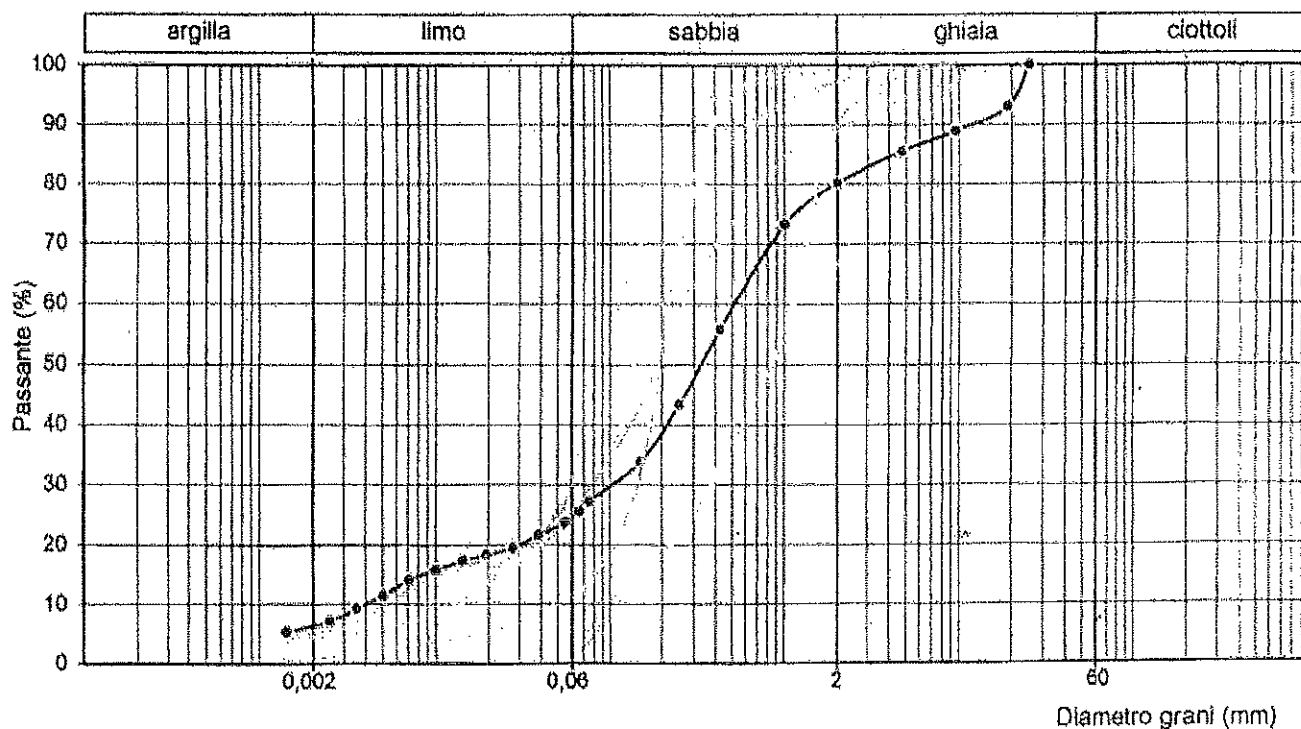
57977

Sigla campione	S1
Profondità (m)	20,50 - 21,00

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce



geolab srl
www.geolabsrl.it



Frazioni granulometriche

Argilla	%	6,3
Limo	%	18,3
Sabbia	%	55,8
Ghiaia	%	19,7
Ciottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,0040
D ₃₀	mm	0,1005
D ₆₀	mm	0,5198

Coefficiente di uniformità	130,59
Coefficiente di curvatura	4,89

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

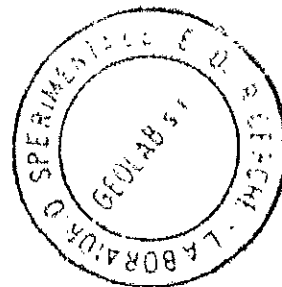
Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

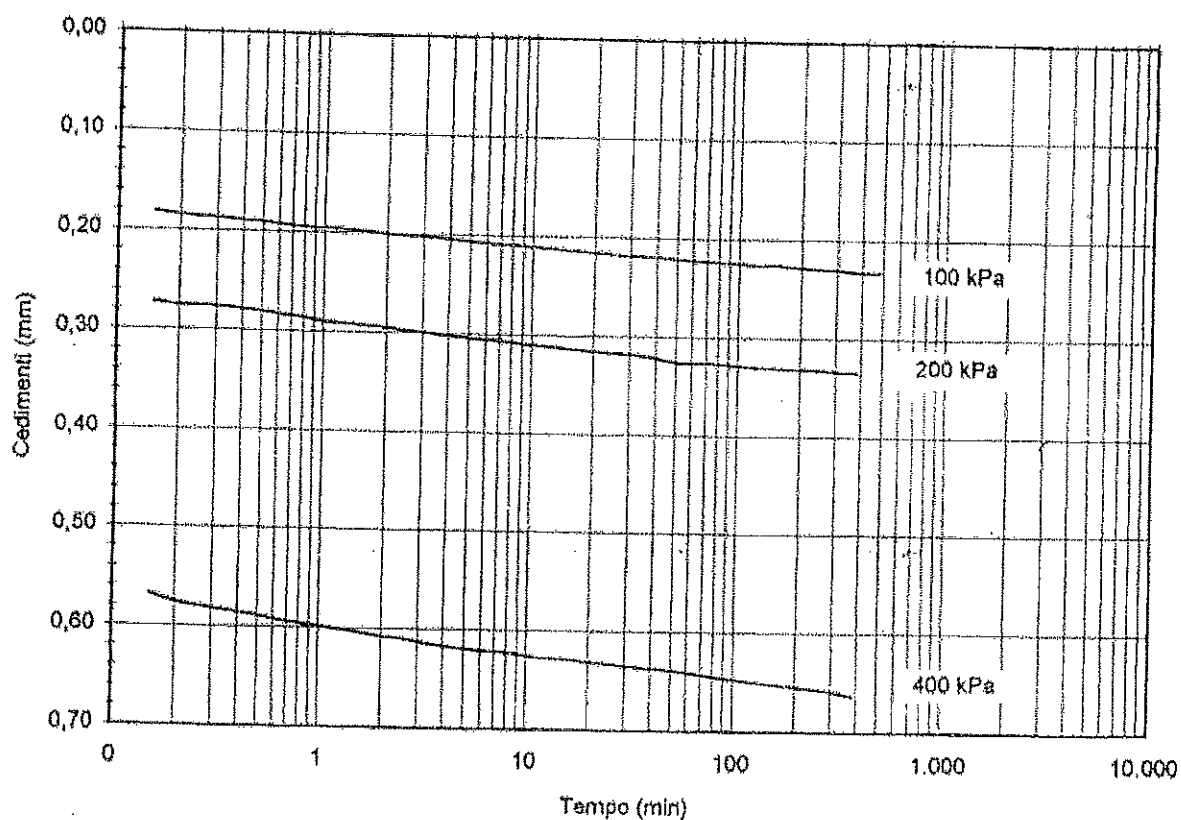
Angelo Mulone

Classificazione A.G.I.	SABBIA GHIAIOSA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA
------------------------	---

Campione	S1
Profondità (m)	20,50-21,00



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Fase di consolidazione



		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	200	400	
Durata di applicazione del carico	min	480	381	381	
Altezza iniziale	mm	22,22	21,77	22,52	
Deformazione verticale	mm	0,233	0,334	0,683	
Inizio consolidazione primaria	mm	0,093	0,134	0,286	
Fine consolidazione primaria	mm	0,200	0,318	0,600	

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Musone

Campione	S1
Profondità (m)	20,50-21,00

57977

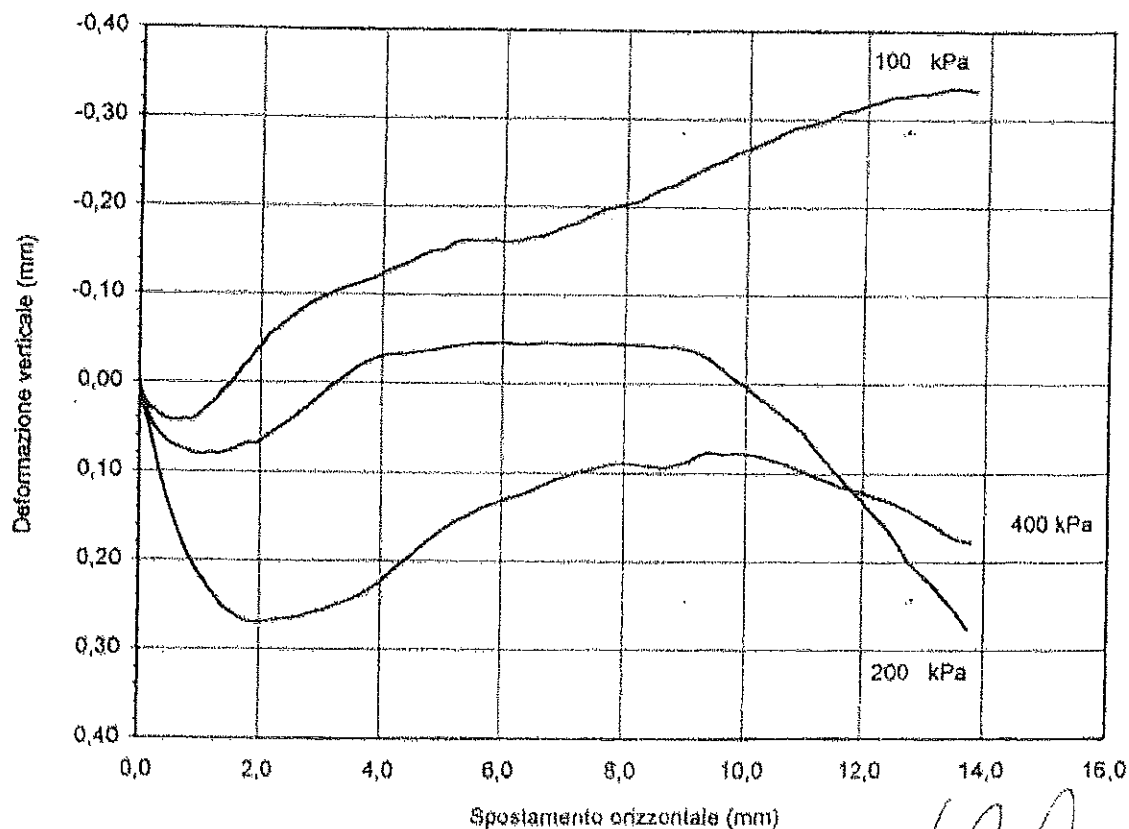
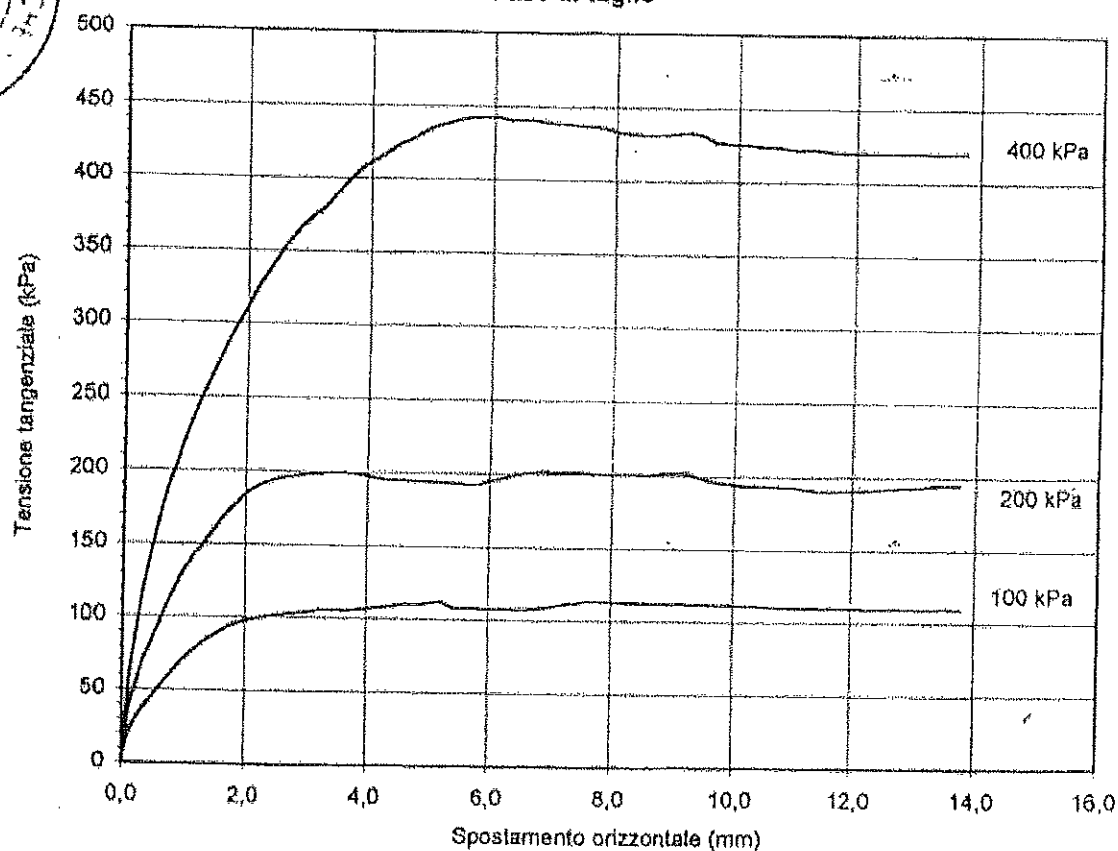
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl

www.geolabsrl.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Fase di taglio

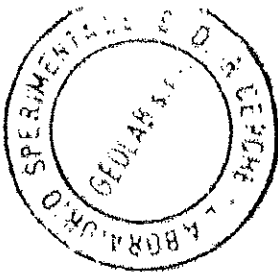


Lo sperimentatore

Dott. Alberto Genie

Pagina 3/3

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab
www.geolabsrl.it

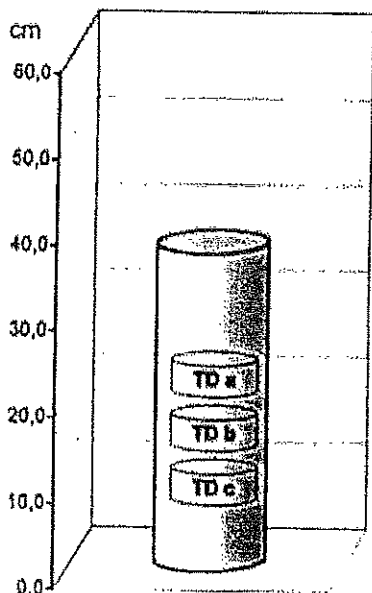
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Balata

Sigla campione	S2
Profondità (m)	8,00-8,50

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	19/04/04

Contenitore	fustella metallica		Chiusura contenitore	nastro adesivo e paraffina			
Forma campione	cilindrica		Altezza (cm)	37,0	Diametro (cm)	8,0	
Condizioni campione	assenti palesi segni di disturbo						
Reazione all'HCl	debole						
Pocket Penetrometer (kPa)						Media	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

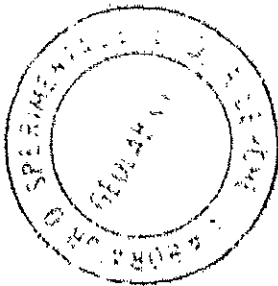


Sabbia ghiaiosa colore Munsell 2,5Y 7/4 "giallastro chiaro",
umida, addensata.
Struttura omogenea.
Presenti diffusi resti di apparati conchigliari.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusatei
Michele Fusatei

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milone
Angelo Milone

TD Provino taglio diretto
TX Provino compressione triassiale
ED Provino compressione edometrica
ELL Provino compressione espansione laterale libera



57977

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma BS 1377: Part 2:1990)**geolab** srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S2
Profondità (m)	8,00-8,50

Data inizio prova	19/04/04
Data fine prova	20/04/04

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso contenitore	g	5,62	5,91	6,26
Peso contenitore + campione umido	g	62,65	69,76	73,39
Peso contenitore + campione secco	g	50,20	59,22	58,42
Contenuto naturale d'acqua	%	27,93	19,77	28,70

Contenuto naturale d'acqua	%	25,47	media dei valori
----------------------------	---	-------	------------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusaleri
Michele Fusaleri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

geolab
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Balata

Sigla campione	S2
Profondità (m)	8,00-8,50

Data inizio prova	19/04/04
Data fine prova	23/04/04

		Prova n° 1	Prova n° 2
Peso picnometro	g	215,36	208,69
Peso picnometro + terra secca	g	321,61	315,63
Peso picnometro + terra + acqua	g	876,81	871,98
Peso picnometro + acqua	g	809,75	804,48
Temperatura acqua distillata	°C	17	17
Peso specifico terra a T (°C)	g/cm ³	2,711	2,711
Peso specifico acqua a T (°C)	g/cm ³	0,9988	0,9988
Peso specifico terra a 20 °C	g/cm ³	2,713	2,713
Deviazione standard (< 0,021)		0,000	

Peso specifico	g/cm ³	2,71
		valore medio

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusateri
Michele Fusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab
 srl
 www.geolabsrl.it
ANALISI GRANULOMETRICA

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

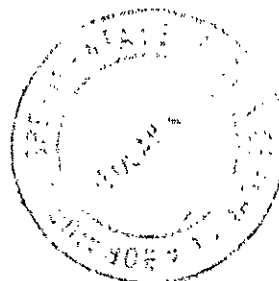
Sigla campione	S2
Profondità (m)	0,00-0,50

Data inizio prova	19/04/04
Data fine prova	22/04/04

Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	278,32
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	%	%	%
3"	75	—	—	—
2"	50	—	—	—
1,5"	37,5	—	—	—
1"	25	—	—	—
3/4"	19	—	—	—
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0
n°4	4,75	2,5	2,5	97,5
n°10	2	8,2	10,7	89,3
n°18	1	35,2	45,9	54,1
n°40	0,425	21,6	67,5	32,5
n°60	0,25	10,1	77,6	22,4
n°100	0,15	5,6	83,2	16,8
n°200	0,075	11,9	95,0	5,0



Lo sperimentatore

Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Angelo Milona

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

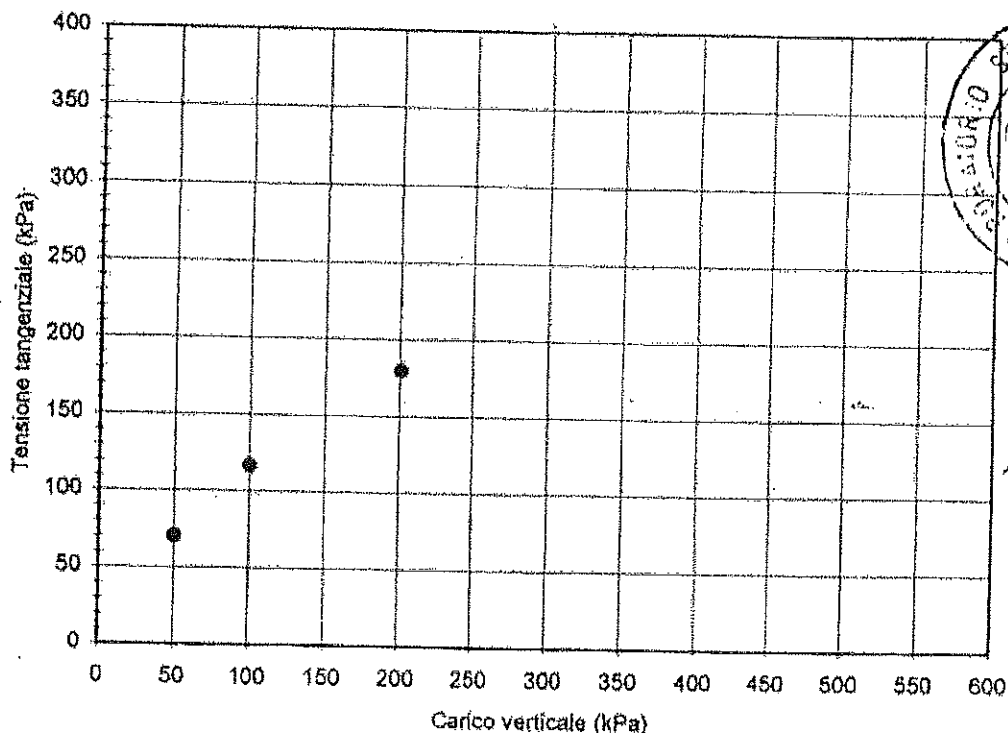
57977 (Norma BS 1377:part 7:1990)

geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504	Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
Prova richiesta da	Dott. Giuseppe Bajala	

Sigla campione	S2
Profondità (m)	8,00-8,50

Data inizio prova	21/04/04
Data fine prova	23/04/04



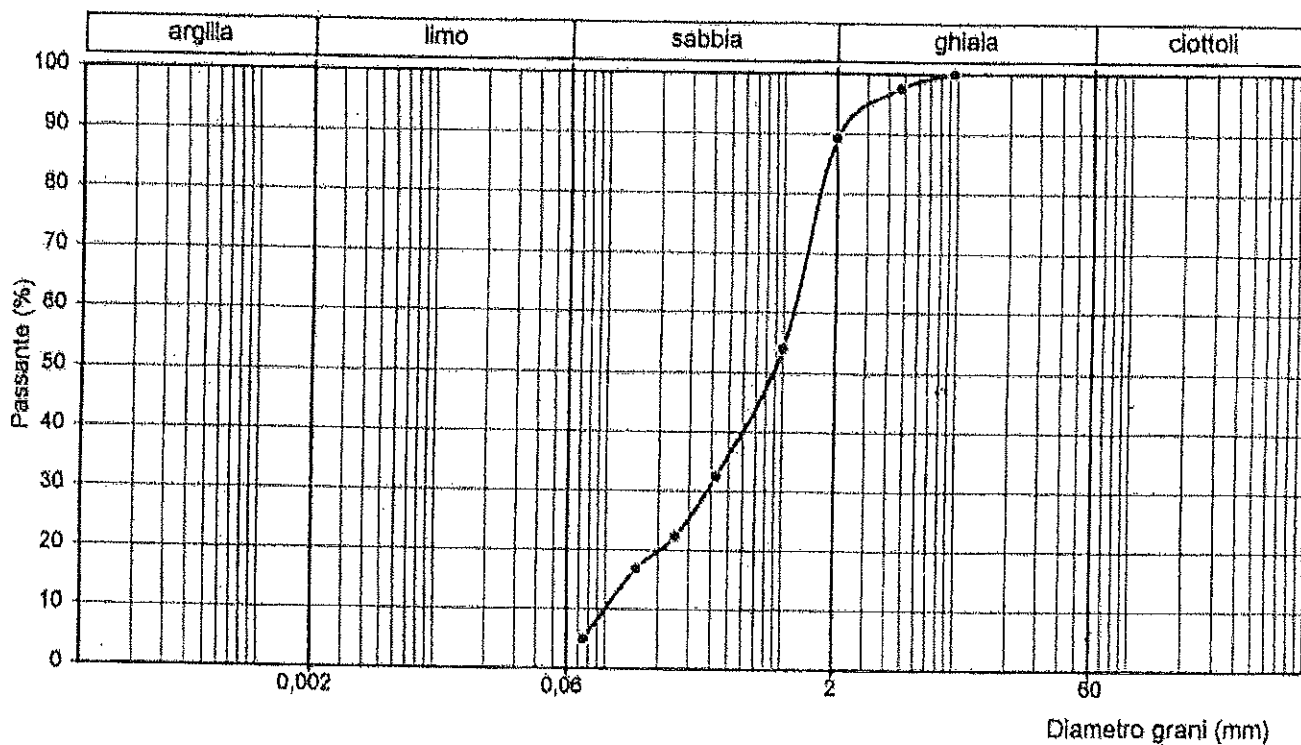
Caratteristiche fisico-geometriche dei provini		Provino A		Provino B		Provino C		Provino D	
		Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Diametro	mm	59,9	59,9	60,0	60,0	60,0	60,0	---	---
Volume	mm ³	1338,8	1378,4	1347,9	1349,7	1370,4	1286	---	---
Umidità	%	29,24	34,71	20,48	17,60	29,69	34,12	---	---
Peso di volume	g/cm ³	1,72	1,67	2,12	2,02	1,61	1,67	---	---
Peso di volume secco	g/cm ³	1,33	1,24	1,76	1,72	1,24	1,25	---	---
Indice dei vuoti		1,033	1,181	0,555	0,579	1,189	1,172	---	---
Grado di saturazione	%	76,7	79,7	100	82,4	67,7	78,9	---	---

Fase di consolidazione		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	50	100	201	---
Durata di applicazione del carico	min	762	762	762	---
Deformazione verticale	mm	0,208	0,260	0,994	---
Fase di taglio					
Carico verticale	kPa	50	100	201	---
Velocità di deformazione	mm/min	0,0097	0,0096	0,0099	---
Spostamento orizzontale a rottura	mm/min	4,83	2,43	6,82	---
Tensione tangenziale a rottura	kPa	70,3	117,0	180,2	---

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulino

Sigla campione	82 Laboratorio geotecnico
Profondità (m)	8,00-8,50



Frazioni granulometriche

Argilla	%	2,0
Limo	%	
Sabbia	%	87,3
Ghiala	%	10,7
Ciottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,1007
D ₃₀	mm	0,3726
D ₆₀	mm	1,1233

Coefficiente di uniformità	11,16
Coefficiente di curvatura	1,23

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusari
Michele Fusari

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

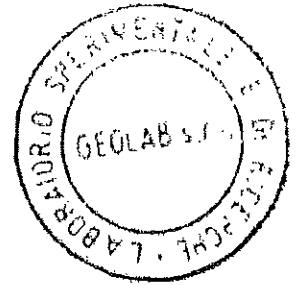
Classificazione A.G.I.	SABBIA GHIAIOSA
------------------------	-----------------

57977

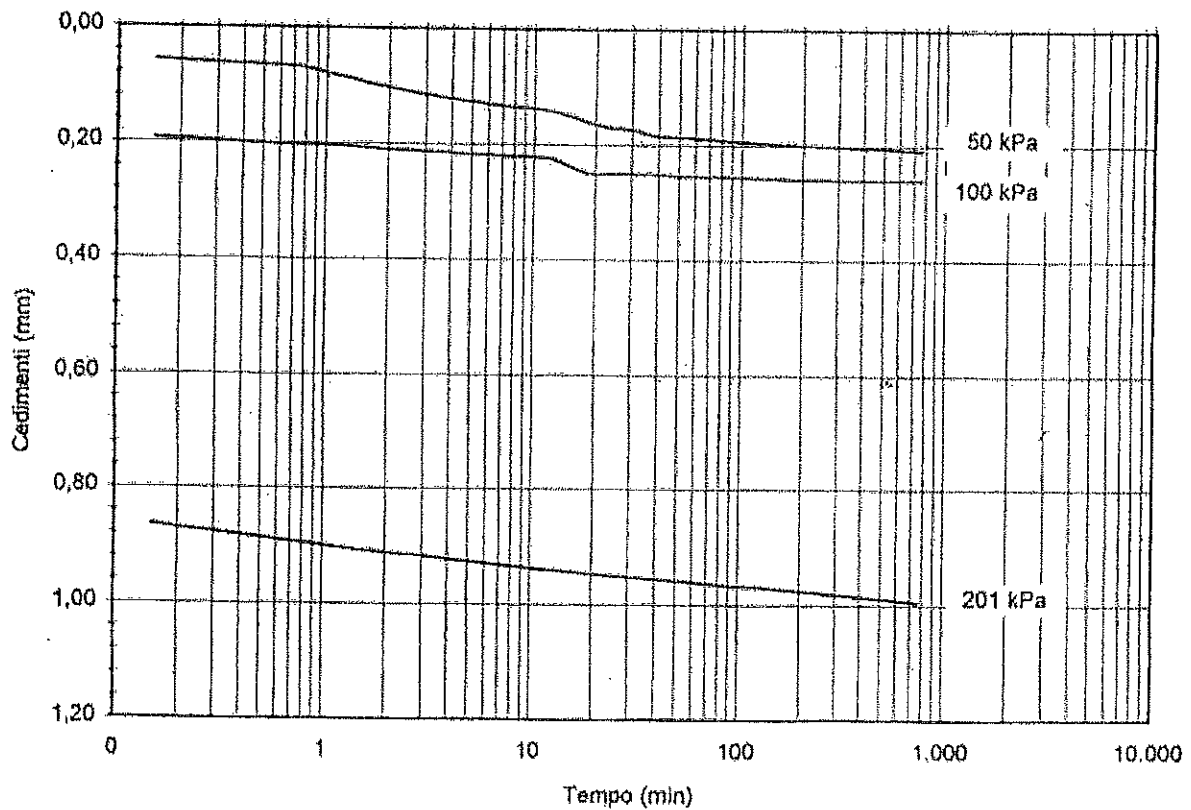
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulla roccia

geolab[®] srl
www.geolabsrl.it

Campione	S2
Profondità (m)	8,00-8,50



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Fase di consolidazione



		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	50	100	201	—
Durata di applicazione del carico	min	762	762	762	—
Altezza iniziale	mm	22,34	22,48	22,84	—
Deformazione verticale	mm	0,208	0,260	0,994	—
Inizio consolidazione primaria	mm	0,046	0,104	0,398	—
Fine consolidazione primaria	mm	0,190	0,254	0,915	—

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

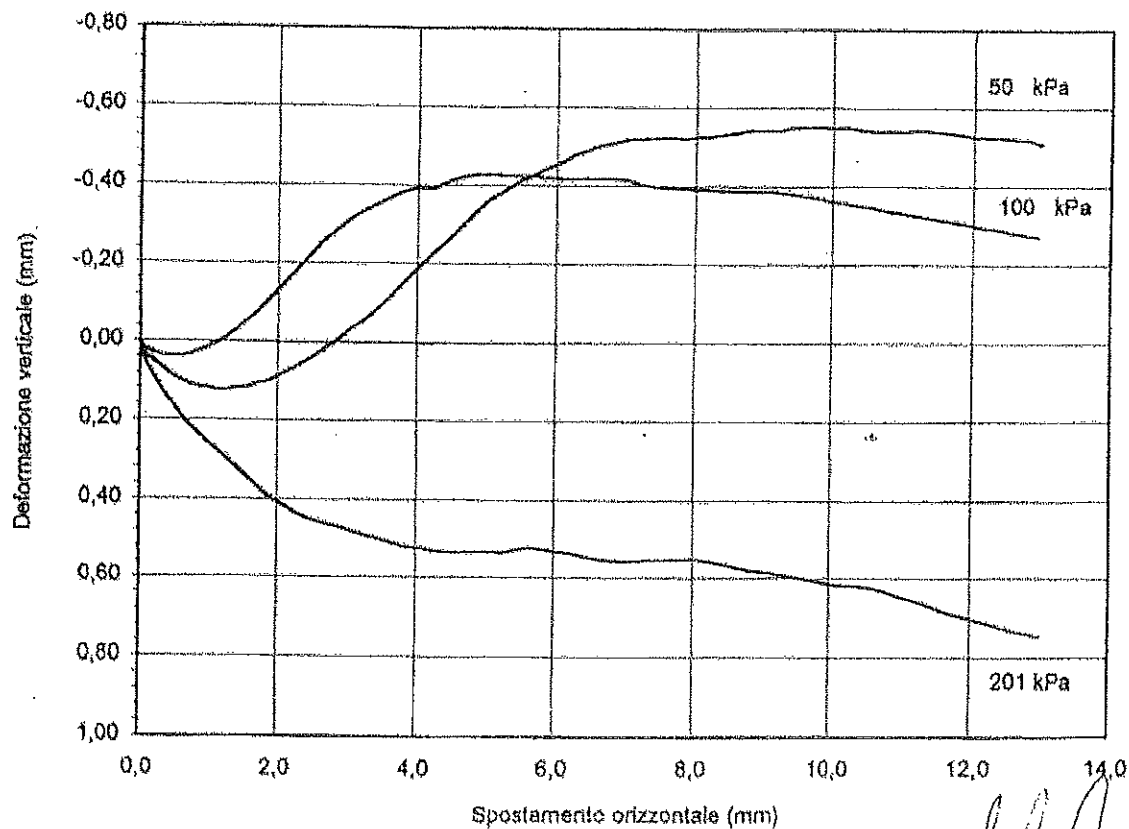
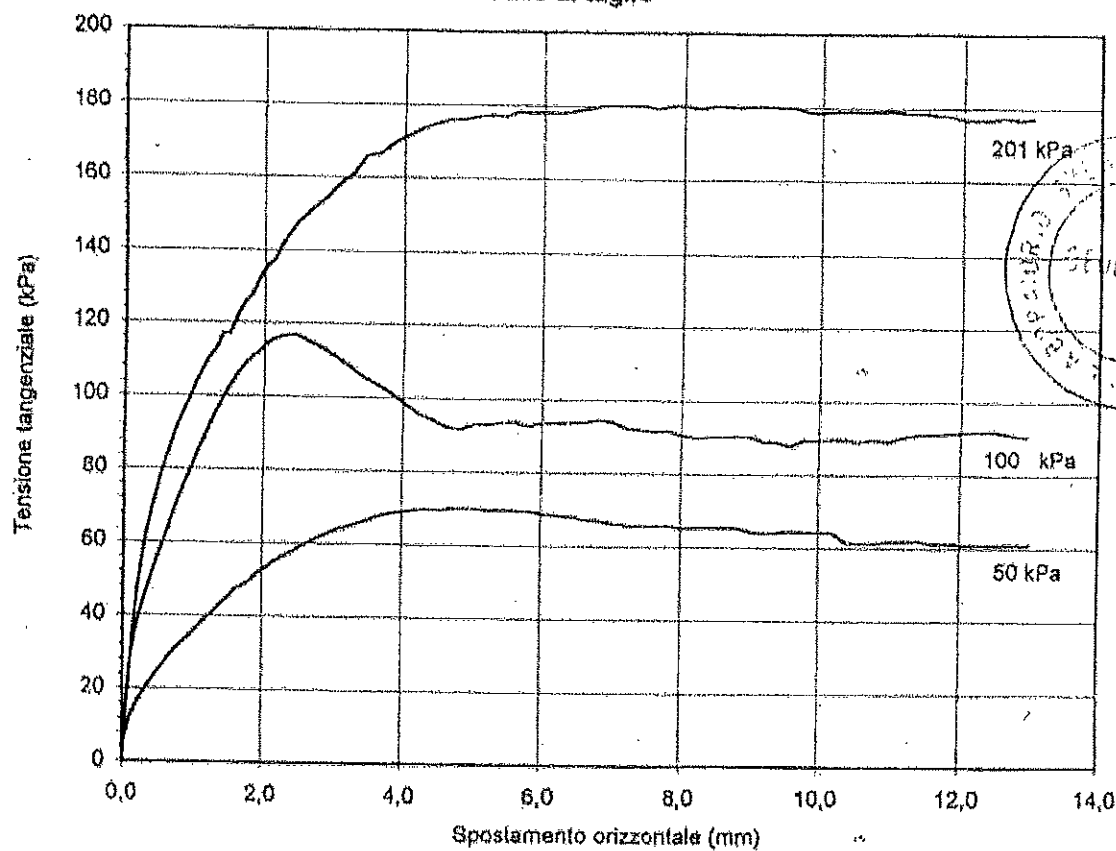
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mupone

57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

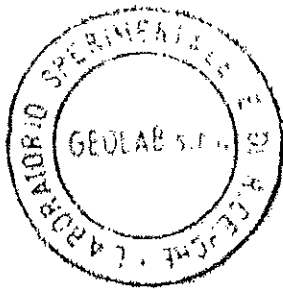
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Fase di taglio



Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Página 3/3

Direttore del Laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milone



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

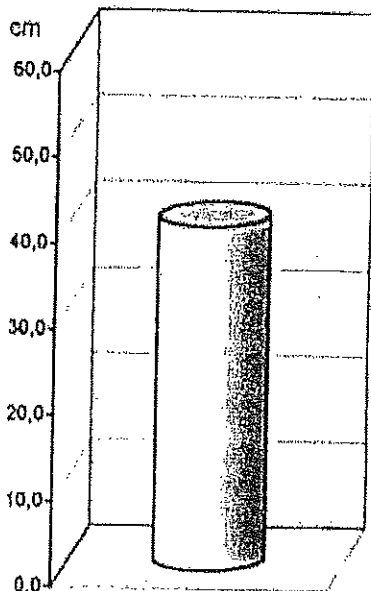
geolab^{ari}
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S2
Profondità (m)	15,50-16,00

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	19/04/04

Contenitore	fustella metallica	Chiusura contenitore	nastro adesivo e paraffina		
Forma campione	cilindrica	Altezza (cm)	40,0	Diametro (cm)	8,0
Condizioni campione	assenti palesi segni di disturbo				
Reazione all'HCl	forte				
Pocket Penetrometer (kPa)					Media



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Sabbia limosa colore Munsell 2,5Y 8/4 "giallastro chiaro",
umida, addensata.
Struttura omogenea.
Presente diffuso tritume fossile.

Lo sperimentatore
Dott. Michela Pusateri
Michela Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

57977

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

(Norma BS 1377:Part 2:1990)

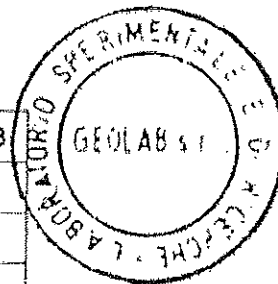
geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S2
Profondità (m)	15,50-16,00

Data inizio prova	19/04/04
Data fine prova	20/04/04

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso contenitore	g	6,10	5,95	5,90
Peso contenitore + campione umido	g	65,39	60,16	63,28
Peso contenitore + campione secco	g	50,51	46,52	48,88
Contenuto naturale d'acqua	%	33,51	33,62	33,50



Contenuto naturale d'acqua	%	33,54	media dei valori
----------------------------	---	-------	------------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri
Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Melone
Angelo Melone

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME MEDIANTE MISURE DI LUNGHEZZE

Laboratorio Geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma BS:1377-Part 2:1990)

geolab srl
www.geolab srl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S2
Profondità (m)	15,50-16,00

Data inizio prova	19/04/04
Data fine prova	20/04/04

		Provino 1	Provino 2
Peso fustella	g	60,38	58,14
Altezza fustella	mm	19,91	19,59
Diametro fustella	mm	50,40	50,49
Peso fustella + campione umido	g	133,65	129,39
Peso fustella + campione secco	g	115,68	111,48

Peso di volume	g/cm^3	1,84	1,82
Peso di volume secco	g/cm^3	1,39	1,36
Contenuto d'acqua	%	32,50	33,58

RISULTATI

Peso di volume	g/cm^3	1,83	media dei valori
Peso di volume secco	g/cm^3	1,38	media dei valori
Contenuto d'acqua	%	33,04	media dei valori

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fysaleri
Michele Fysaleri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mufone
Angelo Mufone

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

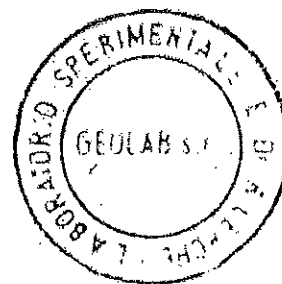
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma CNR-UNI 10013)geolab[®] srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S2
Profondità (m)	15,50-16,00

Data inizio prova	19/04/04
Data fine prova	23/04/04

		Prova n° 1	Prova n° 2
Peso picnometro	g	206,68	218,69
Peso picnometro + terra secca	g	316,96	327,99
Peso picnometro + terra + acqua	g	871,97	873,39
Peso picnometro + acqua	g	802,36	804,82
Temperatura acqua distillata	°C	17	17
Peso specifico terra a T (°C)	g/cm ³	2,712	2,684
Peso specifico acqua a T (°C)	g/cm ³	0,9988	0,9988
Peso specifico terra a 20 °C	g/cm ³	2,713	2,685
Deviazione standard (< 0,021)		0,020	



Peso specifico	g/cm ³	2,70
		valore medio

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Miliore

Angelo Miliore

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

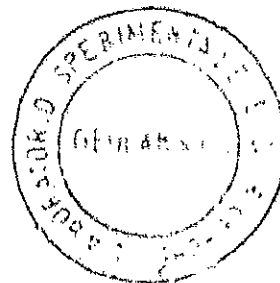
Sigla campione	S2
Profondità (m)	15,50-16,00

Data inizio prova	19/04/04
Data fine prova	23/04/04

Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	228,35
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm.	%	%	%
3"	75	-----	-----	-----
2"	50	-----	-----	-----
1,5"	37,5	-----	-----	-----
1"	25	-----	-----	-----
3/4"	19	-----	-----	-----
3/8"	9,5	-----	-----	-----
n°4	4,75	0,0	0,0	100,0
n°10	2	0,2	0,2	99,8
n°18	1	0,3	0,5	99,5
n°40	0,425	7,3	7,7	92,3
n°60	0,25	23,5	31,2	68,8
n°100	0,15	38,8	70,0	30,0
n°200	0,075	17,1	87,1	12,9



Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Peso specifico campione	g/cm ³	2,70
Peso campione disperso	g	40,0
Temperatura minima di prova	°C	19
Temperatura massima di prova	°C	22

Lo sperimentatore

Dott. Michele Rusconi

Nicholas

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulino

Dot. Angelo Milione

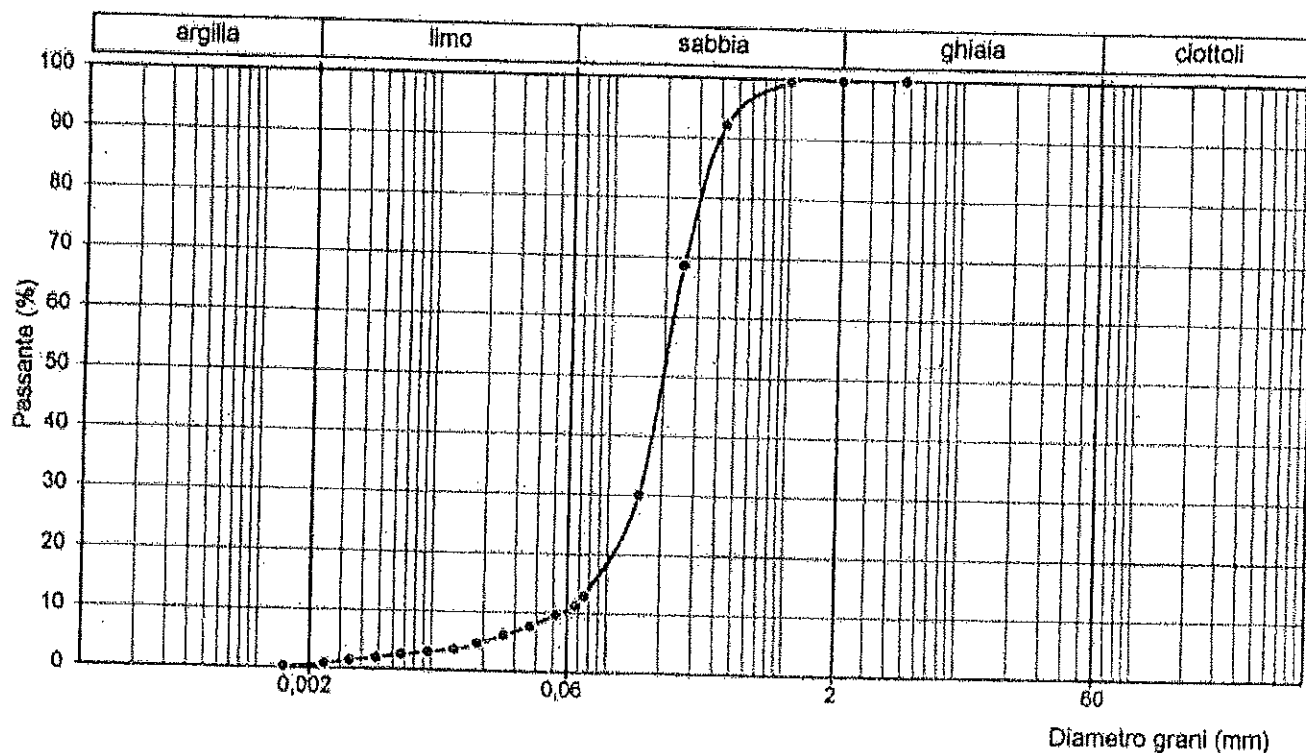
57977

Sigla campione	S2
Profondità (m)	15,50-16,00

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce



geolab srl
www.geolabsrl.it



Frazioni granulometriche

Argilla	%	0,5
Limo	%	10,0
Sabbia	%	89,2
Ghiaia	%	0,2
Ciottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,0538
D ₃₀	mm	0,1498
D ₆₀	mm	0,2227

Coefficiente di uniformità	4,14
Coefficiente di curvatura	1,87

Lo sperimentatore

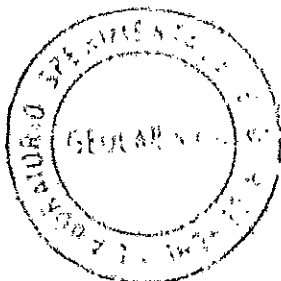
Dott. Michele Fusatani

Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Angelo Malone

Classificazione A.G.I.

SABBIA LIMOSA



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab
www.geolabsrl.it

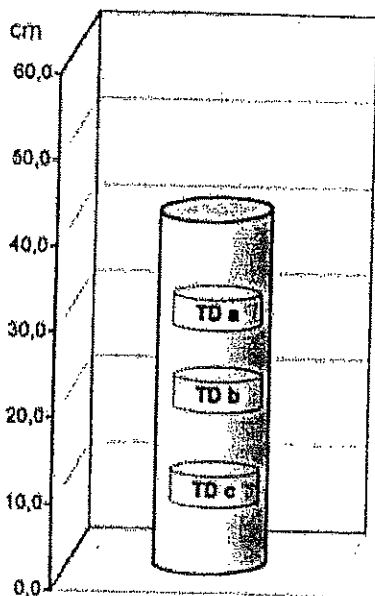
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	23/04/04

Contenitore	fustella metallica		Chiusura contenitore	nastro adesivo e paraffina	
Forma campione	cilindrica		Altezza (cm)	41,0	Diametro (cm) 8,0
Condizioni campione	all'estrazione si disgrega parzialmente				
Reazione all'HCl	forte				
Pocket Penetrometer (kPa)					Media

DESCRIZIONE MACROSCOPICA



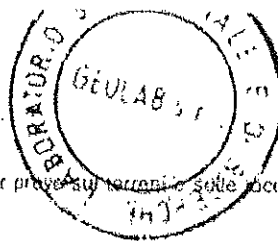
Sabbia limosa colore Munsell 2,5Y 8/4 "giallastro chiaro",
umida, addensata.
Struttura omogenea.
Presente diffuso tritume fossile.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusateri
Michele Fusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

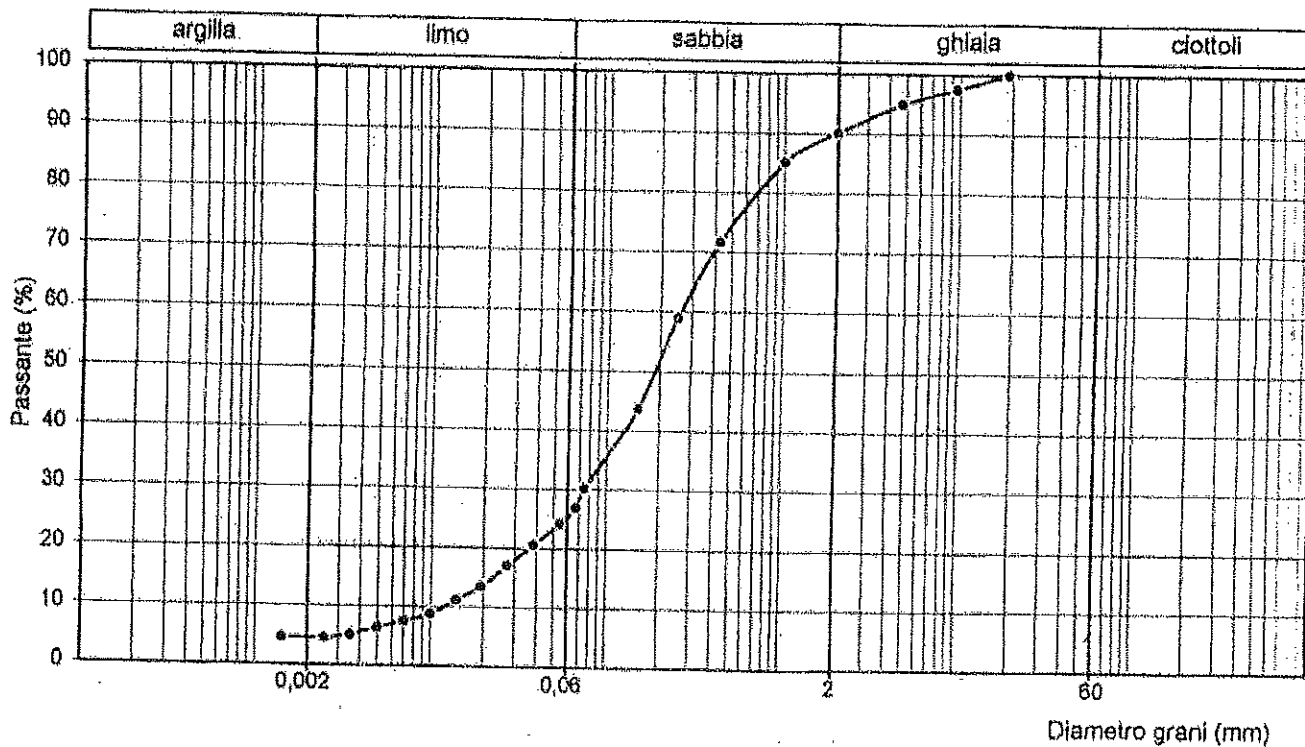
- TD Provino taglio diretto
TX Provino compressione triassiale
ED Provino compressione edometrica
ELL Provino compressione espansione laterale libera

57977



geolab srl
www.geolabsrl.it

Sigla campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50



Frazioni granulometriche

Argilla	%	4,6
Limo	%	20,8
Sabbia	%	64,8
Ghiaia	%	9,9
Ciottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,0119
D ₃₀	mm	0,0747
D ₆₀	mm	0,2609

Coefficiente di uniformità	21,94
Coefficiente di curvatura	1,80

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusari
Michele Fusari

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulino
Angelo Mulino

Classificazione A.G.I.	SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA
------------------------	-----------------------------------

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME MEDIANTE MISURE DI LUNGHEZZE

(Norma BS.1377-Par 2: 1990)

geolab
srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50

Data inizio prova	23/04/04
Data fine prova	27/04/04

		Provino 1	Provino 2
Peso fustella	g	60,38	58,17
Altezza fustella	mm	19,19	18,91
Diametro fustella	mm	50,14	50,26
Peso fustella + campione umido	g	126,14	134,22
Peso fustella + campione secco	g	116,46	119,73

Peso di volume	g/cm^3	1,74	2,03
Peso di volume secco	g/cm^3	1,48	1,64
Contenuto d'acqua	%	17,26	23,54

RISULTATI

Peso di volume	g/cm^3	1,88	media dei valori
Peso di volume secco	g/cm^3	1,56	media dei valori
Contenuto d'acqua	%	20,40	media dei valori

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pysatari
Michele Pysatari

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

Laboratorio Geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
 Via S. Maria della Pace, 10 - 00187 Roma - Tel. 06/47800111 - Fax 06/47800112
 E-mail: info@geolabsrl.it - Web: www.geolabsrl.it

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma CNR-UNI 10013)**geolab** srl

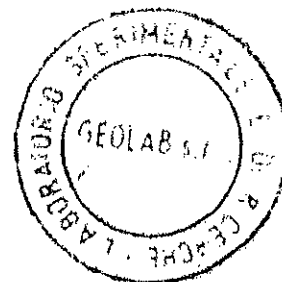
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50

Data inizio prova	23/04/04
Data fine prova	28/04/04

		Prova n° 1	Prova n° 2
Peso picnometro	g	215,41	208,65
Peso picnometro + terra secca	g	320,56	315,92
Peso picnometro + terra + acqua	g	876,26	872,22
Peso picnometro + acqua	g	809,84	804,39
Temperatura acqua distillata	°C	17	17
Peso specifico terra a T (°C)	g/cm ³	2,715	2,720
Peso specifico acqua a T (°C)	g/cm ³	0,9988	0,9988
Peso specifico terra a 20 °C	g/cm ³	2,717	2,721
Deviazione standard (< 0,021)		0,003	



Peso specifico	g/cm ³	2,72
		valore medio

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusafori
Michele Fusafori

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

57977

ANALISI GRANULOMETRICA

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

geolab[®]
srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

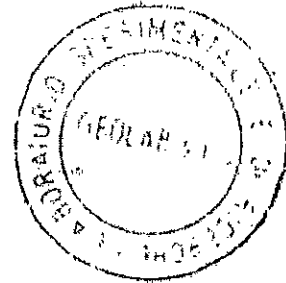
Sigla campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50

Data inizio prova	23/04/04
Data fine prova	26/04/04

Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	260,84
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	%	%	%
3"	75	—	—	—
2"	50	—	—	—
1,5"	37,5	—	—	—
1"	25	—	—	—
3/4"	19	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	2,5	2,5	97,5
n°4	4,75	2,6	5,1	94,9
n°10	2	4,8	9,9	90,1
n°18	1	4,9	14,7	85,3
n°40	0,425	13,6	28,3	71,7
n°60	0,25	12,7	41,0	59,0
n°100	0,15	15,2	56,3	43,7
n°200	0,075	13,6	69,9	30,1



Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Peso specifico campione	g/cm ³	2,72
Peso campione disperso	g	40,0
Temperatura minima di prova	°C	18
Temperatura massima di prova	°C	19

Lo sperimentatore

Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

57977

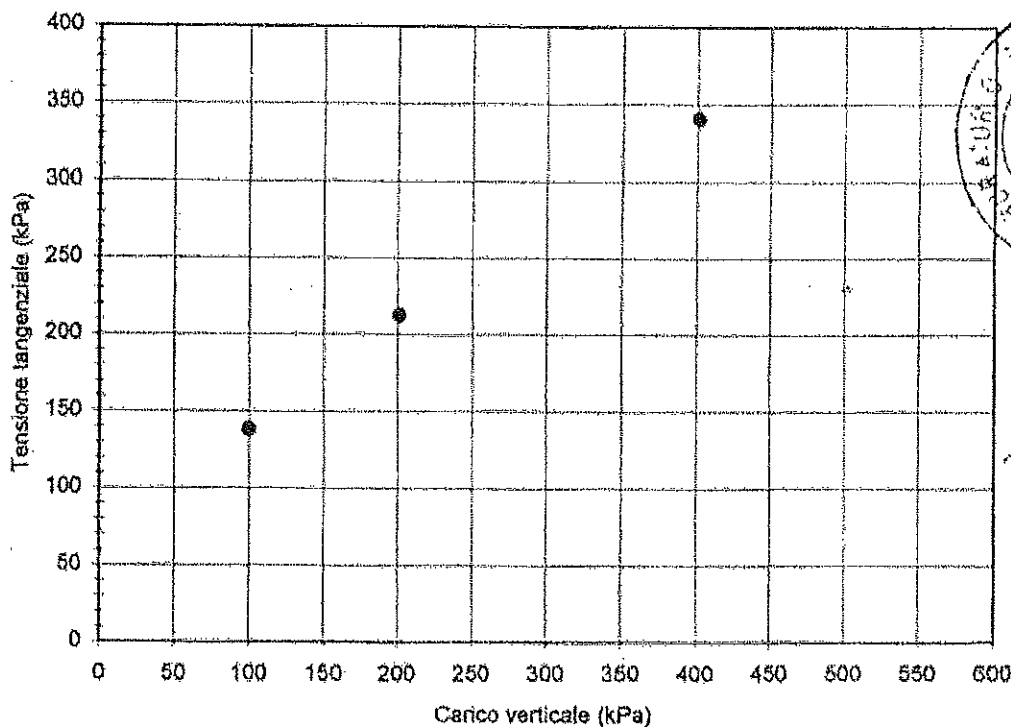
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA (Norma BS 1377:part 7:1990)

geolab
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504	Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
Prova richiesta da	Dott. Giuseppe Baiata	

Sigla campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50

Data inizio prova	23/04/04
Data fine prova	26/04/04



Caratteristiche fisico-geometriche dei provini		Provino A		Provino B		Provino C		Provino D	
		Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Diametro	mm	60,0	60,0	59,9	59,9	60,0	60,0	---	---
Volume	mm ³	1315,9	1300,9	1347,8	1252,5	1341,1	1127,1	---	---
Umidità	%	13,19	18,43	17,81	27,17	31,46	29,87	---	---
Peso di volume	g/cm ³	2,13	2,18	1,81	1,89	1,68	1,86	---	---
Peso di volume secco	g/cm ³	1,88	1,87	1,54	1,48	1,28	1,43	---	---
Indice dei vuoti		0,446	0,451	0,769	0,833	1,132	0,899	---	---
Grado di saturazione	%	80,4	99,1	63,0	88,7	75,6	90,4	---	---

Fase di consolidazione		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	201	401	---
Durata di applicazione del carico	min	302	302	302	---
Deformazione verticale	mm	0,201	0,411	1,072	---
Fase di taglio					
Carico verticale	kPa	100	201	401	---
Velocità di deformazione	mm/min	0,0047	0,0047	0,0048	---
Spostamento orizzontale a rottura	mm/min	3,04	5,21	13,18	---
Tensione tangenziale a rottura	kPa	138,5	212,5	340,7	---

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Gaudio

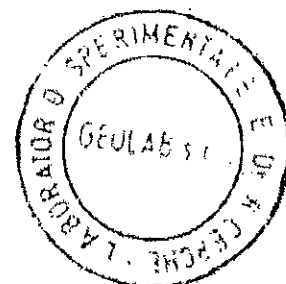
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

57977

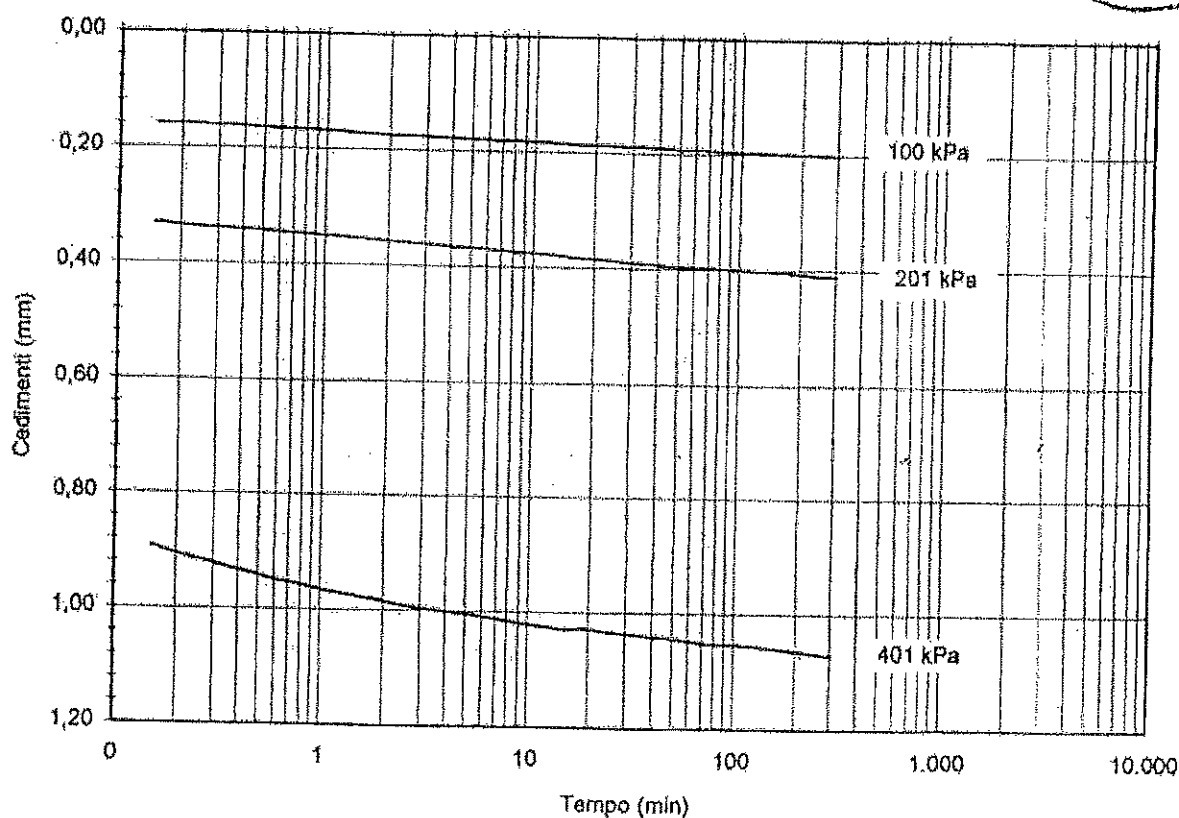
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

Campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Fase di consolidazione



		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	201	401	—
Durata di applicazione del carico	min	302	302	302	—
Altezza iniziale	mm	21,95	22,50	22,37	—
Deformazione verticale	mm	0,201	0,411	1,072	—
Inizio consolidazione primaria	mm	0,080	0,164	0,429	—
Fine consolidazione primaria	mm	0,176	0,353	0,991	—

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Garlo

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulino

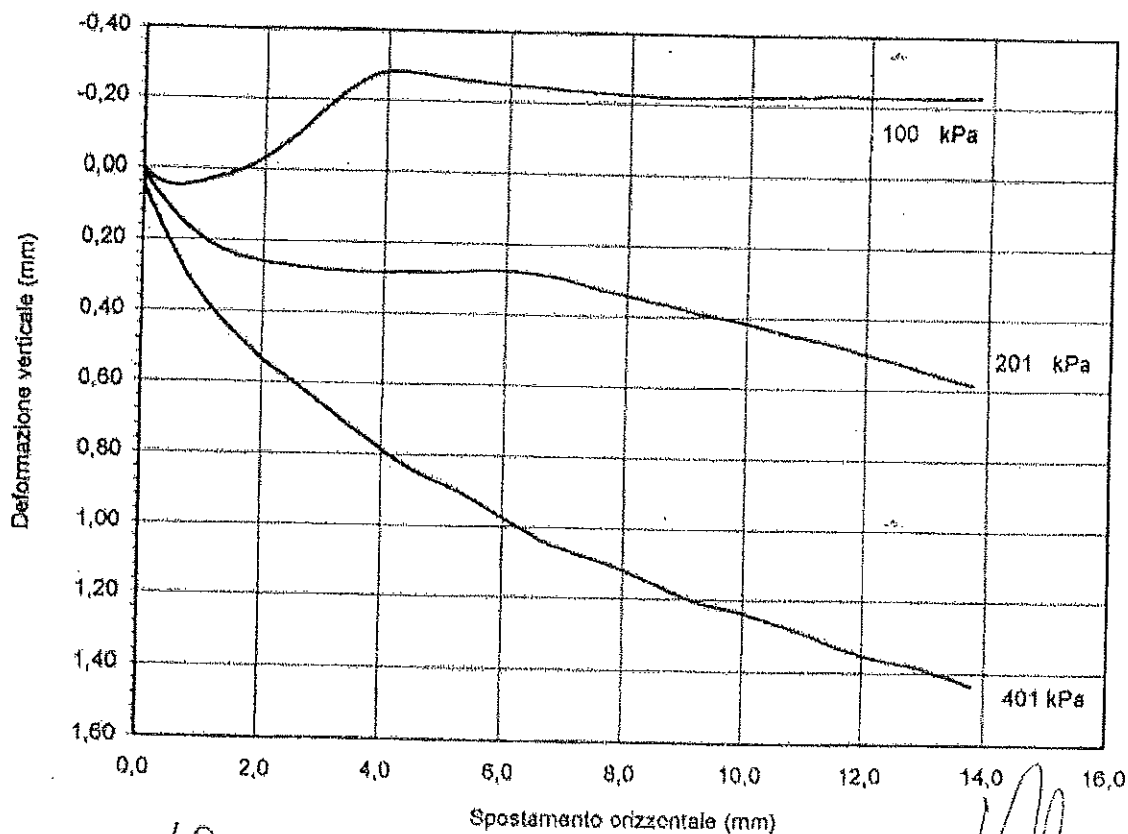
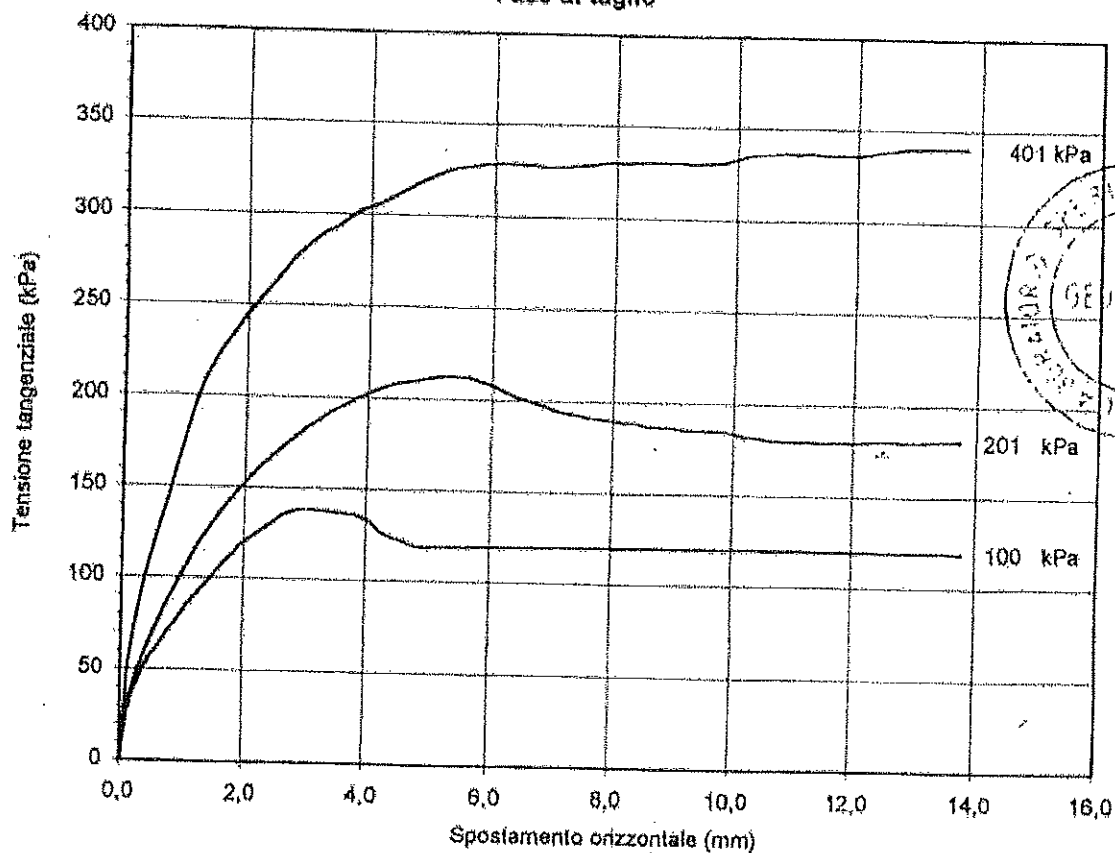
Campione	S3
Profondità (m)	7,00-7,50

57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab[®]
srl
www.geolabsrl.it

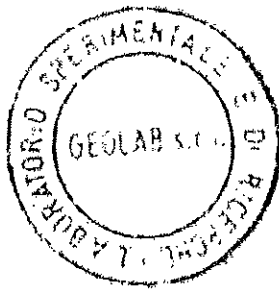
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Fase di taglio



Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Pagina 3/3

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolab srl.it

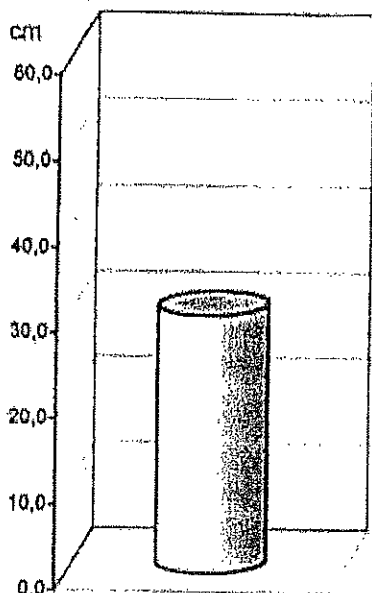
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	3,00-3,50

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	02/04/04

Contenitore	fustella metallica	Chiusura contenitore	nastro adesivo e paraffina				
Forma campione	cilindrica	Altezza (cm)	30,0	Diametro (cm)	8,0		
Condizioni campione	carota spezzata in due tronconi						
Reazione all'HCl	forte						
Pocket Penetrometer (kPa)						Media	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

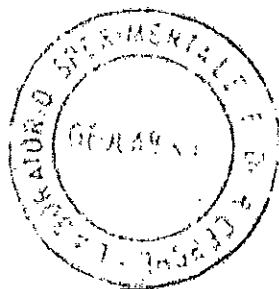


Sabbia con ghiaia colore Munsell 2,5Y 8/4 "giallastro chiaro",
umida, addensata, a tratti cementata.
Struttura omogenea.
Presente diffuso tritume fossile.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri
Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milione
Angelo Milione

57977



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce **(Norma BS 1377: Part 2:1990)**

geolab[®] srl
 www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Balata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	3,00-3,50

Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	05/04/04

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso contenitore	g	5,46	6,06	6,05
Peso contenitore + campione umido	g	63,11	81,54	66,90
Peso contenitore + campione secco	g	57,38	73,42	60,69
Contenuto naturale d'acqua	%	11,04	12,05	11,37

Contenuto naturale d'acqua	%	11,49	media dei valori
----------------------------	---	-------	------------------

Lo sperimentatore
 Dott. Michele Fusateri
Michele Fusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Siglă campione	S4
Profundită (m)	3,00-3,50

Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	05/04/04

		Provino 1	Provino 2
Peso campione	g	25,99	27,85
Peso campione paraffinato	g	27,40	28,11
Peso idrostatico	g	11,47	12,36
Peso contenitore	g	5,65	5,08
Peso contenitore + campione umido	g	24,80	25,46
Peso contenitore + campione secco	g	22,69	23,16

Peso di volume	g/cm ³	1,81	1,80
Peso di volume secco	g/cm ³	1,61	1,60
Contenuto d'acqua	%	12,38	12,72

RISULTATI

Peso di volume	g/cm³	1,81	<i>media dei valori</i>
Peso di volume secco	g/cm³	1,60	<i>media dei valori</i>
Contenuto d'acqua	%	12,55	<i>media dei valori</i>

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pissardi

Direttore del laboratorio pedicellco
Dott. Angelo Mulino

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

(Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma CNR-UNI 10073))

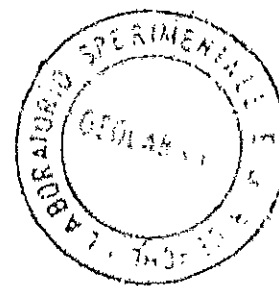

www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	3,00-3,50

Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	07/04/04

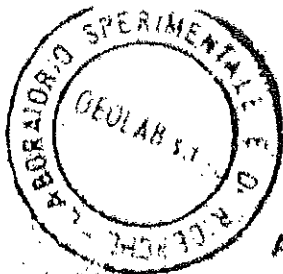
		Prova n° 1	Prova n° 2
Peso picnometro	g	205,03	204,82
Peso picnometro + terra secca	g	310,92	309,62
Peso picnometro + terra + acqua	g	876,04	871,42
Peso picnometro + acqua	g	808,96	805,03
Temperatura acqua distillata	°C	18	18
Peso specifico terra a T (°C)	g/cm ³	2,728	2,728
Peso specifico acqua a T (°C)	g/cm ³	0,9986	0,9986
Peso specifico terra a 20 °C	g/cm ³	2,730	2,730
Deviazione standard (< 0,021)		0,000	



Peso specifico	g/cm ³	2,73
		valore medio

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusatei
Michele Fusatei

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milione
Angelo Milione



57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it**ANALISI GRANULOMETRICA**

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	3,00-3,50

Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	08/04/04

Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	257,89
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	%	%	%
3"	75	—	—	—
2"	50	—	—	—
1,5"	37,5	—	—	—
1"	25	—	—	—
3/4"	19	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	3,6	3,6	96,4
n°4	4,75	10,6	14,2	85,8
n°10	2	20,3	34,5	65,5
n°18	1	13,0	47,5	52,5
n°40	0,425	21,1	68,6	31,4
n°60	0,25	10,2	78,9	21,1
n°100	0,15	7,0	85,9	14,1
n°200	0,075	10,3	96,2	3,8

Lo sperimentatore

Dott. Michele Pisatori

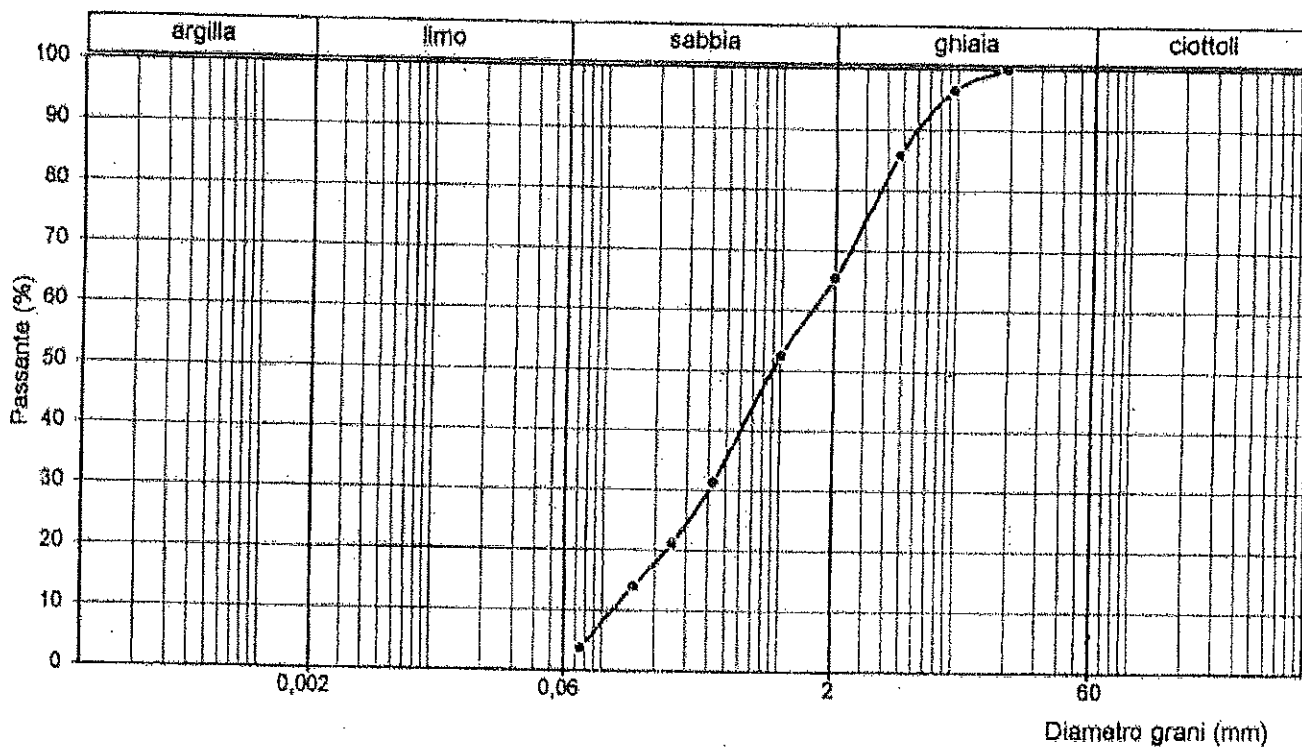
Michele Pisatori

Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Angelo Murrie

Angelo Murrie

Sigla campione	54 Laboratorio geotecnico
Profondità (m)	3,00-3,50



Frazioni granulometriche

Argilla	%	1,5
Limo	%	
Sabbia	%	64,0
Ghiaia	%	34,5
Clottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,1140
D ₅₀	mm	0,3967
D ₉₀	mm	1,4925

Coefficiente di uniformità	13,09
Coefficiente di curvatura	0,92

Lo sperimentatore

Dott. Michele Fusato

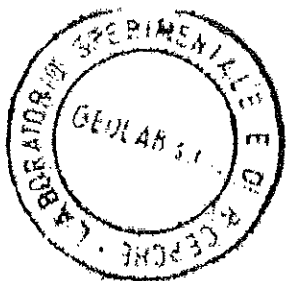
Michelle Lued

Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Angelo Milon



Classificazione A.G.I.	SABBIA CON GHIAIA
------------------------	-------------------



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sul terreno e sulle rocce

geolab[®] srl
www.geolabsrl.it

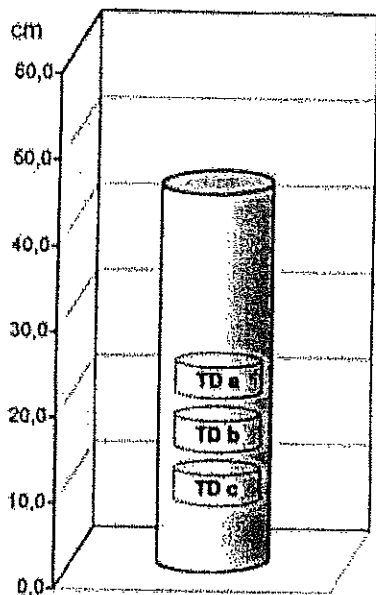
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	22/04/04

Contenitore	fustella metallica		Chiusura contenitore	nastro adesivo e paraffina			
Forma campione	cilindrica		Altezza (cm)	44,0	Diametro (cm)	8,0	
Condizioni campione	assenti palesi segni di disturbo						
Reazione all'HCl	forte						
Pocket Penetrometer (kPa)						Media	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA



Sabbia limosa colore Munsell 2,5Y 8/4 "giallastro chiaro",
umida, ben addensata.
Struttura omogenea.
Presente tritume fossile.

- TD Provino taglio diretto
TX Provino compressione triassiale
ED Provino compressione edometrica
ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusatarì

Michele Fusatarì

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Murolo

Angelo Murolo

57977

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA (Norma BS 1377: Part 2: 1990)

geolab[®] srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50

Data inizio prova	27/04/04
Data fine prova	28/04/04

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso contenitore	g	5,93	5,46	5,61
Peso contenitore + campione umido	g	80,81	51,77	53,63
Peso contenitore + campione secco	g	66,21	40,18	42,18
Contenuto naturale d'acqua	%	24,22	33,38	31,31

Contenuto naturale d'acqua	%	29,64	media dei valori
----------------------------	---	-------	------------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusatani
Michele Fusatani

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milione
Angelo Milione

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME MEDIANTE MISURE DI LUNGHEZZE

(Norma BS: 1377-Par. 2: 1990)

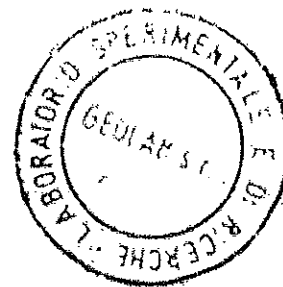
geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Balata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50

Data inizio prova	22/04/04
Data fine prova	27/04/04

		Provino 1	Provino 2
Peso fustella	g	60,38	58,17
Altezza fustella	mm	19,19	18,91
Diametro fustella	mm	50,14	50,26
Peso fustella + campione umido	g	134,62	128,43
Peso fustella + campione secco	g	118,92	116,00



Peso di volume	g/cm^3	1,96	1,87
Peso di volume secco	g/cm^3	1,54	1,54
Contenuto d'acqua	%	26,82	21,49

RISULTATI

Peso di volume	g/cm^3	1,92	media dei valori
Peso di volume secco	g/cm^3	1,54	media dei valori
Contenuto d'acqua	%	24,16	media dei valori

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fuscalari
Michele Fuscalari

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Morone
Angelo Morone

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma CNR-UNI 10013)geolab srl
www.geolabsrl.it

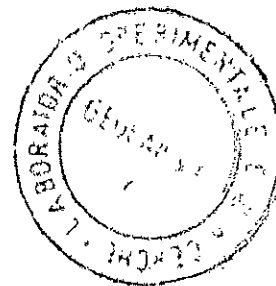
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Balata

Sigla campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50

Data inizio prova	27/04/04
Data fine prova	29/04/04

		Prova n° 1	Prova n° 2
Peso picnometro	g	216,92	206,70
Peso picnometro + terra secca	g	321,31	316,07
Peso picnometro + terra + acqua	g	879,22	870,85
Peso picnometro + acqua	g	813,82	802,28
Temperatura acqua distillata	°C	18	18
Peso specifico terra a T (°C)	g/cm ³	2,677	2,681
Peso specifico acqua a T (°C)	g/cm ³	0,9986	0,9986
Peso specifico terra a 20 °C	g/cm ³	2,678	2,682
Deviazione standard (< 0,021)		0,002	

Peso specifico	g/cm ³	2,68
		valore medio



Lo sperimentatore
Dott. Michela Rusateri
Michela Rusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milione
Angelo Milione

57977

ANALISI GRANULOMETRICA

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

geolab[®]
 Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulla roccia
 www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Balata

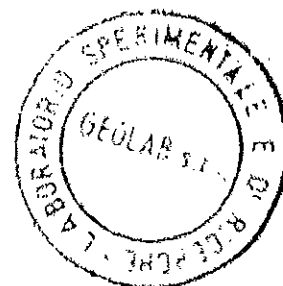
Sigla campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50

Data inizio prova	27/04/04
Data fine prova	29/04/04

Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	257,44
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	%	%	%
3"	75	—	—	—
2"	50	—	—	—
1,5"	37,5	—	—	—
1"	25	—	—	—
3/4"	19	—	—	—
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0
n°4	4,75	0,5	0,5	99,5
n°10	2	0,5	0,9	99,1
n°18	1	1,4	2,4	97,6
n°40	0,425	6,3	8,6	91,4
n°60	0,25	14,9	23,5	76,5
n°100	0,15	24,8	48,3	51,7
n°200	0,075	18,3	66,6	33,4



Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Peso specifico campione	g/cm ³	2,68
Peso campione disperso	g	40,0
Temperatura minima di prova	°C	19
Temperatura massima di prova	°C	22

Lo sperimentatore

Dott. Michele Pissardi

 Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulona

57977.

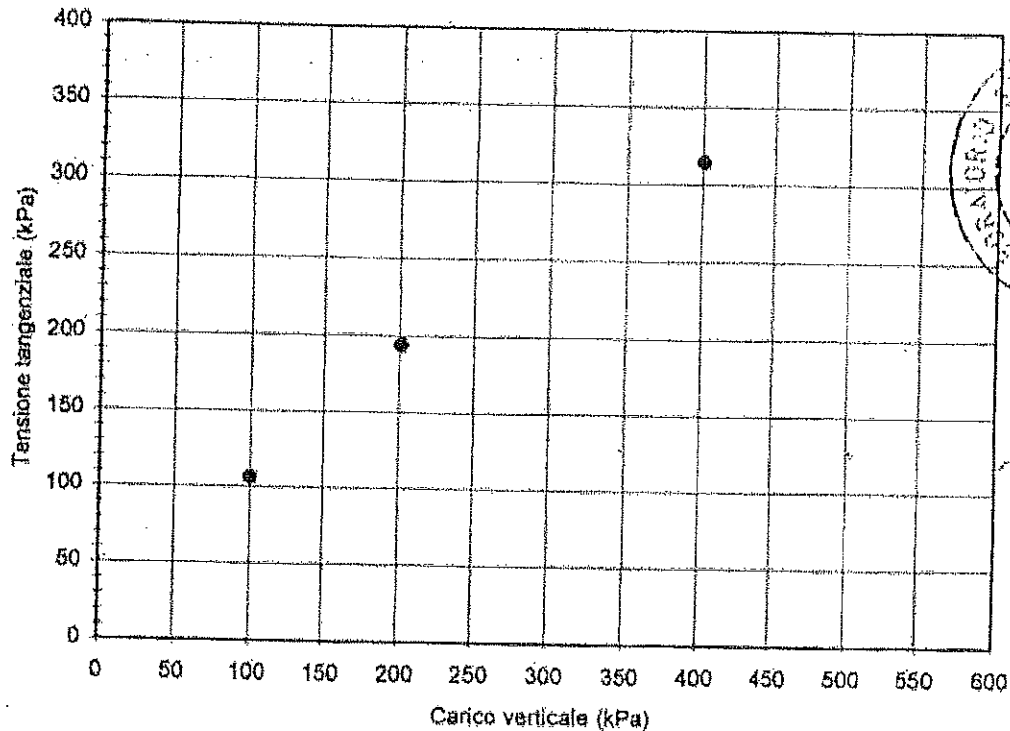
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA (Norma BS 1377:part 7:1990)

geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504	Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
Prova richiesta da	Dott. Giuseppe Baiata	

Sigla campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50

Data inizio prova	27/04/04
Data fine prova	28/04/04




Caratteristiche fisico-geometriche dei provini		Provino A		Provino B		Provino C		Provino D	
		Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Diametro	mm	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	---	---
Volume	mm ³	1335,6	1317	1371,7	1268,6	1344,1	1247,6	---	---
Umidità	%	19,72	22,07	36,59	30,46	34,11	30,93	---	---
Peso di volume	g/cm ³	2,01	2,01	1,84	1,89	1,83	1,88	---	---
Peso di volume secco	g/cm ³	1,88	1,85	1,35	1,45	1,36	1,44	---	---
Indice dei vuoti		0,596	0,629	0,986	0,845	0,964	0,863	---	---
Grado di saturazione	%	88,7	94,1	99,4	96,6	94,9	96,1	---	---

Fase di consolidazione		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	201	401	---
Durata di applicazione del carico	min	381	302	302	---
Deformazione verticale	mm	0,285	0,574	1,153	---
Fase di taglio					
Carico verticale	kPa	100	201	401	---
Velocità di deformazione	mm/min	0,0094	0,0092	0,0095	---
Spostamento orizzontale a rottura	mm/min	3,24	2,60	5,62	---
Tensione tangenziale a rottura	kPa	106,6	194,4	314,3	---

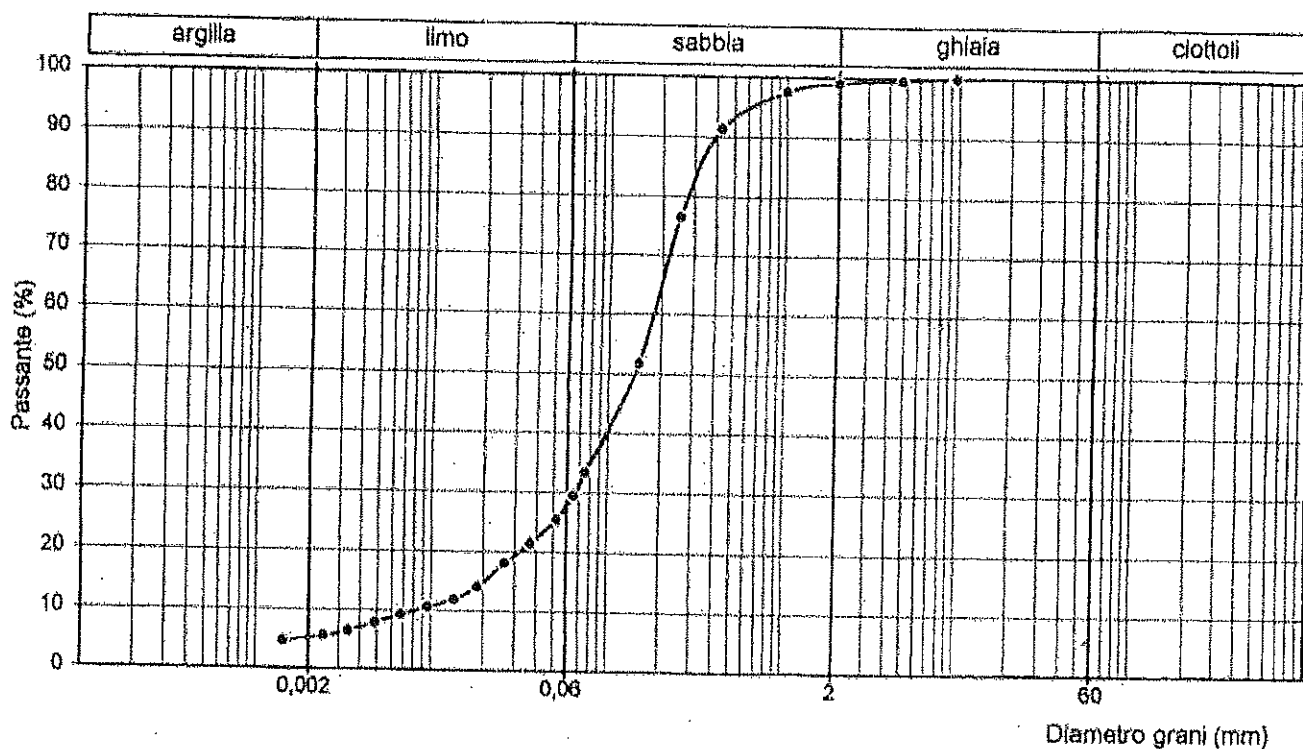
Pagina 1/3

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone



Sigla campione	SA Laboratorio geotecnico
Profondità (m)	14,00-14,50



Argilla	%	5,2
Limo	%	22,6
Sabbia	%	71,3
Ghiaia	%	0,9
Ciottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,0081
D ₃₀	mm	0,0664
D ₆₀	mm	0,1779

Coefficiente di uniformità	21,93
Coefficiente di curvatura	3,05

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pysateri
Michele Pysateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulino

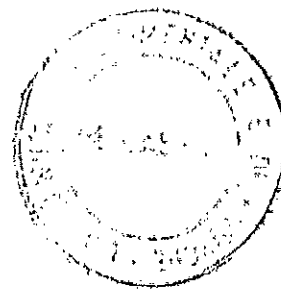
Classificazione A.G.I.	SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA
------------------------	------------------------------------

57977

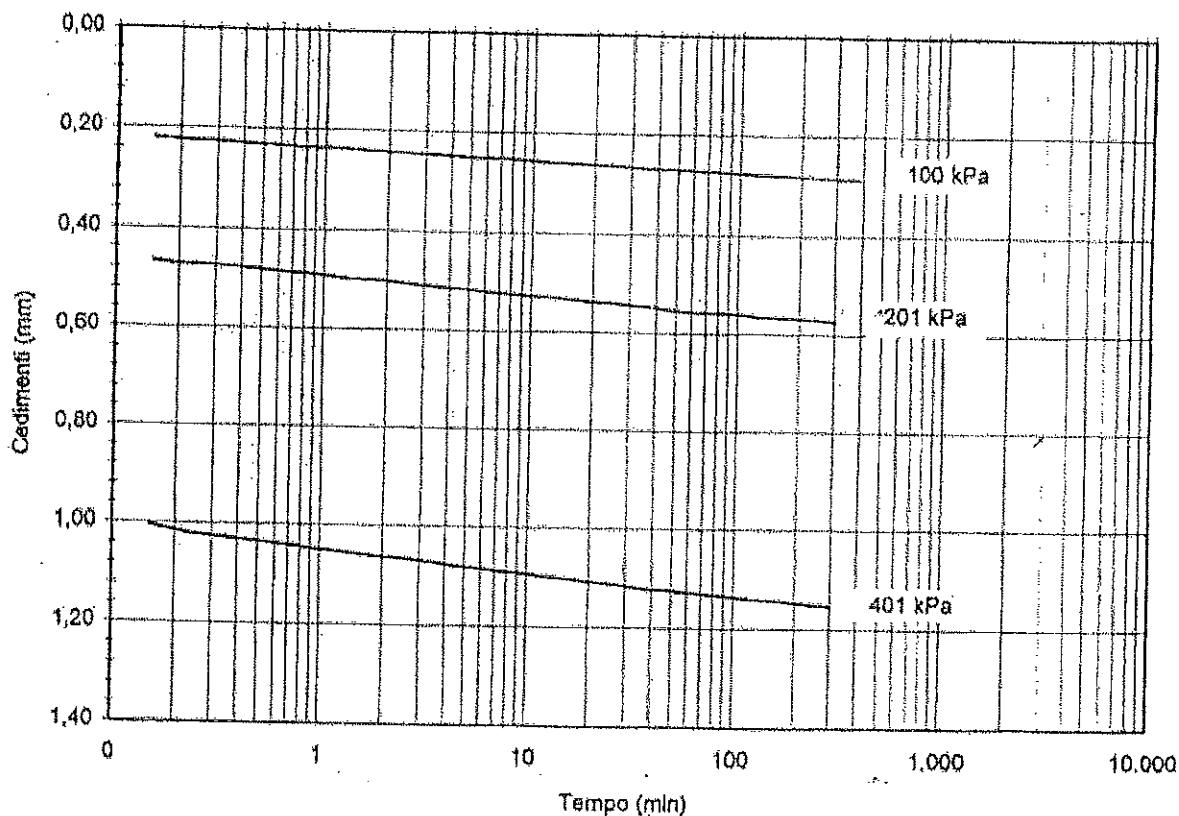
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

Campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Fase di consolidazione



		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	201	401	—
Durata di applicazione del carico	min	381	302	302	—
Altezza iniziale	mm	22,26	22,87	22,42	—
Deformazione verticale	mm	0,285	0,574	1,153	—
Inizio consolidazione primaria	mm	0,114	0,230	0,461	—
Fine consolidazione primaria	mm	0,266	0,554	1,116	—

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Garlo

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulder

Campione	S4
Profondità (m)	14,00-14,50

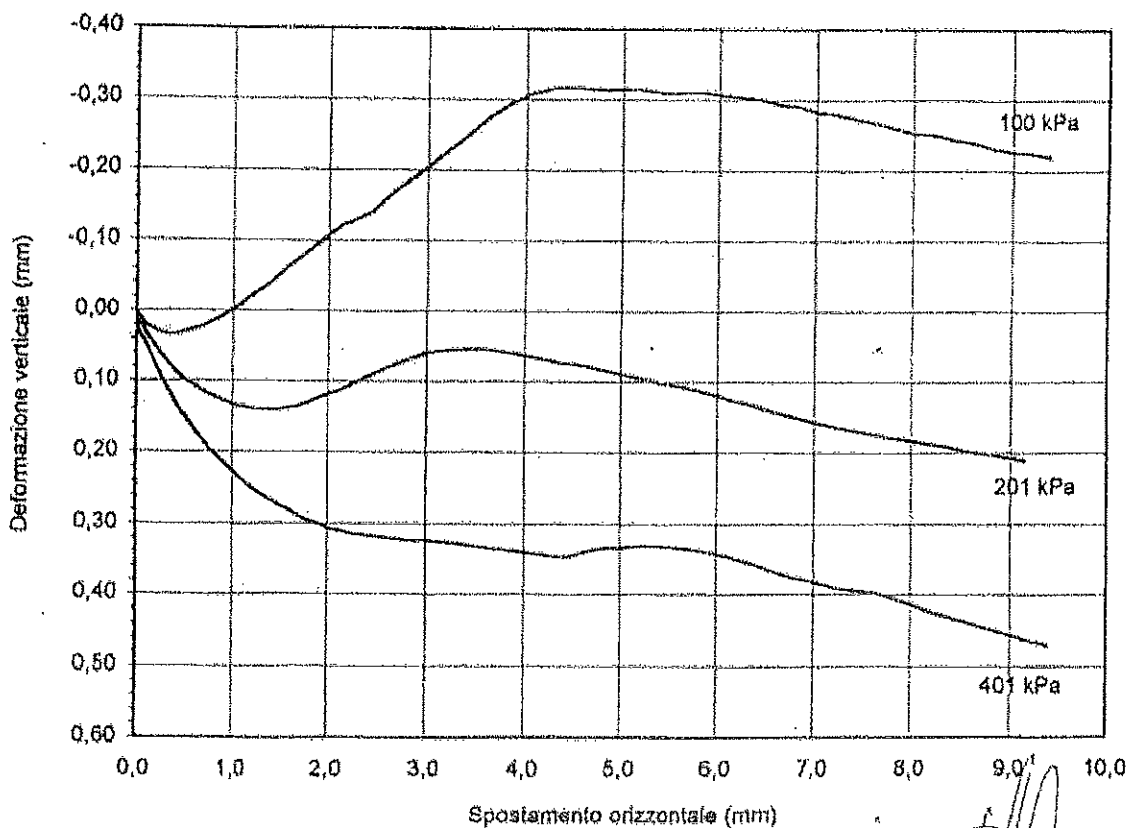
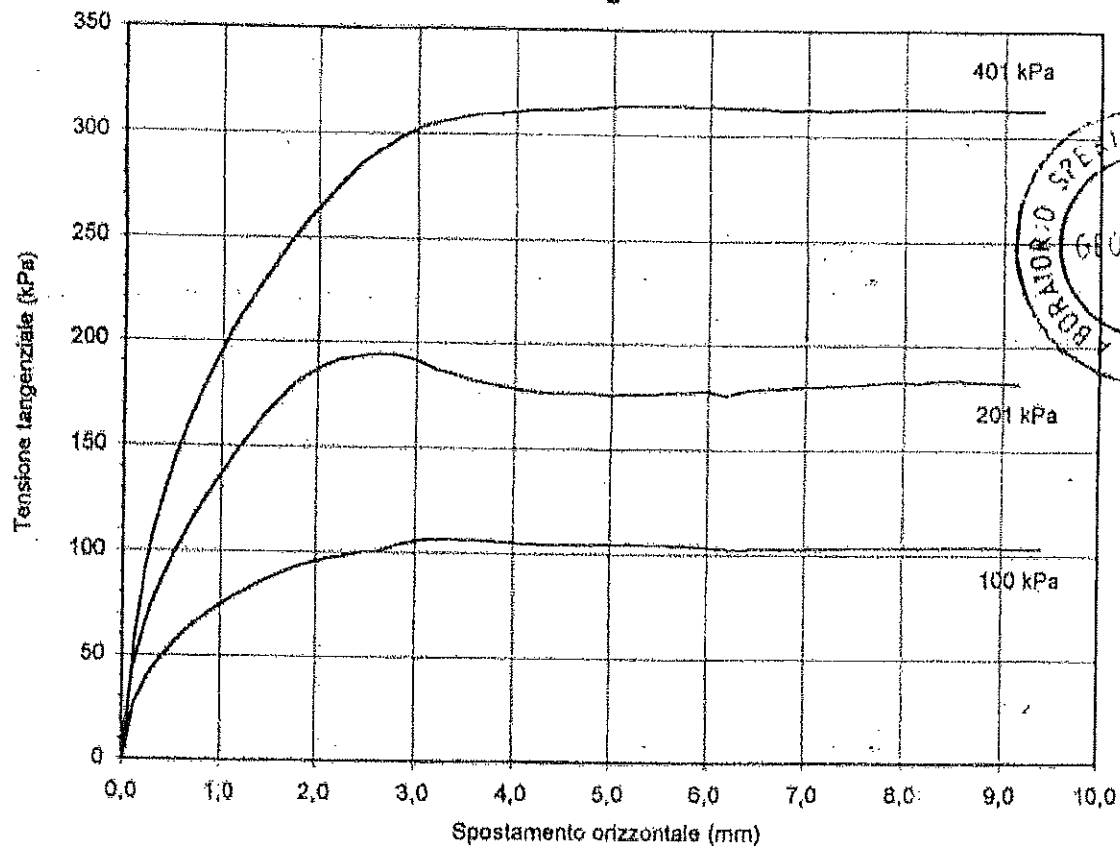
57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab^{*}
srl
www.geolabsrl.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Fase di taglio



Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Pagina 3/3

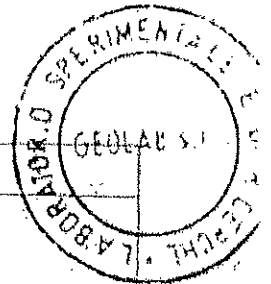
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milone

57977

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

(Norma BS 1377: Part 2: 1990)

geolab
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
www.geolabsrl.it



Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

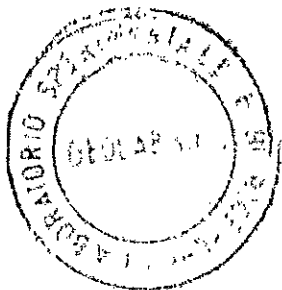
Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	05/04/04

		Provlno 1	Provlno 2	Provlno 3
Peso contenitore	g	5,95	5,62	5,93
Peso contenitore + campione umido	g	45,96	58,14	54,69
Peso contenitore + campione secco	g	41,11	51,50	48,60
Contenuto naturale d'acqua	%	13,79	14,47	14,27

Contenuto naturale d'acqua	%	14,18	media dei valori
----------------------------	---	-------	------------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pysator
Michele Pysator

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mufone
Angelo Mufone



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab[®]
srl
www.geolabsrl.it

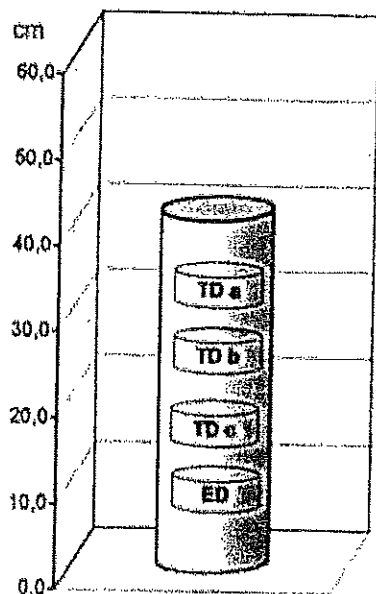
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S6
Profondità (m)	2,80-3,00

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	02/04/43

Contenitore	fustella metallica		Chiusura contenitore	nastro adesivo e paraffina		
Forma campione	cilindrica		Altezza (cm)	41,0	Diametro (cm)	8,0
Condizioni campione	assenti palesi segni di disturbo					
Reazione all'HCl	forte					
Pocket Penetrometer (kPa)						Media

DESCRIZIONE MACROSCOPICA



Sabbia limosa colore Munsell 2,5Y 8/4 "giallastro chiaro",
umida, addensata.
Struttura omogenea.
Presente tritume fossile.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pissardi
Michele Pissardi

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Argeo Mulino
Argeo Mulino

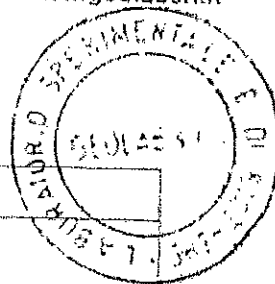
TD Provino taglio diretto
TX Provino compressione triassiale
ED Provino compressione edometrica
ELL Provino compressione espansione laterale libera

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME MEDIANTE MISURE DI LUNGHEZZE

(Norma BS:1377, Part 2: 1990)

geolab[®] srl
www.geolabsrl.it



Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	05/04/04

		Provino 1	Provino 2
Peso fustella	g	60,38	58,17
Altezza fustella	mm	19,19	18,91
Diametro fustella	mm	50,14	50,26
Peso fustella + campione umido	g	111,95	117,07
Peso fustella + campione secco	g	105,16	108,80

Peso di volume	g/cm ³	1,36	1,67
Peso di volume secco	g/cm ³	1,18	1,35
Contenuto d'acqua	%	15,16	16,33

RISULTATI

Peso di volume	g/cm ³	1,47	media dei valori
Peso di volume secco	g/cm ³	1,27	media dei valori
Contenuto d'acqua	%	15,75	media dei valori

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milona

Angelo Milona

57977

ANALISI GRANULOMETRICA

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

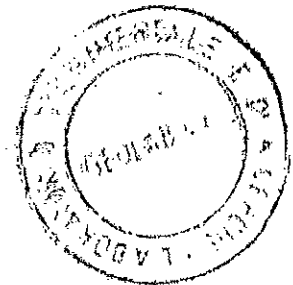
Sigla campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	16/04/04

Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	266,08
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	%	%	%
3"	75	—	—	—
2"	50	—	—	—
1,5"	37,5	—	—	—
1"	25	—	—	—
3/4"	19	—	—	—
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0
n°4	4,75	0,1	0,1	99,9
n°10	2	2,7	2,8	97,2
n°18	1	3,0	5,8	94,2
n°40	0,425	8,0	13,8	86,2
n°60	0,25	15,5	29,3	70,7
n°100	0,15	23,6	52,9	47,1
n°200	0,075	19,2	72,1	27,9



Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Peso specifico campione	g/cm ³	2,71
Peso campione disperso	g	40,0
Temperatura minima di prova	°C	17
Temperatura massima di prova	°C	18

Lo sperimentatore

Dott. Michele Pusateri

 Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

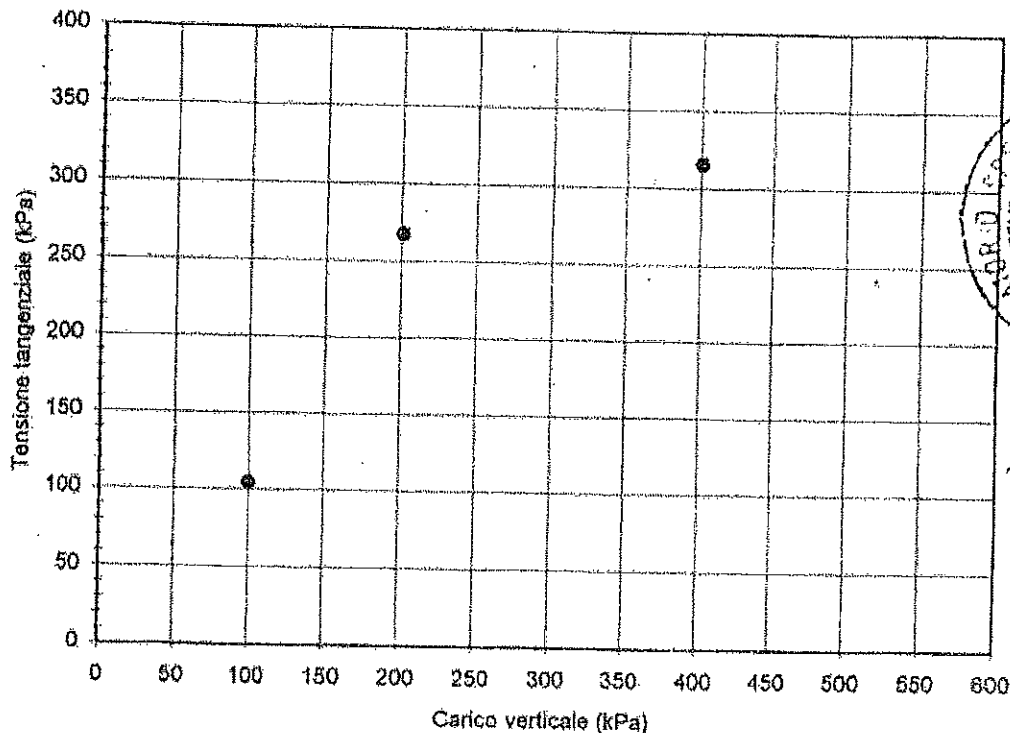
57977 (Norma BS 1377:part 7:1990)

geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504	Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
Prova richiesta da	Dott. Giuseppe Baiata	

Sigla campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

Data inizio prova	29/04/04
Data fine prova	30/04/04



Caratteristiche fisico-geometriche dei provini		Provino A		Provino B		Provino C		Provino D	
		Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Diametro	mm	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	-----	-----
Volume	mm ³	1329,6	1182	1351,2	1258,8	1350,1	1159,4	-----	-----
Umidità	%	15,51	45,67	14,81	40,00	14,66	36,96	-----	-----
Peso di volume	g/cm ³	1,16	1,81	1,26	1,62	1,26	1,71	-----	-----
Peso di volume secco	g/cm ³	1,00	1,10	1,10	1,15	1,10	1,25	-----	-----
Indice dei vuoti		1,693	1,446	1,465	1,340	1,454	1,157	-----	-----
Grado di saturazione	%	24,7	85,3	27,3	80,6	27,2	88,2	-----	-----

Fase di consolidazione		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	201	401	-----
Durata di applicazione del carico	min	302	302	302	-----
Deformazione verticale	mm	0,171	0,132	0,352	-----
Fase di taglio					
Carico verticale	kPa	100	201	401	-----
Velocità di deformazione	mm/min	0,0093	0,0092	0,0095	-----
Spostamento orizzontale a rottura	mm/min	5,82	2,13	1,61	-----
Tensione tangenziale a rottura	kPa	105,1	287,5	315,6	-----

La sperimentatore
Dott. Alberto Genia

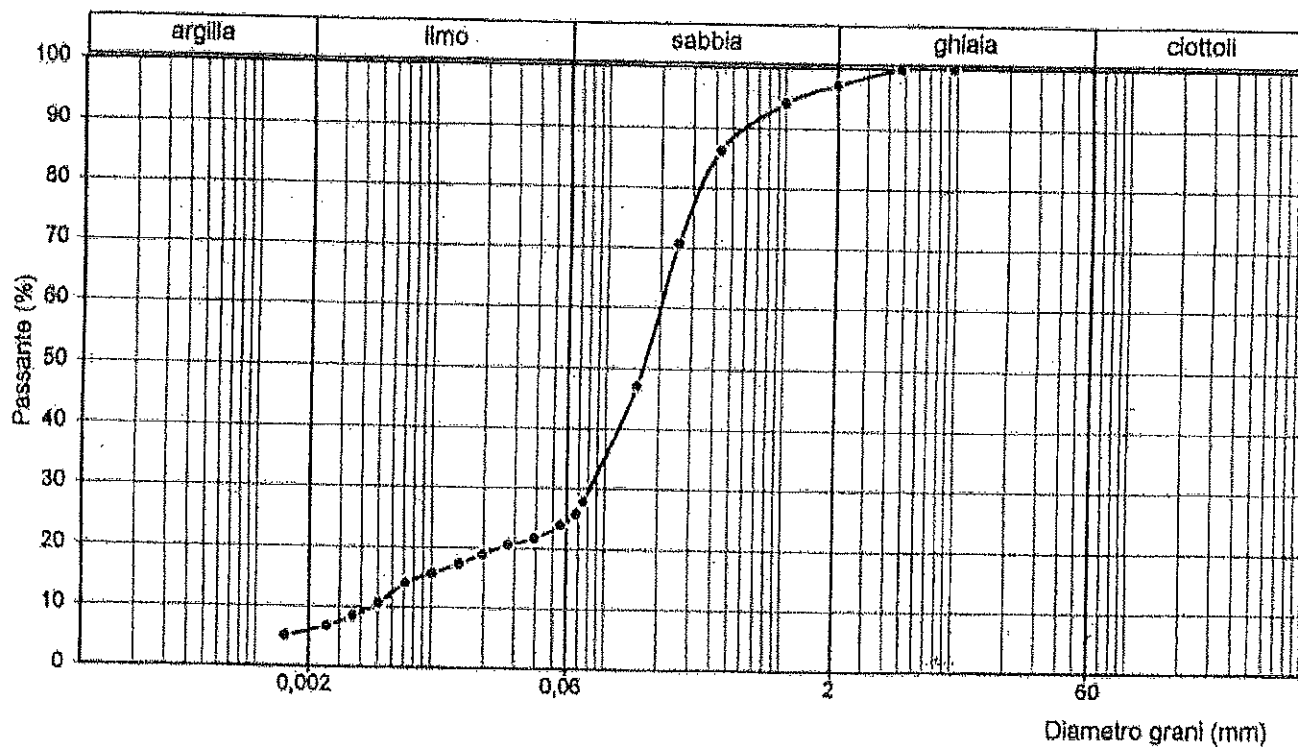
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Rufone

57977

Sigla campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it



Frazioni granulometriche

Argilla	%	6,0
Limo	%	18,7
Sabbia	%	72,6
Ghiaia	%	2,8
Ciottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,0045
D ₃₀	mm	0,0810
D ₆₀	mm	0,1983

Coefficiente di uniformità	43,75
Coefficiente di curvatura	7,30

Lo sperimentatore

Dott. Michele Pusateri

Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Angelo Mulone

Angelo Mulone

Classificazione A.G.I.	SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA
------------------------	------------------------------------

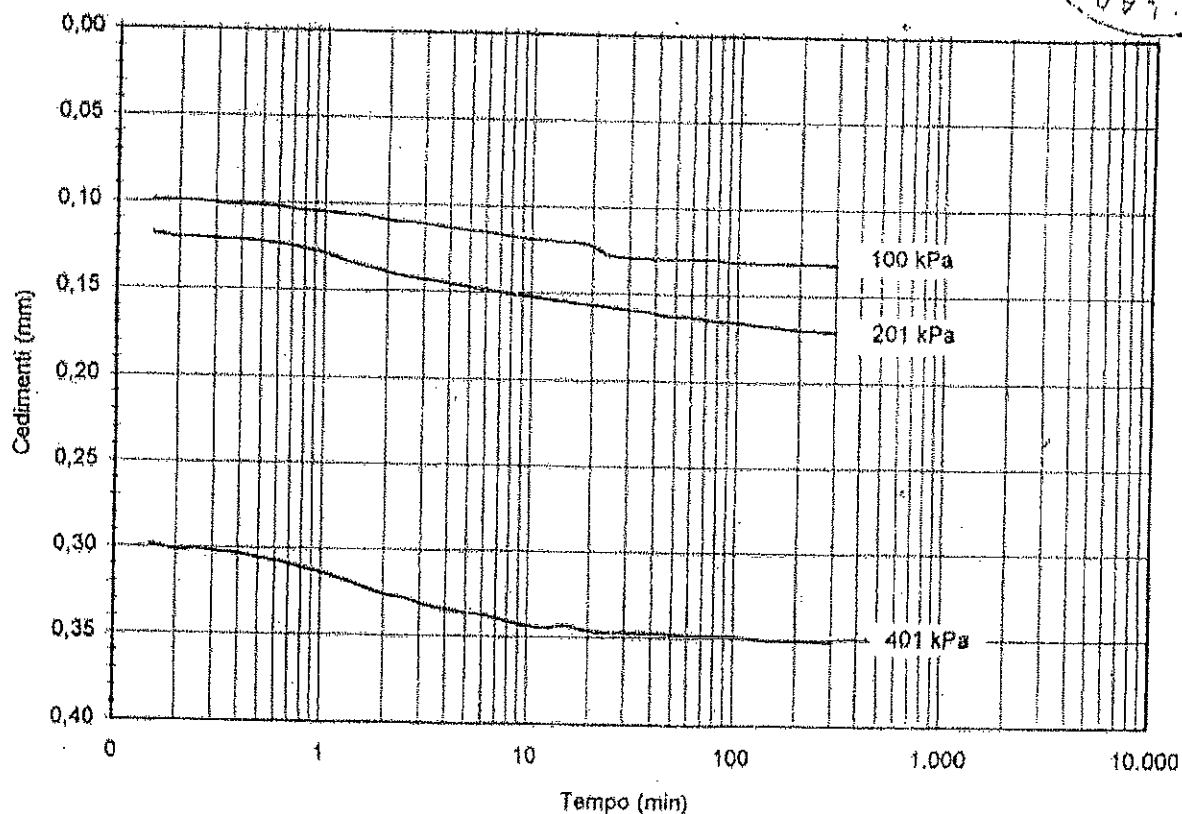
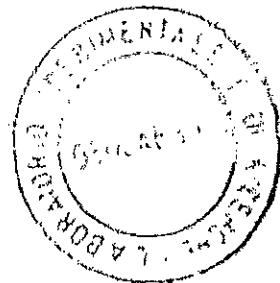
57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

Campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
Fase di consolidazione



		Provino A	Provino B	Provino C	Provino D
Carico verticale	kPa	100	201	401	—
Durata di applicazione del carico	min	302	302	302	—
Altezza iniziale	mm	22,16	22,52	22,52	—
Deformazione verticale	mm	0,171	0,132	0,352	—
Inizio consolidazione primaria	mm	0,068	0,053	0,141	—
Fine consolidazione primaria	mm	0,150	0,130	0,342	—

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

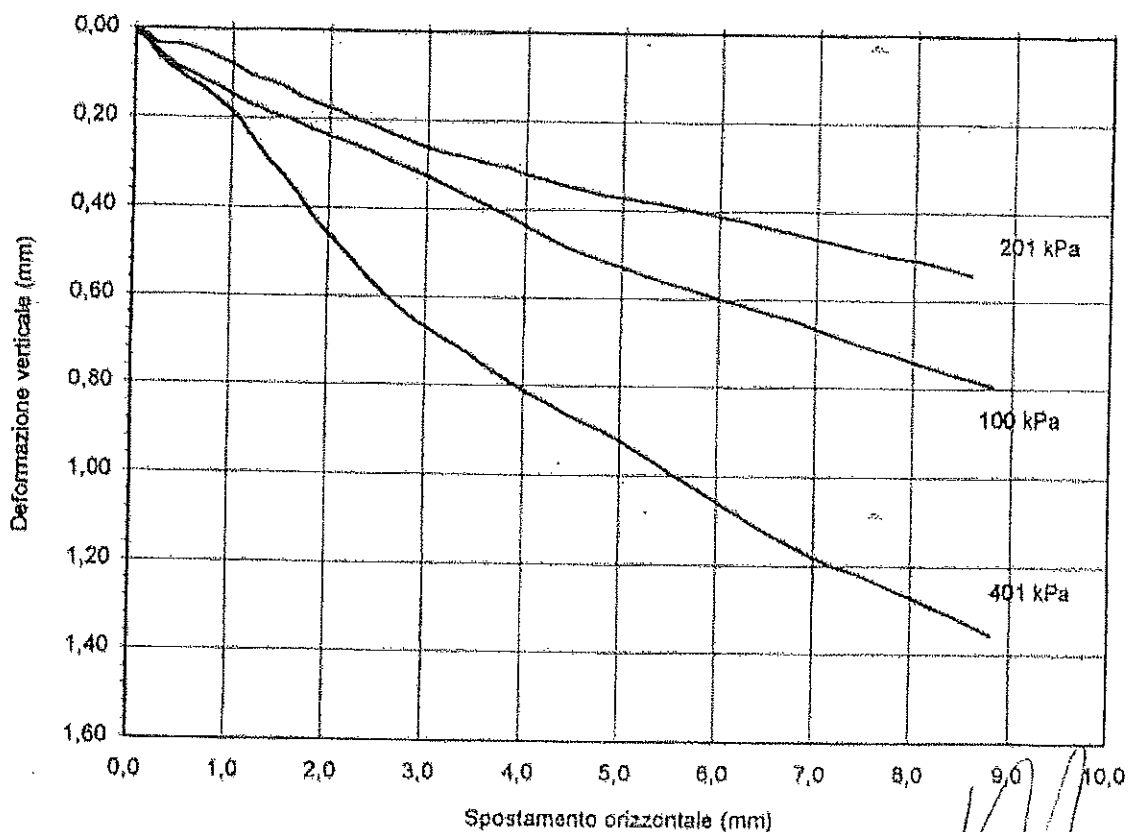
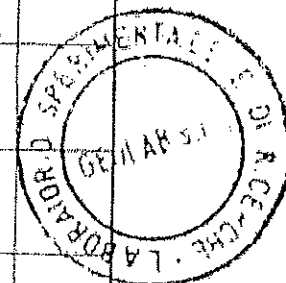
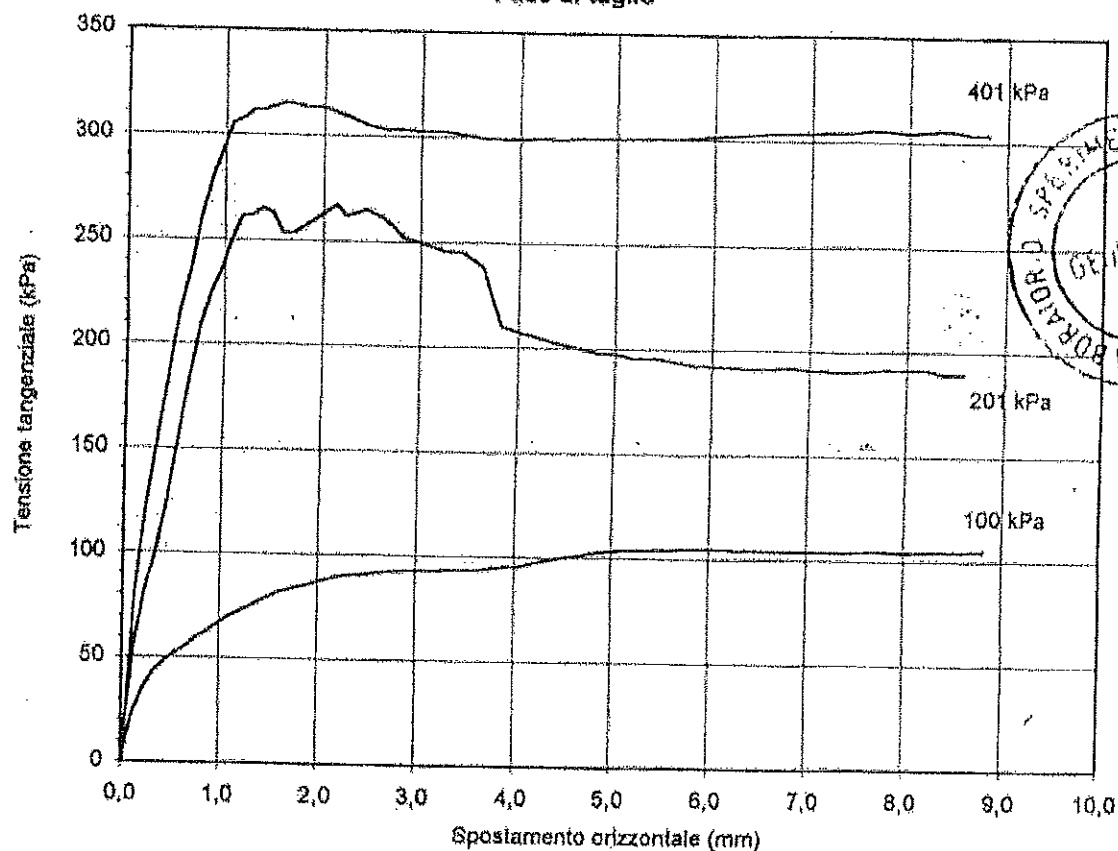
57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulla rocce

geolab² srl
www.geolabsrl.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Fase di taglio



L'ispezionatore

Dott. Alberto Genio

Pagina 3/3

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulino

57977

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(Norma BS:1377:Part 5:1990)

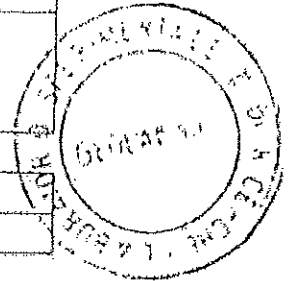
Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Dott. Giuseppe Balata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	2,80-3,00

Data inizio prova	02/04/04
Data fine prova	16/04/04



Caratteristiche provino

		Iniziali	Finali
Diametro	mm	50,39	50,39
Area	mm ²	1,994	1,994
Altezza	mm	19,95	16,26
Volume	mm ³	39,785	32,426
Umidità	%	14,94	27,31
Peso specifico	g/cm ³	2,71	2,71
Peso di volume	g/cm ³	1,36	1,98
Peso di vol. secco	g/cm ³	1,19	1,56
Indice dei vuoti		1,282	0,740
Grado di saturazione	%	31,58	100

geolab srl
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

geolab s.r.l.
Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Risultati della prova

Carico verticale (kPa)	Cedimenti δh (mm)	Cedimenti corretti $\delta h'$ (mm)	Cedimenti ϵ (%)	Indice dei vuoti e	Modulo edometrico (kPa)	Coeff. consolid. (cm ² /sec)	Coeff. perm. (cm/sec)
12	0,05	0,04	0,22	1,277	2,756		
25	0,20	0,19	0,96	1,260	1,756		
50	0,42	0,40	2,00	1,237	2,410		
100	0,62	0,61	3,04	1,213	4,803		
200	0,80	0,78	3,90	1,193	11,568		
400	1,03	1,01	5,05	1,167	17,444		
800	1,49	1,46	7,34	1,115	17,478		
1.600	2,65	2,62	13,13	0,983	13,805		
3.200	4,00	3,96	19,86	0,829	23,783		
800	3,93	3,81	19,58	0,835			
200	3,86	3,83	19,22	0,844			
12	3,79	3,77	18,91	0,851			

Indice di ricomprensione C_r	0,075
Indice di compressione C_c	0,510
Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	754

Note: I valori di δh , ϵ ed i corrispondenti valori dell'Indice dei vuoti sono riferiti al termine della fase di consolidazione primaria.
Il valore dei cedimenti alla fine di ogni gradino di carico è stato depurato dall'aliquota derivante dalla deformazione dell'apparecchiatura, previa taratura della stessa.

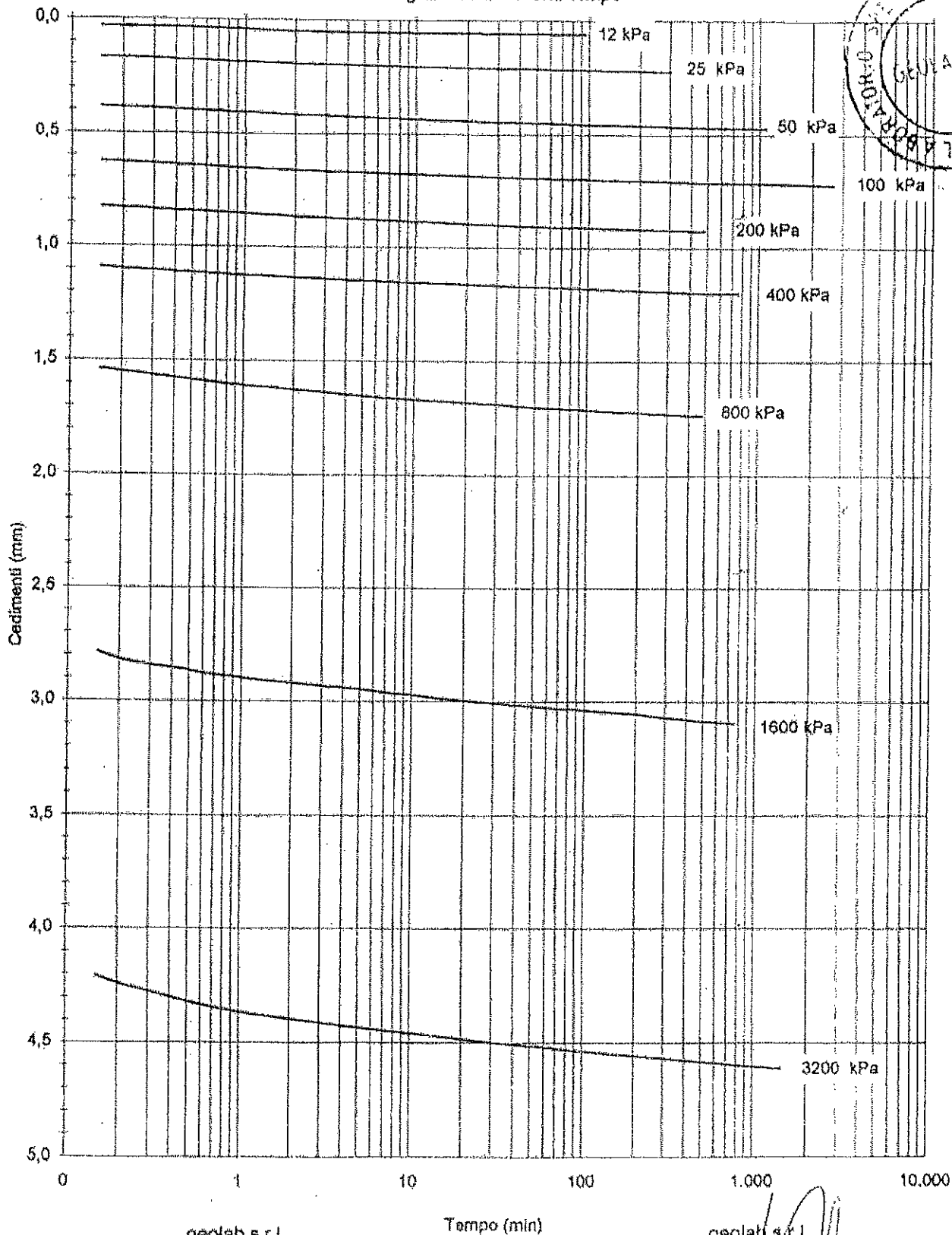
Campione S5

57977

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA
Diagramma cedimenti-tempo



geolab s.r.l.
Lo sperimentatore
Dott. Alberto Gerlo

Tempo (min)

geolab s.r.l.
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulora

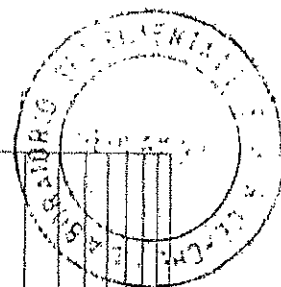
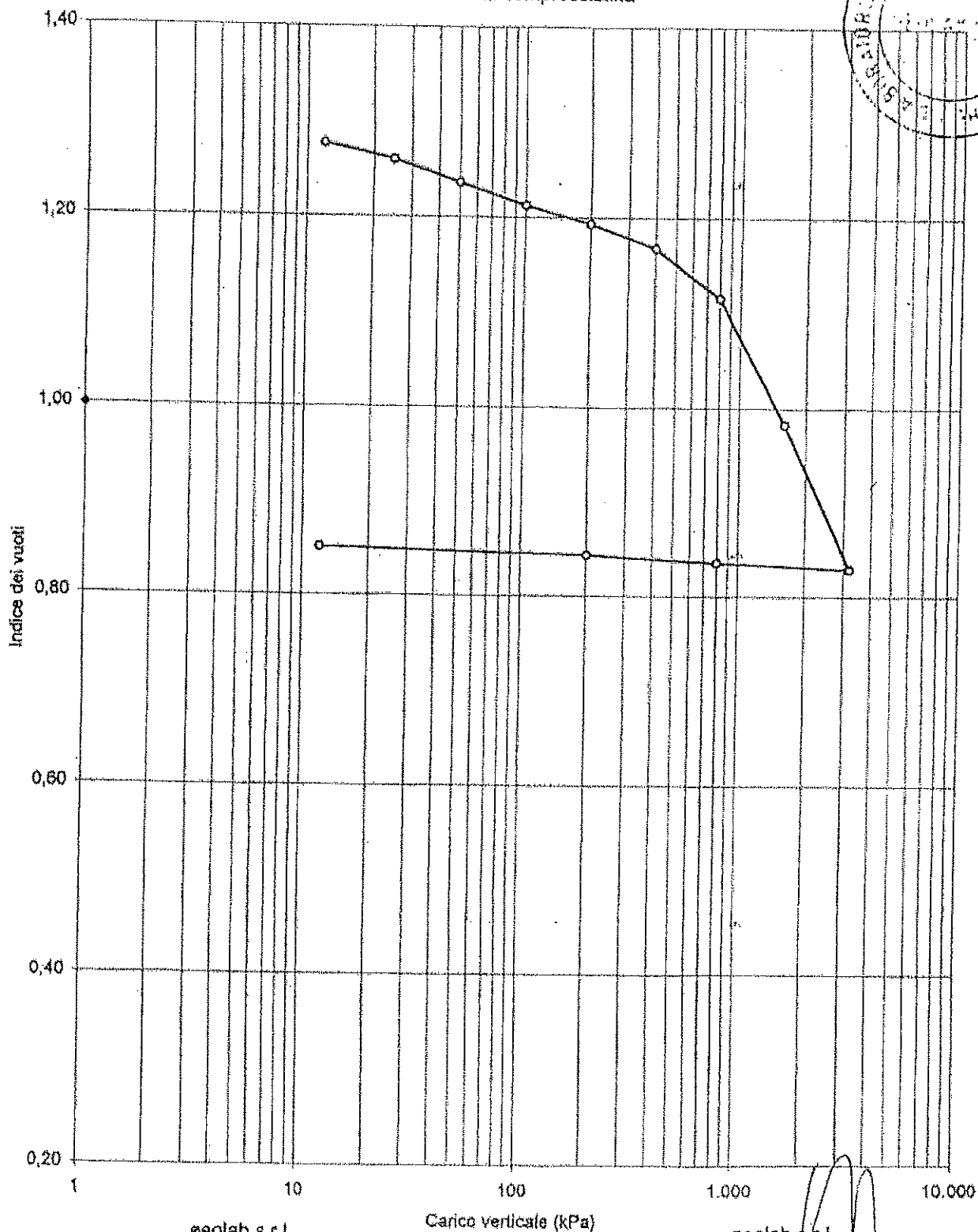
57977

Campione S5

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA
Curva di compressibilità



geolab s.r.l.

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

geolab s.r.l.

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

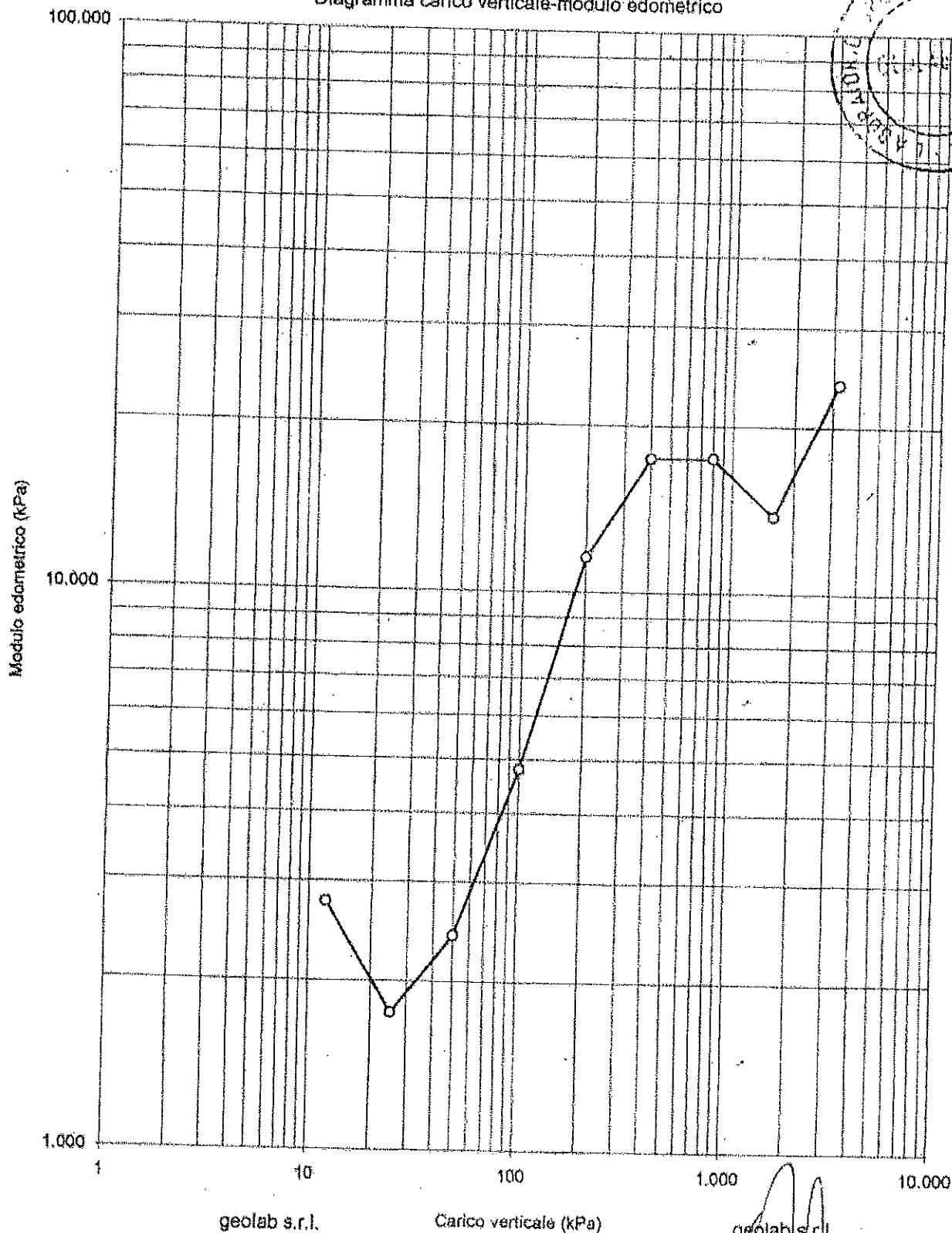
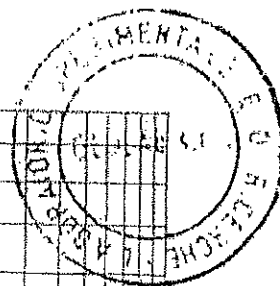
Campione S5

57277

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab[®] srl
www.geolabsrl.it

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA
Diagramma carico verticale-modulo edometrico



geolab s.r.l.

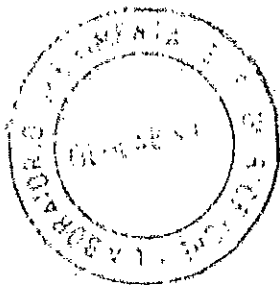
L'operimentatore
Dott. Alberto Genio

Carico verticale (kPa)

pàg. 4/4

geolab s.r.l.

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mufone



57977

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce

geolab srl
www.geolabsrl.it

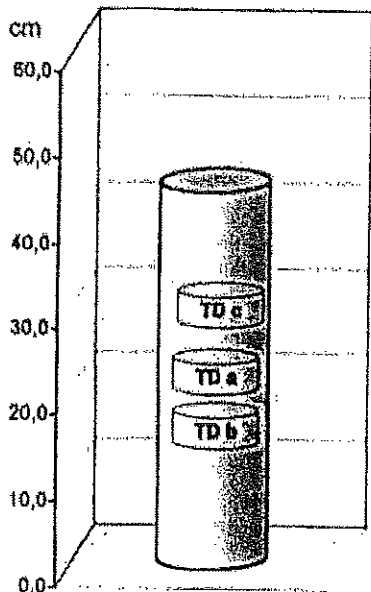
Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	10,50-11,00

Data consegna al laboratorio	30/03/04
Data estrazione campione	26/04/04

Contenitore	fustella metallica	Chiusura contenitore	nastro adesivo e paraffina				
Forma campione	cilindrica	Altezza (cm)	44,0	Diametro (cm)	8,0		
Condizioni campione	assenti palesi segni di disturbo						
Reazione all'HCl	discreta						
Pocket Penetrometer (kPa)						Media	

DESCRIZIONE MACROSCOPICA



Sabbia limosa colore Munsell 2,5Y 8/4 "giallastro chiaro",
umida, addensata.
Struttura omogenea.
Presente tritume fossile.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusari

Michele Fusari

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Malone

Angelo Malone

TD Provino taglio diretto
TX Provino compressione triassiale
ED Provino compressione edometrica
ELL Provino compressione espansione laterale libera

57977

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Laboratorio geotecnico per prove sui terreni e sulle rocce
(Norma BS 1377: Part 2:1990)

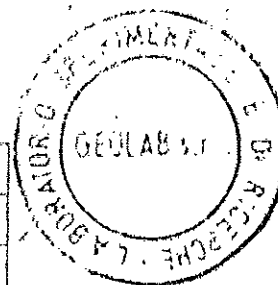
geolab srl
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Balata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	10,50-11,00

Data inizio prova	28/04/04
Data fine prova	30/04/04

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso contenitore	g	6,10	6,10	6,09
Peso contenitore + campione umido	g	71,88	65,14	89,53
Peso contenitore + campione secco	g	56,67	50,19	68,20
Contenuto naturale d'acqua	%	30,08	33,91	34,34



Contenuto naturale d'acqua	%	32,78	media dei valori
----------------------------	---	-------	------------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusatori
Michele Pusatori

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulena
Angelo Mulena

57977

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME MEDIANTE MISURE DI LUNGHEZZE

(Norma BS:1377:Part 2:1990)

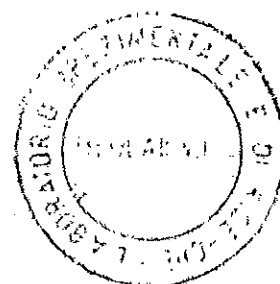
geolab
www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	10,50-11,00

Data inizio prova	26/04/04
Data fine prova	28/04/04

		Provino 1	Provino 2
Peso fustella	g	60,38	58,17
Altezza fustella	mm	19,19	18,91
Diametro fustella	mm	50,14	50,26
Peso fustella + campione umido	g	132,46	130,09
Peso fustella + campione secco	g	114,22	116,00



Peso di volume	g/cm ³	1,90	1,92
Peso di volume secco	g/cm ³	1,42	1,54
Contenuto d'acqua	%	33,88	24,36

RISULTATI

Peso di volume	g/cm ³	1,91	media dei valori
Peso di volume secco	g/cm ³	1,48	media dei valori
Contenuto d'acqua	%	29,12	media dei valori

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pasateri
Michele Pasateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Murolo
Angelo Murolo

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	10,50-11,00

Data inizio prova	26/04/04
Data fine prova	04/05/04

		Prova n° 1	Prova n° 2
Peso picnometro	g	216,88	215,46
Peso picnometro + terra secca	g	327,30	324,18
Peso picnometro + terra + acqua	g	882,95	877,39
Peso picnometro + acqua	g	814,07	809,98
Temperatura acqua distillata	°C	19	19
Peso specifico terra a T (°C)	g/cm ³	2,658	2,632
Peso specifico acqua a T (°C)	g/cm ³	0,9984	0,9984
Peso specifico terra a 20 °C	g/cm ³	2,659	2,632
Deviazione standard (< 0,021)		0,019	

Peso specifico	g/cm ³	2,65
		valore medio

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusateri
Michele Fusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

57977

ANALISI GRANULOMETRICA

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

geolab^{srl}
 www.geolabsrl.it

Numero di protocollo	38504
Prova richiesta da	Geologo Dott. Giuseppe Baiata

Sigla campione	S5
Profondità (m)	10,50-11,00

Data inizio prova	26/04/04
Data fine prova	04/05/04

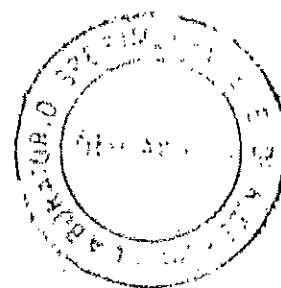
Analisi per setacciatura ad umido

Peso campione secco iniziale	g	259,78
------------------------------	---	--------

Setacci		Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	%	%	%
3"	75	_____	_____	_____
2"	50	_____	_____	_____
1,5"	37,5	_____	_____	_____
1"	25	_____	_____	_____
3/4"	19	_____	_____	_____
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0
n°4	4,75	0,1	0,1	99,9
n°10	2	0,2	0,3	99,7
n°18	1	1,2	1,5	98,5
n°40	0,425	3,6	5,2	94,8
n°60	0,25	6,7	11,9	88,1
n°100	0,15	18,3	30,2	69,8
n°200	0,075	27,7	57,9	42,1

Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Peso specifico campione	g/cm ³	2,65
Peso campione disperso	g	40,0
Temperatura minima di prova	°C	18
Temperatura massima di prova	°C	20

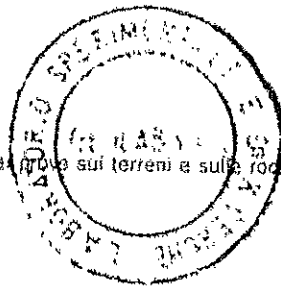

 Lo sperimentatore
 Dott. Michele Pusateri

Michele Pusateri

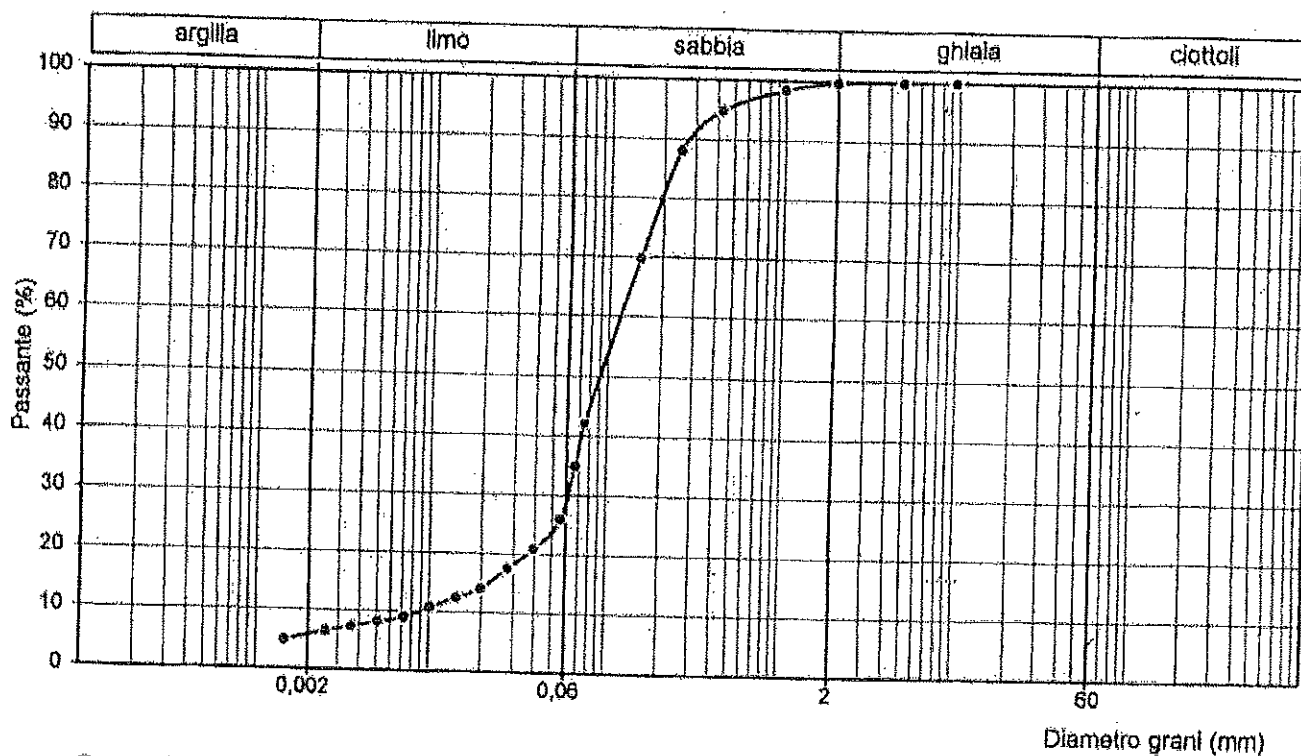
 Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulone

57977

Sigla campione	S5
Profondità (m)	10,50-11,00



geolab srl
www.geolabsrl.it



Frazioni granulometriche

Argilla	%	5,6
Limo	%	23,5
Sabbia	%	70,6
Ghiaia	%	0,3
Ciottoli	%	0,0

D ₁₀	mm	0,0087
D ₃₀	mm	0,0604
D ₆₀	mm	0,1174

Coefficiente di uniformità	13,48
Coefficiente di curvatura	3,57

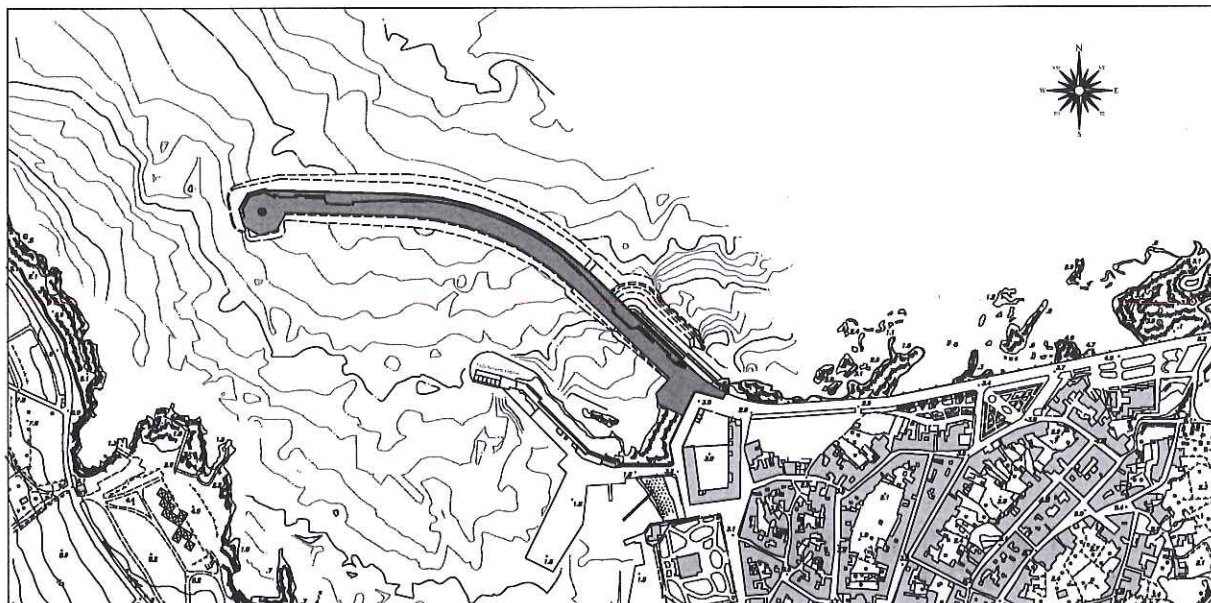
Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusatori
Michele Pusatori

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone
Angelo Mulone

Classificazione A.G.I.	SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA
------------------------	------------------------------------

COMUNE DI FAVIGNANA

PROVINCIA DI TRAPANI



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI FAVIGNANA

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATIVA

Progettisti:

Ing. Pietro Vella

RUP

Arch. Salvatore Guastella

20 LUG 2017

N° elaborato:

B4.1

Consulente:

dott Giuseppe Baiata

Scala:

Marzo 2017	2	TAVOLA INTEGRATIVA
Giugno 2016	1	REVISIONE
Giugno 2012	0	EMISSIONE
Data	Rev.	DESCRIZIONE

1- PREMESSA

Il Comune di Favignana con nota prot. n.10661 del 20.07.2016 ha richiesto alla Commissione Regionale LL.PP il parere tecnico sul progetto definitivo dei lavori di messa in sicurezza del Porto.

Nel verbale della pre-conferenza tenutasi in data 08 Febbraio 2017 è stata richiesta un'integrazione dello studio geologico tecnico allegato agli elaborati progettuali, riguardante:

“relativamente alla caratterizzazione geotecnica della zona interessata dalle opere (modellazione geotecnica del sito), una maggiore precisione nella definizione dei valori dei parametri delle caratteristiche geotecniche del sito, in quanto i valori riportati in relazione presentano range troppo ampio che non permette l'effettiva caratterizzazione del substrato di sedime del molo. Inoltre ritiene che, i sondaggi geognostici e sismici (Masw) allegati al progetto, pur ricadendo nel medesimo litotipo, siano troppo distanti dall'area di imposta dell'opera e quindi sarebbe opportuno, in funzione del tipo di opera e dell'entità dell'intervento, programmare e realizzare specifiche, puntuali e complete indagini geologiche e geotecniche in sito e di laboratorio, che devono esaurientemente permettere la definizione del modello geologico e geotecnico dei terreni interessati dai lavori di progetto. A tal fine precisa che i campioni prelevati nei nuovi sondaggi dovranno essere analizzati e certificati da un laboratorio riconosciuto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici”.

In data 16.03.2017 lo scrivente dopo avere preso contatti con il Geol. Alessio D'Urso, consulente tecnico giuridico della Commissione Regionale dei LL.PP, ha proposto al R.U.P. dell'opera, Arch. Salvatore Guastella, il programma di indagine per l'integrazione dello studio geologico in essere.

Successivamente con nota prot. n.8088 del 26.05.2017 il R.U.P. è stato comunicato che la Ditta Geologica Toscana Prospezioni Geofisiche s.n.c. è risultata aggiudicataria - RdO n.1529723 - per la realizzazione delle *“indagini geofisiche, perforazioni di sondaggi in sito ed analisi e prove geotecniche di laboratorio per il progetto definitivo e successivo progetto esecutivo dei lavori di messa in sicurezza del Porto di Favignana”.*

2- PROGRAMMA DI INDAGINE INTEGRATIVO

Il programma delle indagini geognostiche integrative finalizzate alla verifica della modellazione geologica e geotecnica dei terreni interessati dalle opere portuali, ha previsto:

- esecuzione di n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo della profondità di 30,00 m ciascuno;
- n°6 prove penetrometriche dinamiche S.P.T. in foro (*Standard Penetration Test*);
- prelievo di n°6 campioni indisturbati;
- n°5 stendimenti di tomografia elettrica 2D in mare, nel tratto dello specchio acqueo interessato dalla diga foranea, per la verifica della caratterizzazione dei fondali d'interesse;
- prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati: prove di identificazione, prova ad espansione laterale libera e prova di taglio diretto.

Attualmente il Comune di Favignana non è dotato sotto il profilo amministrativo di un Piano Regolatore Portuale, pertanto il presente studio è stato redatto facendo riferimento alle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale (Infrastrutture) 14 gennaio 2008 riguardante l'Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, pubblicate nella G.U. n.29 del 4 febbraio 2008.
- Art.13 Legge 02.02.1974 n.64 e successive modifiche ed integrazioni (variante urbanistica) con parere rilasciato in data 21 ottobre 2016 prot. n.198003.

Alla presente relazione vengono allegate le seguenti carte tematiche:

- *Corografia, scala 1:10.000;*
- *Planimetria con l'ubicazione delle indagini geognostiche integrative;*
- *Profili dei sondaggi geognostici;*
- *Planimetria con l'ubicazione della traccia di sezione S2 - S1;*
- *Sezione S2 - S1 in scala 1:500;*
- *Sezioni geognostiche delle principali opere portuali di messa in sicurezza;*

Allegati:

- *Relazione di cantiere sulle indagini geofisiche, sui sondaggi geognostici e sulle analisi e prove geotecniche di laboratorio della Ditta "Geologica Toscana Prospezioni Geofisiche s.n.c. di Damiano Guarguaglini & C. - giusto affidamento di incarico RdO n.1529723 CIG ZB21DDECB5.*

3- MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL BACINO PORTUALE

Lo studio geologico dei terreni affioranti nell'areale ha portato al riconoscimento ed alla classificazione delle formazioni presenti secondo la terminologia e la bibliografia geologico-scientifica corrente.

L'Isola di Favignana è costituita da una dorsale mesozoica-terziaria che si sviluppa in senso Nord-Sud (*Monte Santa Caterina*) e da due distese pianeggianti che si estendono rispettivamente ad oriente e ad occidente del rilievo montuoso.

Rappresenta il lembo emerso della catena montuosa sottomarina che collega la Catena Meghrebidica dell'Africa settentrionale con quella Appenninica Siciliana. Affiorano terreni carbonatici, evaporatici e clastici di età mesozoico-terziaria sui quali poggiano in discordanza i depositi plio-quadernari delle fasce costiere.

L'assetto strutturale è il risultato della complessa interazione delle fasi tettoniche che hanno interessato questo frammento di catena nell'intervallo compreso fra il Miocene sup. ed il Pliocene inf.

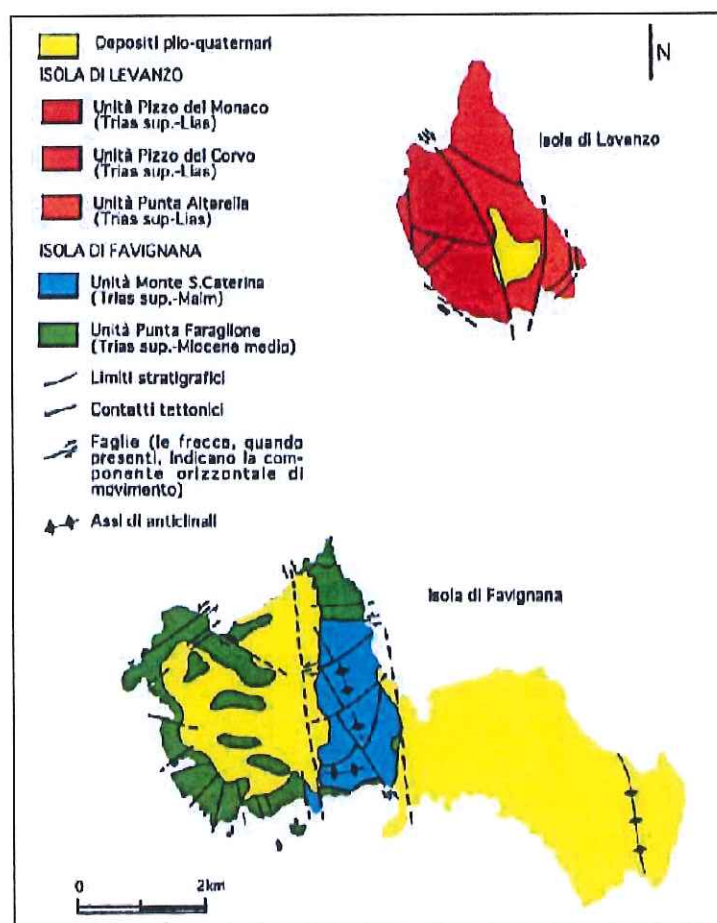
La successione dell'Isola di Favignana ha un'età compresa fra il Trias sup. ed il Miocene sup. ed è caratterizzata procedendo dal termine più antico verso quello più recente:

- *Dololutiti nere stromatolitiche (Trias sup.);*
- *Dolomie e calcari dolomitici stromatolitici e loferitici (Trias sup. - Lias medio);*
- *Calcari nodulari ad ammoniti, belemniti e brachiopodi "Rosso Ammonitico" (Dogger-Malm);*
- *Calcilutiti a liste e noduli di selce, radiolariti, marne ad aptici e belemniti (Malm - Cretaceo medio);*
- *Calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi planctonici "Scaglia Auct." (Cretaceo sup. - Eocene);*
- *Biocalcareni e biocalciruditi "Mischio", argille e marne sabbiose a foraminiferi planctonici (Miocene inf. - Tortonian).*

I terreni triassici e liassici costituiscono una monoclinale immergente verso sud ed appaiono sovrascorsi sui terreni cretaceo-eocenici secondo un piano di sovrascorrimento suborizzontale.

Le strutture sono attraversate da faglie normali ed inverse a piani subverticali, le principali di esse sono orientate in senso NNO-SSE ed E-O.

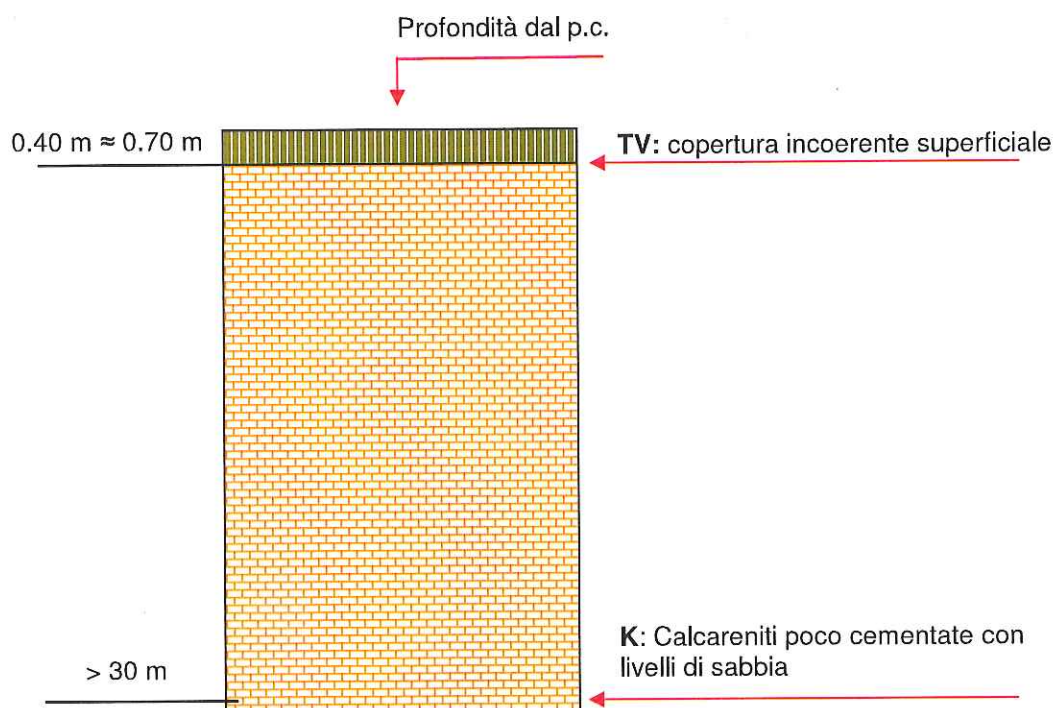
SCHEMA STRUTTURALE - Isola di Levanzo e Isola di Favignana



I terreni dolomitici e calcarei costituiscono una monoclinale immergente verso Sud che si raccorda alle aree pianeggianti adiacenti mediante delle estese falde detritiche.

Nel bacino portuale i terreni mesozoici terziari sono ricoperti in discordanza dai depositi pleistocenici in facies di conglomerati calcareniti e sabbie.

COLONNA LITOSTRATIGRAFICA



3.1 - Caratteristiche litostratigrafiche del bacino portuale

La sequenza stratigrafica è caratterizzata con continuità sia orizzontale che verticale da depositi litorali marini indicati nella letteratura tecnica specifica con il termine "*Calcareniti di Favignana*".

Si tratta di un'arenaria calcarea di colore variabile dal biancastro al giallo tenue variamente cementata in quanto in alcuni orizzonti raggiunge anche la consistenza lapidea, per fenomeni *diagenetici*.

La giacitura è monoclinale suborizzontale, mentre all'interno del sedimento si nota una stratificazione spesso incrociata da connettere alla sedimentazione prettamente litorale.

I terreni sopra descritti, nella fascia compresa fra lo Stabilimento Florio e Cala Fumere sono ricoperti da un deposito di origine continentale (fanglomerati, sabbie quarzose con intercalazioni di ghiaie) di origine eolica.

4- SONDAGGI GEOGNOSTICI - CAMPAGNA DI INDAGINE 29-31 MAGGIO 2017

I sondaggi geognostici sono stati ubicati in corrispondenza della radice della diga foranea (Sondaggio S.1) e nel sito diametralmente opposto, in prossimità di Cala Fumere (Sondaggio S.2) allo scopo di verificare la sequenza litostratigrafica sino alla profondità di 30,00 m dal piano di campagna, di taratura alla prospezione geofisica.

Nel corso delle perforazioni è stata prelevata la campionatura nella misura percentuale consentita dalla litologia dei terreni attraversati. Detta campionatura è stata catalogata in apposite cassette in legno provviste di setti separatori. Lungo di esse sono stati disposti dei contrassegni in corrispondenza delle quote progressive del sondaggio (*in metri e riferite al p.c.*). Le cassette catalogatrici sono state depositate presso i locali del Comune.

La posizione planimetrica dei perfori è riportata nell'allegata planimetria in scala 1:10.000.

Lungo la verticale del sondaggio S.1 è stata accertata la presenza di una coltre di terreno di riporto dello spessore di 2,10 m, costituito da sabbie grossolane ed elementi lapidei eterogenei per lo più calcarei associabile al rilevato stradale.

Più in profondità affiorano dapprima calcareniti poco cementate con intercalazioni sabbiose limose poco addensate, mentre da 7,80 m sino a fondo foro sabbie di colore giallastro con livelli di calcareniti.

Il sondaggio geognostico S.2 ha attraversato un livello superficiale di terreno di riporto dello spessore pari a 2,10 m costituito sabbie con elementi calcarei sino a 1,30 m, passanti a sabbie di colore giallastro.

Più in profondità sono state individuate calcareniti di colore giallo con livelli sabbiosi, mentre da 3,70 m a 7,00 m calcareniti molto cementate carotate in elementi della dimensione dei blocchi.

Da tale quota sino a fondo sono state individuate, come in S.1, calcareniti poco cementate carotate in elementi della dimensione della sabbia e della ghiaia con livelli di sabbie.

Appare opportuno riportare alcune considerazioni sul grado di precisione del tipo di indagine in relazione al tipo di terreno.

E' ormai accertato da numerosi casi che nei terreni calcarenitici come quelli in oggetto, durante la perforazione si provoca la rottura dei legami di cementazione fra le particelle.

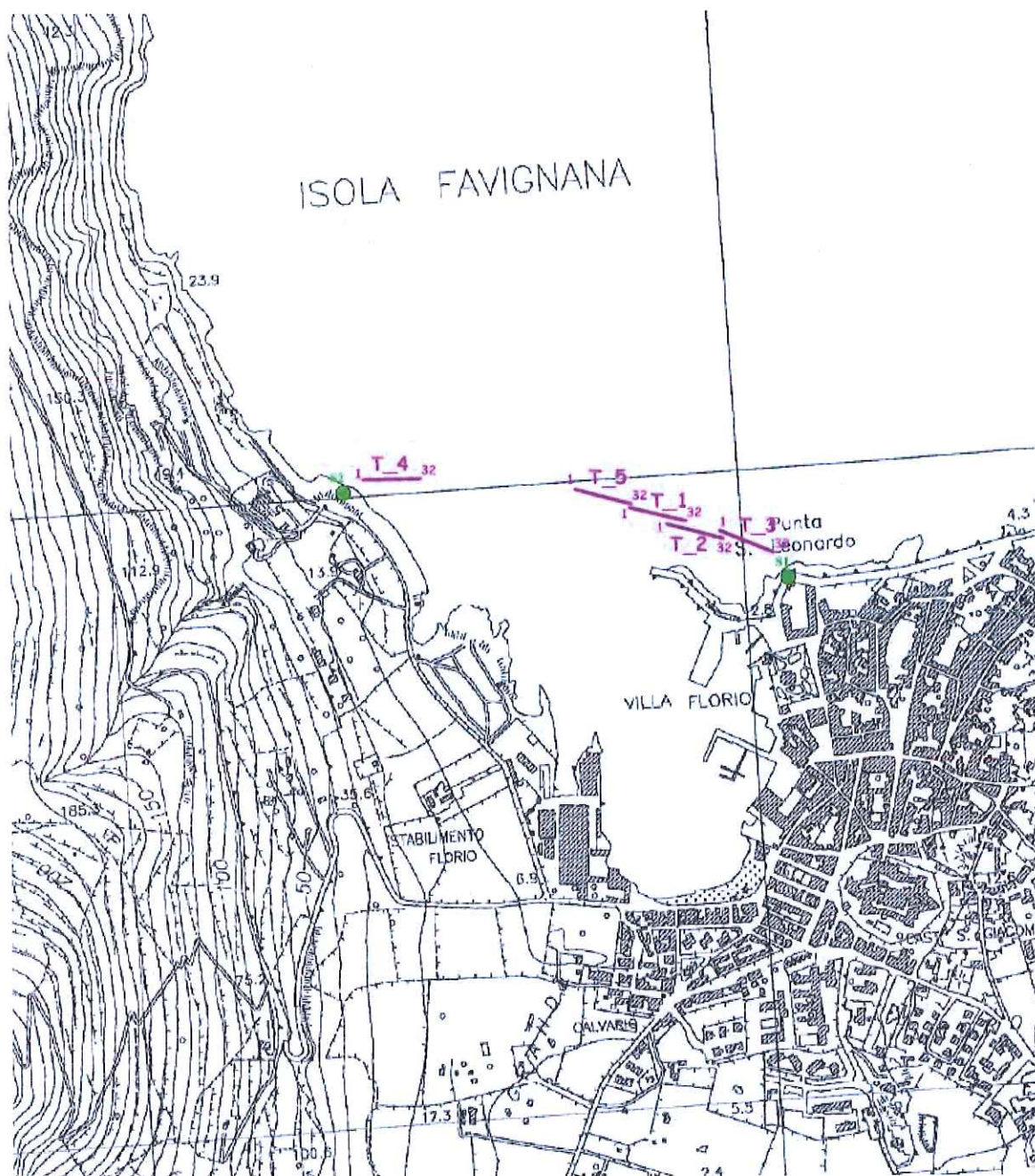
Pertanto, dall'esame delle carote sembra trattarsi di sabbie poco o nulla cementate; al contrario il terreno è dotato di un apprezzabile grado di cementazione che consente di eseguire scavi con pareti molto prossime alla verticale.

A tale conclusione si è pervenuti, tramite esperienze dirette operando sia sulle calcareniti di Favignana che su quelle di Marsala. Solo se la roccia è molto resistente ed omogenea è possibile, con tecniche adeguate, effettuare il prelievo di carote integre senza rompere i legami interparticellari (Resistenza alla compressione uniassiale determinata in laboratorio su provini cilindrici variabile da 1,6 a 1,7 N/mm²).

I sondaggi geognostici di verifica sostanzialmente hanno accertato, al disotto di una coltre di terreno di riporto dello spessore dell'ordine di 2,10 m, la presenza di un complesso calcarenitico nel quale possono distinguersi due orizzonti.

Quello superficiale, dello spessore variabile da 7,00 m a 8,00 m, è caratterizzato da calcareniti più o meno cementate con sottili inclusioni sabbiose; il livello profondo è formato da alternanze di sabbie limose e sabbie con livelli di calcarenite cementata.

Le alternanze sono disordinate ed aritmiche.



Scala 1:10.000

FIG. 2
CARTA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE


 SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO

 TRACCIA DELLO STENDIMENTO DI TOMOGRAFIA ELETTRICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO



COMMITTENTE: COMUNE DI FAVIGNANA (TP)					METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO					
SONDAGGIO N°: 1					LOCALITA': PORTO - FAVIGNANA (TP)					
PROFON. ml	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	PROF. CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq	Falda
1					da mt 0,00 a mt 2,10 terreno di riporto costituito da sabbie grossolane, litici eterogenei per lo più calcarei;					
2										
3					da mt 2,10 a mt 8,00 biocalcareniti poco cementate o debolmente cementate con intercalazioni sabbio - limose e sabbiose scarsamente addensate di colore crema RQD < 10 %;		SPT1 (3,00) 15-18-21			3,50
4				S1C1 4,00 4,50						
5										
6										
7										
8				S1C2 7,40 7,60						
9					da mt 8,00 a mt 30,00 sabbie mediamente fini scarsamente limose di colore crema, Scarsamente addensate,		SPT2 (10,00) 12-14-16			
10										
11						90%				
12										
13				S1C3 13,00 13,50						
14										
15							SPT3 (15,00) 12-15-15			
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Fig. 3

Fig. 3

COMMITTENTE: COMUNE DI FAVIGNANA (TP)				METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO						
SONDAGGIO N°: 2				LOCALITA': CALA FUMERE - FAVIGNANA (TP)						
PROFON. ml	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	PROF. CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq	Falda
1					da mt 0,00 a mt 1,30 limi e sabbie color biancastro con inclusi calcarei da millimetrici a centimetrici;		SPT1 (1,50) 8-10-10			
2					da mt 1,30 a mt 2,10 sabbie giallo arancio poco addensate con livelli di sabbie addensate e parzialmente cementate;					
3					da mt 2,10 a mt 3,70 livelli di calcareniti colore arancio a granulometria fine, intercalate da livelli decimetrici di sabbie grossolane;					
4					da mt 3,70 a mt 5,00 calcareniti fini lapidee;					
5				S2C1 5,90 6,25	da mt 5,00 a mt 7,00 calcareniti lapidee molto grossolane con presenza di macrofossili;		SPT2 (8,00) 18-35-40			
6					da mt 7,00 a mt 9,00 sabbie grossolane e ghiaie fini in debole matrice limosa. I clasti hanno composizione calcarea-quarzosa, di forma da arrotondata a subarrotondata;					
7										
8										
9										
10										
11					da mt 9,00 a mt 14,00 sabbie da fini a finissime di colore variabile tra il giallo e il grigio chiaro ben classate e quasi sciolte;	90%	SPT3 (7,50) 11-12-14			
12										
13										
14										
15					da mt 14,00 a mt 16,00 sabbie da fini a grossolane di colore grigio scuro poco classate e quasi sciolte in debole matrice argillosa. Si notano livelli argillosi centimetrici tra 15,30 e 15,60 m;					
16										
17				S2C2 17,20 17,60	da mt 16,00 a mt 19,00 argille sabbiose;					
18										
19				S2C3 19,00 19,25						
20										
21					da mt 19,00 a mt 30,00 sabbie sciolte con inclusi calcarei e conchigliari.					
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Fig. 4

Fig. 4

4.1 - Prove penetrometriche dinamiche S.P.T.

Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. (*Standard Penetration Test*) sono state effettuate rispettando le norme definite nei documenti "ASTM designation D 1586/67 e 84", infiggendo il campionatore a mezzo di un dispositivo a percussione del peso di Kg 63,5 che cade da un'altezza costante di cm 76.

In corrispondenza dei livelli sabbiosi sono stati eseguite alcune prove penetrometriche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) dalle quali si è ottenuto:

Sondaggio	S.P.T.	Profondità	Numero di colpi
S1	n°1	3,00	15-18-21
S1	n°2	10,00	12-14-16
S1	n°3	15,00	12-15-15
S2	n°1	1,50	8-10-10
S2	n°2	8,00	18-35-40
S2	n°3	7,50	11-12-14

I valori elevati di N_{30} sono dovuti alla presenza di livelli di calcarenite cementata.

Dalle prove penetrometriche posso ottenersi, nei terreni a grana grossa, dati sull'indice di addensamento D_r , sull'angolo di attrito ϕ' e sul modulo di elasticità E .

L'elaborazione dei dati sopra riportati è stata effettuata mediante formule empiriche proposte da vari sperimentatori.

Anche dalle prove penetrometriche si ottengono valori dei parametri meccanici inferiori a quelli reali, probabilmente per il disturbo del carotaggio o per l'accumulo, a fondo foro, di materiale rimaneggiato proveniente dalle pareti o caduto dal carotiere durante la manovra di sollevamento.

5- PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Nel corso dei sondaggi geognostici sono stati prelevati con l'ausilio di un campionatore n°6 campioni indisturbati che, immediatamente paraffinati dopo il prelievo, sono stati inviati presso il Laboratorio "Geo3 s.n.c." di Gibellina (Autorizzato ai sensi del DPR 06.06.01 n.380 art.59 – n. prot. 5594 del 25.06.2010) che ha provveduto, per conto della Ditta Geologica Toscana, ad eseguire le seguenti analisi e prove di identificazione su tutti i campioni per la classificazione geotecnica dei terreni:

- determinazione del contenuto di acqua del campione - ASTM D 2216-80;
- determinazione del peso per unità di volume - BS 1377;
- determinazione del peso specifico - ASTM D 854;
- granulometrica mediante sedimentazione (aerometria) e/o setacciatura - ASTM D 422;
- prova ad espansione laterale libera E.L.L. - ASTM D 2166;
- prova di taglio diretto - ASTM D 3080.

ELENCO DEI CAMPIONI INDISTURBATI (fustelle metalliche)			
SONDAGGIO	CAMPIONE n°	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	PROFONDITÀ m
S1	C1	-	-
S1	C2	Sabbia debolmente limosa di colore beige con presenza di inclusi calcarenitici polidimensionali. Umida e sciolta	7,40 - 7,80
S1	C3	-	-
S2	C1	Sabbia cementata biocostruita di colore giallastro	5,90 - 6,25
S2	C2	Argilla limosa di colore nerastro con abbondante presenza di sostanza organica. Umida, plastica e coesiva	17,20 - 17,60
S2	C3	-	-

In virtù delle particolari litologie rinvenute nel corso dei sondaggi, per esempio tratti di roccia compatta alternati a sabbie marine scarsamente addensate, non è stato possibile eseguire in ogni campione le prove previste; sono state altresì aggiunte nuove tipologie di prova in funzione della litologia, come il:

- point load test - ISRM 1985.

RISULTATI POINT LOAD TEST

PARAMETRI DI RESISTENZA A COMPRESSIONE										
Sondaggio	$\sigma = F \times I_s(50)$	Valore Massimo (MPa)	Forma rottura	Piani debolezza	Altezza (mm)	Larghezza (mm)	Carico (kN)	Indice I_s (MPa)	Indice $I_s(50)$ (MPa)	Resist a compr (MPa)
S2 - C1 (5,90-6,25)	0,050	0,055	B = Cilindrico rottura perimetrale	A = Assenti	82,0	90,0	0,41	0,061	0,055	0,129

5.1 - Risultati delle indagini in situ ed in laboratorio

Sono state eseguite prove di identificazione per la verifica della classificazione geotecnica dei terreni, prove di resistenza al taglio di tipo consolidata drenata e prove di compressione ad espansione laterale libera.

L'analisi e l'interpretazione dei risultati sperimentali delle prove eseguite sia in situ che in laboratorio ha consentito di pervenire alla caratterizzazione geotecnica dei terreni che ricadono nel volume significativo ai fini dei calcoli e delle verifiche di progetto.

- Terreni tipo K

Tali terreni sono costituiti da sabbia debolmente limosa di colore beige con presenza di inclusi calcarenitici polidimensionali, umida e sciolta (S1-C2), e da sabbia cementata biocostruita di colore giallastro (S2-C1).

Sotto l'aspetto granulometrico il campione S1-C2 si è classificato come "sabbia ghiaiosa" essendo la percentuale della sabbia pari al 79,00%, mentre quella della ghiaia pari al 16,00%.

Il contenuto naturale d'acqua, W_n , è risultato pari al 27,48%.

Il peso dell'unità di volume, γ , assume un valore di $17,50 \text{ kN/m}^3$, mentre il peso secco dell'unità di volume (γ_d) ed il peso specifico dei grani (γ_s) assumono rispettivamente valori di $13,73 \text{ kN/m}^3$ e di $26,73 \text{ kN/m}^3$.

Dalle prove di taglio diretto di tipo CD, interpolando linearmente i punti di rottura sul piano di Mohr-Coulomb, si sono ottenuti i seguenti parametri meccanici in termini di pressioni effettive:

Coesione drenata $C' = 7,74 \text{ kPa}$

Angolo di attrito $\phi' = 47,2^\circ$

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE E FISICHE
(Terreni S)**

Caratteristiche		S1-C2 da 7,40 m a 7,80 m
Contenuto naturale d'acqua (%)		27,48
Peso di volume γ (kN/m^3)		17,50
Peso di volume secco γ_d (kN/m^3)		13,73
Peso specifico medio γ_s (kN/m^3)		26,73
Granulometria	Argilla %	-
	Limo %	-
	Sabbia %	79
	Ghiaia %	16
Limite liquido WI (%)		-
Limite Plastico Wp (%)		-
Indice Plastico Ip (%)		-
Indice di Consistenza Ic (%)		-
Grado di saturazione S_n (%)		79,09
Indice dei vuoti (e)		0,95
Porosità (%)		48,63

Il sondaggio S.2 da 16,00 m a 19,00 m ha attraversato una inclusione argillosa costituita da argilla limosa di colore nerastro con abbondante presenza di sostanza organica, umida, plastica e coesiva (S2-C2).

Sotto l'aspetto granulometrico tale campione, prelevato a profondità compresa tra 17,20 m e 17,60 m, si è classificato come "*argilla limosa, sabbiosa*" essendo la percentuale dell'argilla pari al 68,00%, quella del limo pari al 22,00%, mentre quella della sabbia pari al 10,00%.

Il contenuto naturale d'acqua, W_n , è risultato pari al 27,42%.

Il peso dell'unità di volume, γ , assume un valore di 19,19 kN/m³, mentre il peso secco dell'unità di volume (γ_d) ed il peso specifico dei grani (γ_s) assumono rispettivamente valori di 15,06 kN/m³ e di 25,95 kN/m³.

Dalle prove di taglio diretto di tipo CD, interpolando linearmente i punti di rottura sul piano di Mohr-Coulomb, si sono ottenuti i seguenti parametri meccanici in termini di pressioni effettive:

Coesione drenata $C' = 24,09 \text{ kPa}$

Angolo di attrito $\phi' = 17,9^\circ$

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE E FISICHE
(Terreni FB)**

Caratteristiche		S2-C2 da 17,20 m a 17,60 m
Contenuto naturale d'acqua (%)		27,42
Peso di volume γ (kN/m ³)		19,19
Peso di volume secco γ_d (kN/m ³)		15,06
Peso specifico medio γ_s (kN/m ³)		25,95
Granulometria	Argilla %	68
	Limo %	22
	Sabbia %	10
	Ghiaia %	-
Limite liquido WI (%)		-
Limite Plastico Wp (%)		-
Indice Plastico Ip (%)		-
Indice di Consistenza Ic (%)		-
Grado di saturazione S_n (%)		100
Indice dei vuoti (e)		0,72
Porosità (%)		41,96

6- INDAGINI GEOELETTRICHE TOMOGRAFICHE

Il programma d'indagine di verifica ha previsto l'esecuzione di stendimenti geoelettrici tomografici in mare allo scopo precipuo di verificare la continuità laterale dei terreni sabbiosi calcarenitici individuati con i sondaggi geognostici eseguiti in corrispondenza della radice della diga foranea ed in prossimità del tratto terminale.

La tomografia elettrica consiste nella determinazione di profili di resistività dei terreni indagati attraverso un numero elevato di elettrodi. Il georesistivimetro è dotato di una gestione automatica degli elettrodi che, commutandone la disposizione lungo la sezione investigata, varia la profondità di indagine.

La configurazione geometrica utilizzata è di tipo Gradiente XL e Doppio Dipolo.

Il protocollo di acquisizione Gradiente XL può essere considerato una variante ai classici protocolli di tipo Schlumberger e Wenner in quanto anche in questo caso gli elettrodi di potenziale vengono mantenuti esternamente rispetto agli elettrodi di corrente e pertanto non mantengono le caratteristiche di simmetria e costanza del passo tipici dei protocolli tradizionali.

Il vantaggio di utilizzo del protocollo Gradiente XL è legato alla possibilità di acquisizione multicanale dello strumento utilizzato oltre a permettere di meglio evidenziare variazioni latero-verticali rispetto ai classici protocolli sopra enunciati.

Nella configurazione doppio dipolo invece gli elettrodi di corrente e quelli di potenziale vanno a costituire due coppie separate (AB ed MN) con gli uni esterni agli altri, essi vengono reciprocamente allontanate tra di loro; sostanzialmente in questa disposizione il potenziale elettrico è misurato al di fuori della linea ideale che congiunge gli elettrodi di corrente: lo schema del quadripolo è dunque A B M N e questo tipo di protocollo è particolarmente sensibile alle strutture verticali risentendo in misura maggiore dei potenziali spontanei del terreno influenzando maggiormente sul rapporto segnale/rumore.

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione dei sondaggi elettrici consiste di:

- GEORESISTIVIMETRO ABEM MOD. TERRAMETER LS QUADRICANALE;
- n.1 cavo munito di sistema di connessione take-outs, ciascuno con 32 attacchi e spaziatura massima di 5.00 metri;
- Sistema di energizzazione interno, con potenza massima output ± 600 V;
- SOFTWARE RES 2 INV che consente l'elaborazione dei dati, restituiti in forma di matrice, ed una immediata elaborazione.

6.1 - Risultati delle indagini geoelettriche

Sono stati eseguiti n.5 profili geoelettrici denominati T1, T2, T3, T4 e T5 con lunghezza pari a 93,00m, che hanno consentito una profondità massima di esplorazione di circa 28.00m.

Di seguito vengono commentate le misure relative al protocollo doppio dipolo, considerato più attendibile in fase di restituzione del dato finale in quanto correlato a un minor valore di errore statistico (RMS).

Nelle sezioni elettrostratigrafiche le tonalità di colori più scure sono state utilizzate per indicare i valori di resistività più bassi mentre con le tonalità del rosso si sono indicati i valori più alti. L'elettrostrato di colore blu scuro (resistività pari ad $0.1 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$) rappresenta l'acqua salata. La quota 0.0 m è riferita, invece, al livello medio marino.

- Indagine elettrica tomografica T1

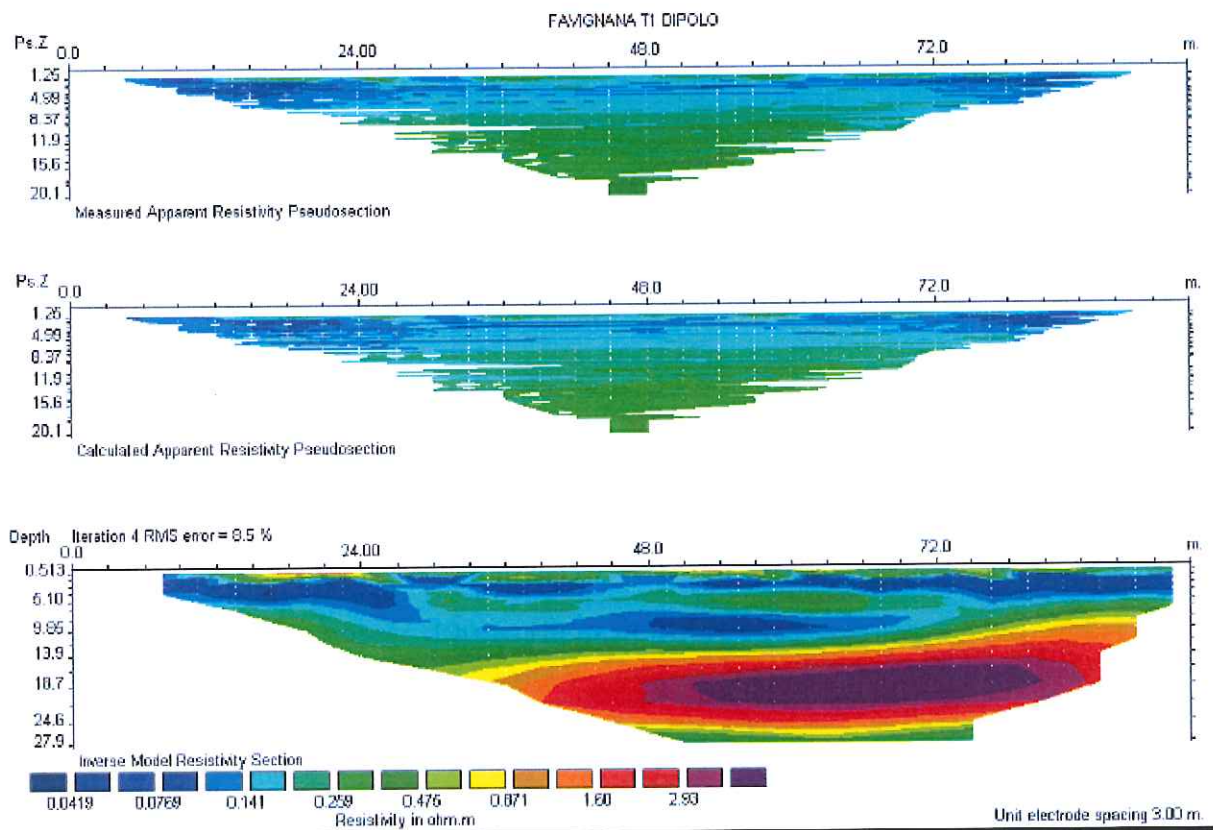
Lo stendimento è stato eseguito sfruttando una distanza interelettrodica pari a 3.00m ed una lunghezza complessiva pari a 93.00m con configurazione interelettrodica di tipo doppio dipolo e gradiente XL.

Le sezioni evidenziano dei valori di resistività variabili da 0.0419 a circa $3.00 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, uno spessore superficiale generalmente non superiore a 14.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0419 e $0.30 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, associabile all'acqua salata.

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuto un elettrostrato, con andamento debolmente piano inclinato, con valori di resistività compresi tra 0.35 e 3.0 $\Omega \cdot m$, che si estende sino alla massima quota rappresentata in sezione, ***riconducibile a sedimenti di natura sabbioso-calcarenitica, totalmente imbibiti.***

INDAGINE ELETTRICA T1

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLO



- Indagine elettrica T2

Lo stendimento è stato eseguito con un passo interelettrodo pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 96.00 m con configurazione interelettrodica di tipo doppio dipolo e gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere esplorare fino ad un massimo di 28 m.

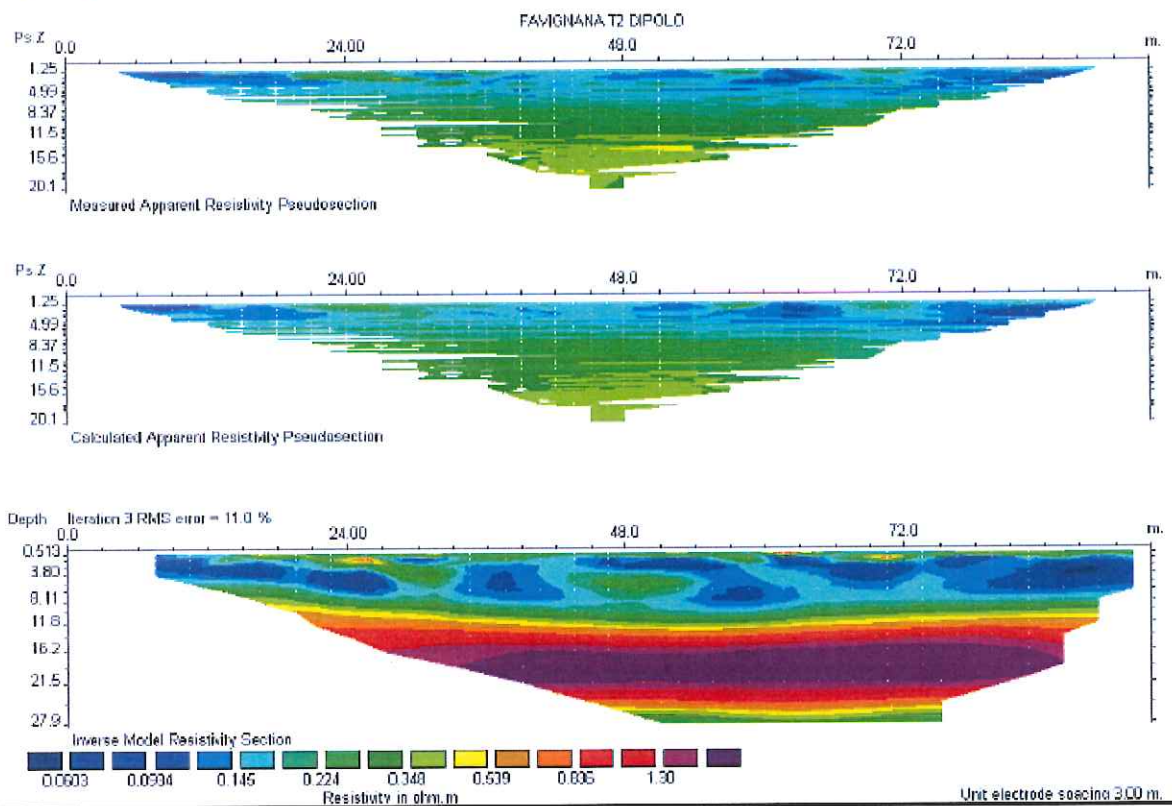
Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0603 a circa 1.50 $\Omega \cdot m$.

La sezione elettrostratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 12.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0603 e 0.30 $\Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuta un elettrostrato, con andamento pian parallelo, con valori di resistività compresi tra 0.35 e 1.30 $\Omega \cdot m$, che si estende fino a al fondo della sezione, ***riconducibile a sedimenti di natura sabbioso-calcarenitica, totalmente imbibiti.***

INDAGINE ELETTRICA T2

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTRO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLO



- Indagine elettrica T3

Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodico pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 96.00 m con configurazione interelettrodica di tipo Doppio dipolo e Gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

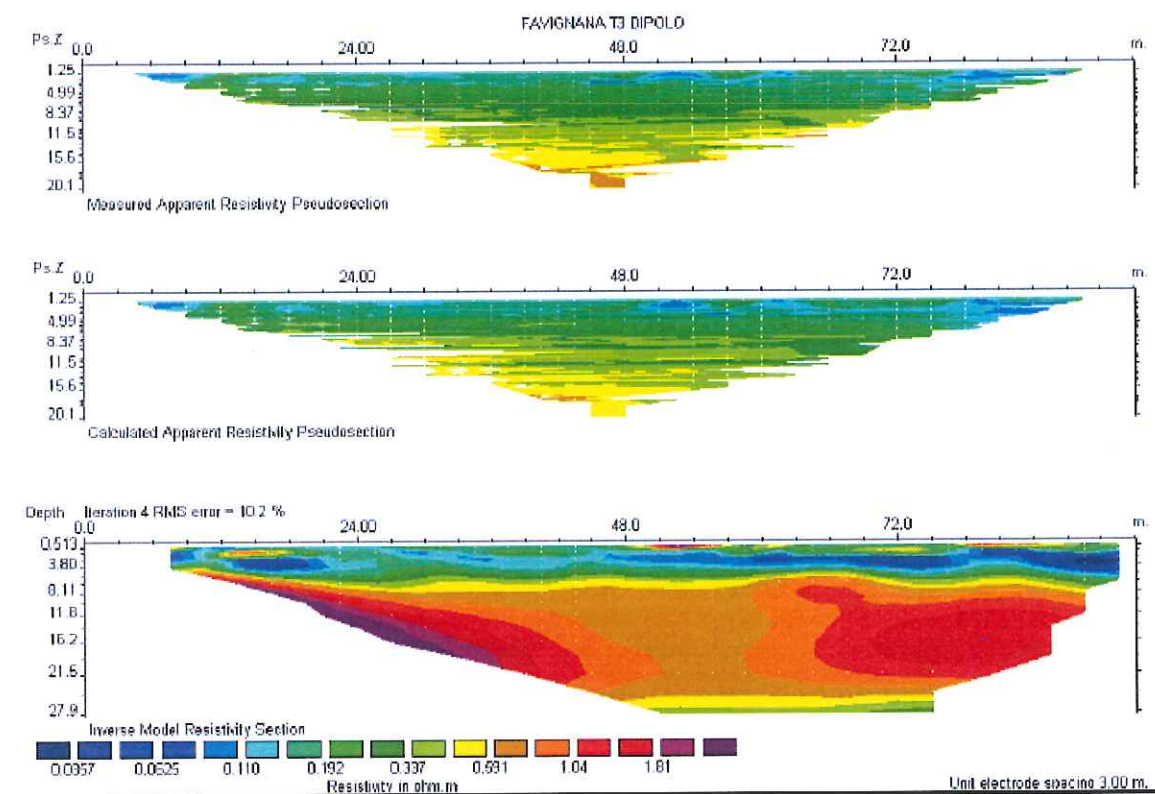
Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0357 a circa 1.90 $\Omega \cdot m$.

La sezione elettrostratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 7.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0357 e 0.30 $\Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuto un elettrostrato, con andamento pian parallelo, con valori di resistività compresi tra 0.35 e 1.90 $\Omega \cdot m$, che si estende fino a al fondo della sezione, ***riconducibile a sedimenti di natura sabbioso-calcarenitica, totalmente imbibiti.***

INDAGINE ELETTRICA T3

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTRO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLO



- Indagine elettrica T4

Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodico pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 96.00 m con configurazione interelettrodica di tipo Doppio dipolo e Gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0603 a circa 6.70 $\Omega \cdot m$.

La sezione elettrostratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 8.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0603 e 0.30 $\Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

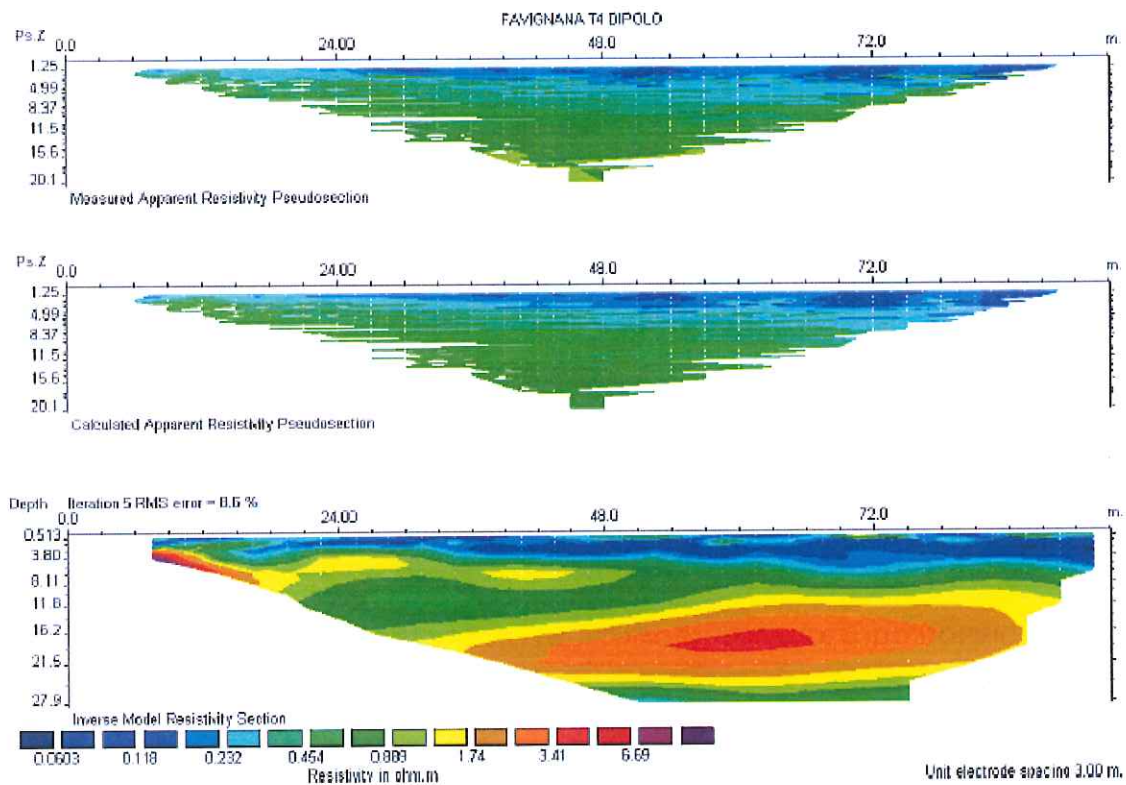
Al di sotto di tale unità è stata rinvenuto un elettrostrato, con andamento pian inclinato, con valori di resistività compresi tra 0.35 e 1.70 $\Omega \cdot m$, che si estende fino ad una profondità compresa tra 10.00 m e 16.00 m dal pelo libero dell'acqua, ***riconducibile a sedimenti di natura limoso-sabbiosa, totalmente imbibiti.***

Oltre tale profondità si assiste ad un graduale aumento dei valori di resistività fino a raggiungere valor massimi prossimi a 6.70 $\Omega \cdot m$, sempre con modello di stratificazione ad andamento piano inclinato.

INDAGINE ELETTRICA T4

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO

DIPOLO



- Indagine elettrica T5

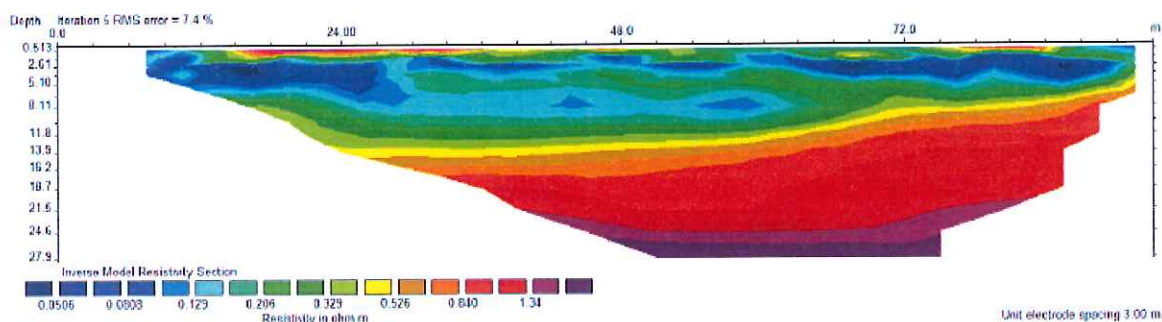
Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodo pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 96.00 m con configurazione interelettrodo di tipo Doppio dipolo e Gradiente XL. Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0506 a circa 1.40 $\Omega \cdot m$. La sezione elettrostratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 14.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0506 e 0.30 $\Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuta un elettrostrato, con andamento debolmente piano inclinato, con valori di resistività compresi tra 0.35 e 1.40 $\Omega \cdot m$, che si estende fino a al fondo della sezione, ***ric conducibile a sedimenti di natura sabbioso-calcarenitica, totalmente imbibiti.***

INDAGINE ELETTRICA T5

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTRO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLIO



**Valori delle resistività rilevati negli stendimenti geoelettrici tomografici riferiti al substrato
sabbioso calcarenitico**

Tomografia elettrica	Resistività $\Omega \cdot m$
T1	0.35 \approx 3.00
T2	0.35 \approx 1.30
T3	0.35 \approx 1.90
T4	0.35 \approx 1.70
T5	0.35 \approx 1.40

7- INDAGINE SISMICA PER L'ATTRIBUZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE IN LINEA CON IL TESTO UNICO "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"

Per definire la categoria di sottosuolo come contemplato nel "*Testo Unico per le Costruzioni*" (art. 3.2.1), si è fatto riferimento ai dati acquisiti con l'indagine geosismica attiva Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves), finalizzata alla caratterizzazione sismica dei terreni mediante la misura diretta delle velocità delle onde sismiche trasversali V_s fino ad una profondità di circa 30m dal piano di campagna. Con tale metodo è stato possibile determinare le V_{s30} ovvero la media pesata delle velocità delle onde sismiche trasversali per i primi 30 m.

Sono stati eseguiti n°2 sondaggi Masw con stese sismiche pari a 26 m. Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze sono stati utilizzati n.12 geofoni a 4,5 Hz ad asse verticale con distanza intergeofonica pari a 2,00 m.

I dati acquisiti e l'elaborazione dei sismogrammi con software WinMasw 4.0 hanno fornito sequenze sismostratigrafiche a tre orizzonti:

- **Il primo sismostrato**, è caratterizzato da velocità di propagazione delle V_s comprese fra 174.8968 m/s e 129.3303 m/s, rispettivamente nei sondaggi S.1 ed S.2, associabile al rifrattore superficiale di bassa velocità di propagazione (terreno agrario) con scadenti caratteristiche meccanico elastiche, dello spessore variabile da 0.40 m a 0.70 m;
- **Il secondo sismostrato**, corrisponde ad un rifrattore a velocità più elevata caratterizzato da valori di velocità delle onde S comprese fra 378.959 m/s e 413.8006 m/s associabile al deposito sabbioso-calcarenitico, di medio bassa cementazione, dello spessore variabile da 12.00 m a 15.00 m.;
- **Il terzo sismostrato** di spessore indefinito, è caratterizzato da velocità delle onde S comprese fra 859.6784 m/s e 880.28 m/s. E' associabile al substrato sabbioso-calcarenitico.

Con la stima delle onde V_p sono stati calcolati analiticamente i seguenti moduli dinamici:

- ν = coefficiente di Poisson
- E = modulo di Young
- G = modulo di Taglio
- μ = modulo di rigidità o di Lamè
- σ = modulo di compressione

Stesa Masw N°	Strato n°	V_p m/sec	V_s m/sec	γ gr/cm ³	σ MPa	Moduli elastici			
						ν	E MPa	G MPa	μ MPa
S.1	1	358	174.8968	1.81	158	0.34	149	55	121
	2	745	378.959	1.98	721	0.33	755	285	531
	3	1877	859.6784	2.21	5599	0.27	4463	1632	4511
S.2	1	282	129.3303	1.75	100	0.37	80	29	81
	2	943	413.8006	2.04	1348	0.38	965	350	1115
	3	1996	880.28	2.22	6558	0.38	4747	1721	5411

Dall'analisi delle indagini sismiche, nonché dal calcolo delle V_{s30} è stato possibile attribuire, in riferimento al punto 3.2.2 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, **la categoria di sottosuolo "B" - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata media $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).**

E' stata rilevata una distribuzione sismostratigrafica caratterizzata da un aumento progressivo con la profondità delle velocità sia delle onde sismiche primarie (V_p) che secondarie (V_s).

Sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato, attraverso la curva di dispersione si è ottenuto nel sondaggio **Masw S.1** un valore delle V_{s30} **pari a 506 m/s**, mentre nel sondaggio **Masw S.2** un valore delle V_{s30} **pari a 575 m/s**.

8- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il bacino portuale dell'Isola di Favignana presenta condizioni geologiche e geomorfologiche del tutto favorevoli in quanto non ricade nell'ambito di aree classificate a "rischio o pericolosità" né tantomeno in "siti di attenzione" indicati nel Piano Assetto Idrogeologico delle Isole Egadi, approvato con il D.P. del 24.04.2007 e pubblicato sulla G.U.R.S. n.29 del 29.06.2007.

Nessun livello di pericolosità o di rischio emerge dalle cartografie allegate al P.A.I. delle coste, Unità Fisiografica Isole Egadi.

I sondaggi geognostici eseguiti alla radice della diga foranea (sondaggio S.1) e nella parte opposta in prossimità di Cala Fumere (sondaggio S.2) hanno accertato la presenza continua di un complesso calcarenitico sabbioso nell'ambito del quale, come di consueto in questa parte dell'Isola, si alternano livelli calcarenitici cementati con livelli sabbiosi ben addensati.

Le prove geotecniche di laboratorio e le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. hanno determinato valori dell'angolo di attrito, in condizioni consolidate drenate, elevati in assoluto per tali termini litologici ($\phi' = 47^\circ$) ricadenti nel range previsto nella relazione allegata agli elaborati progettuali.

I sondaggi geognostici di taratura eseguiti a terra, sono stati integrati con n.5 stendimenti geoelettrici tomografici in mare lungo la traccia della costruenda diga foranea.

La tomografia elettrica ha consentito di verificare la continuità laterale della formazione sabbioso calcarenitica caratterizzata da valori di resistività compresi fra $0,35 \Omega \cdot m$ e $3,00 \Omega \cdot m$ riconducibili a sedimenti sabbioso-calcarenitici totalmente imbibiti, presenti sino alla profondità di 28,00 m.

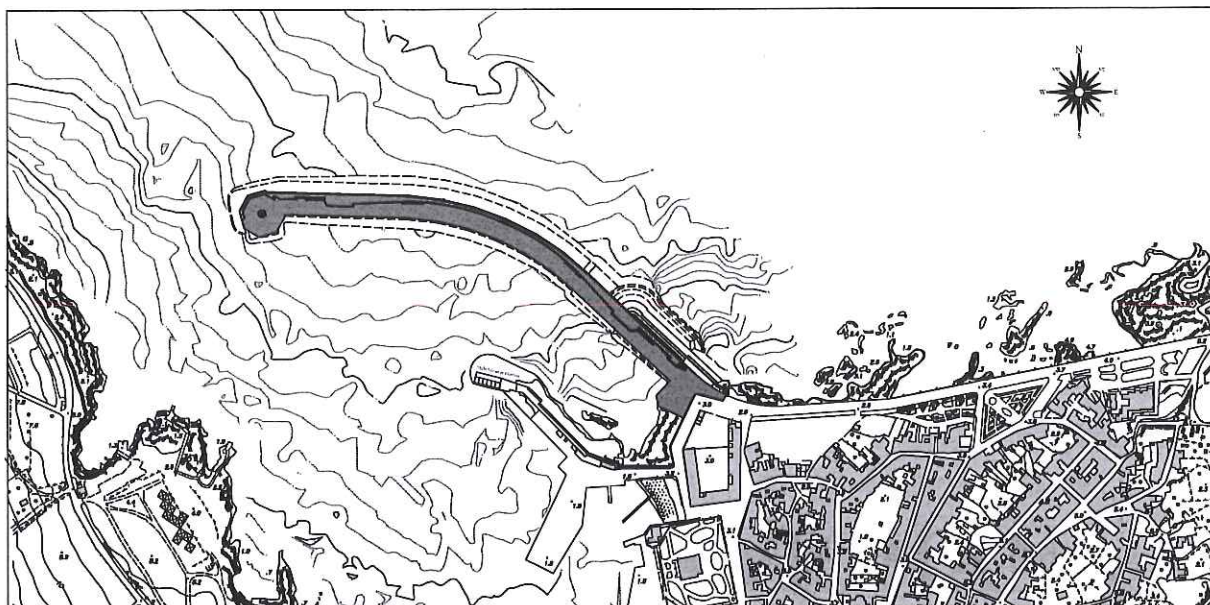
Trapani li, 30.06.2017

Il Geologo

(Dott. Giuseppe Baiata)

COMUNE DI FAVIGNANA

PROVINCIA DI TRAPANI



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI FAVIGNANA

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATIVA

Progettisti:

Ing. Pietro Vella

Consulente:

dott Giuseppe Baiata

RUP

Arch. Salvatore Guastella

20 LUG 2017

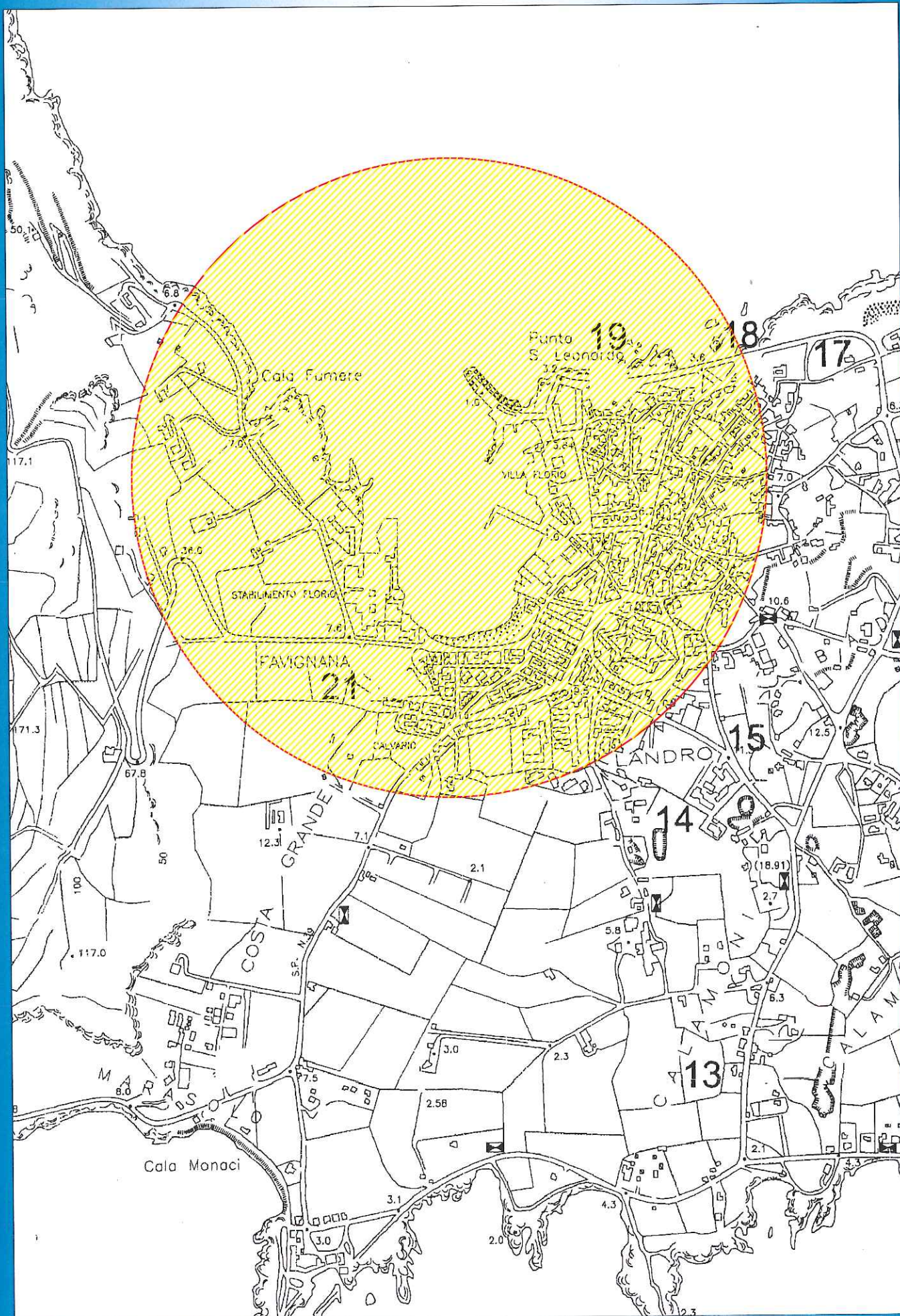
N° elaborato:

B4.2

Scala:

Marzo 2017	2	TAVOLA INTEGRATIVA
Giugno 2016	1	REVISIONE
Giugno 2012	0	EMISSIONE
Data	Rev.	DESCRIZIONE

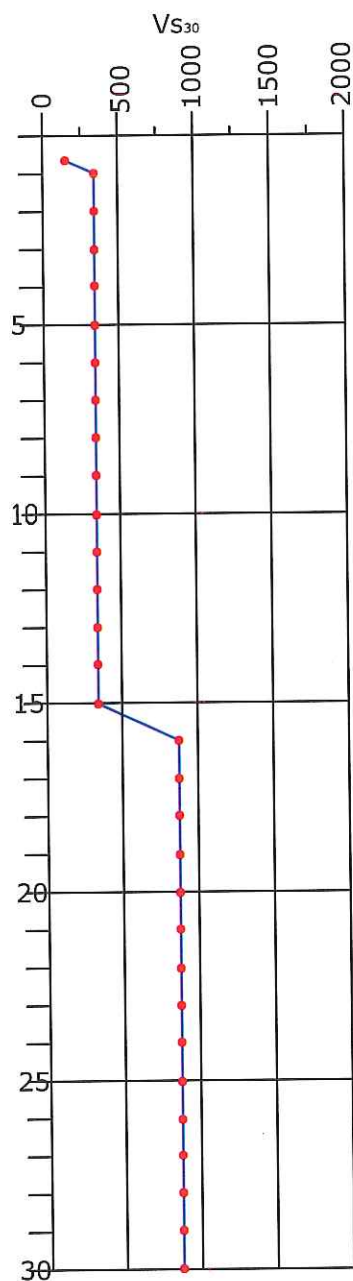
IN SCALA 1:10.000



CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO IL PUNTO
 "3.2.1. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE"
 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni)

Sondaggio Masw S.1

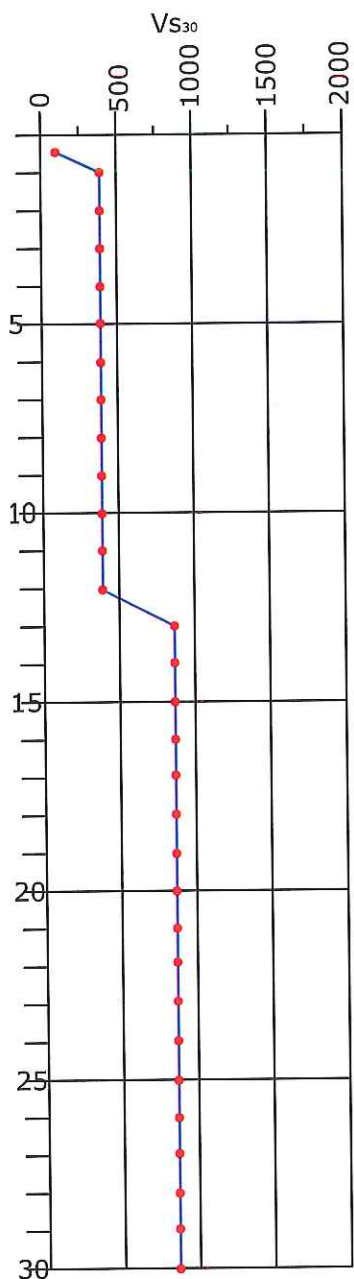
PROFONDITA' (m)	n° STRATI	Vs (m/s)
0.70	1	174.8968
1	2	378.959
2	2	378.959
3	2	378.959
4	2	378.959
5	2	378.959
6	2	378.959
7	2	378.959
8	2	378.959
9	2	378.959
10	2	378.959
11	2	378.959
12	2	378.959
13	2	378.959
14	2	378.959
15	2	378.959
16	3	859.6784
17	3	859.6784
18	3	859.6784
19	3	859.6784
20	3	859.6784
21	3	859.6784
22	3	859.6784
23	3	859.6784
24	3	859.6784
25	3	859.6784
26	3	859.6784
27	3	859.6784
28	3	859.6784
29	3	859.6784
30	3	859.6784
V ₃₀		506

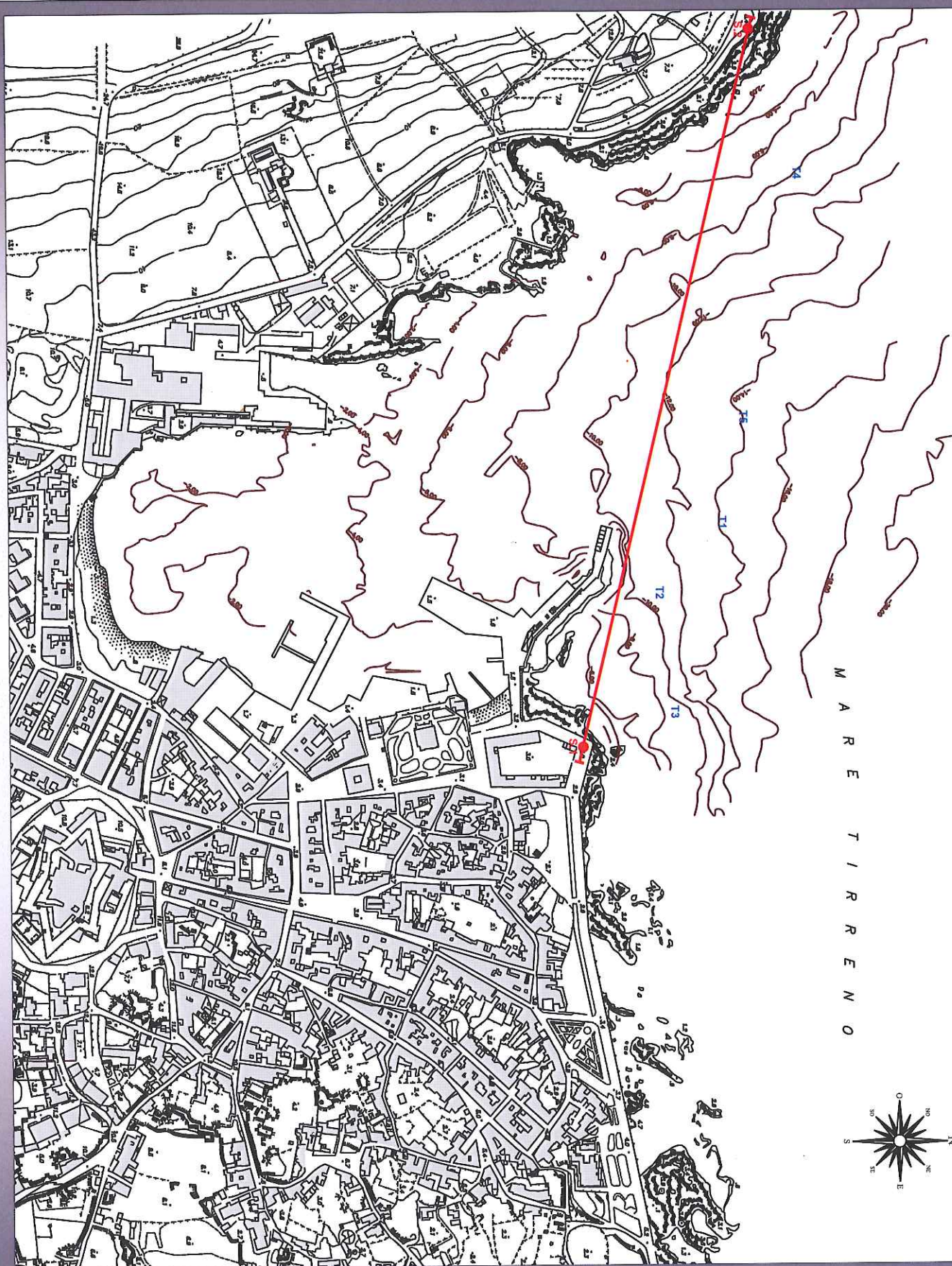


CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO IL PUNTO
 "3.2.1. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE"
 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni)

Sondaggio Masw S.2

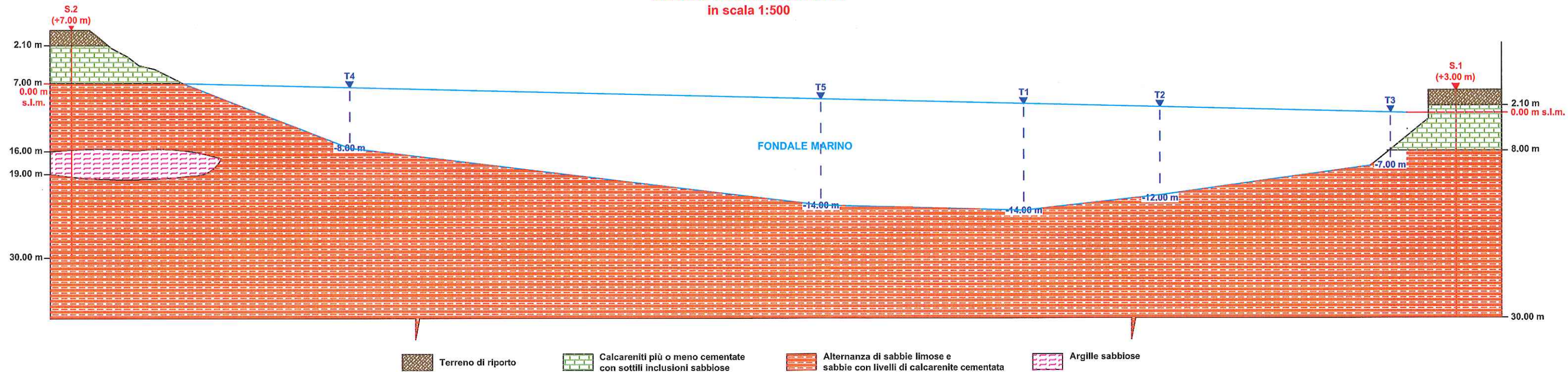
PROFONDITA' (m)	n° STRATI	Vs (m/s)
0.40	1	129.3303
1	2	413.8006
2	2	413.8006
3	2	413.8006
4	2	413.8006
5	2	413.8006
6	2	413.8006
7	2	413.8006
8	2	413.8006
9	2	413.8006
10	2	413.8006
11	2	413.8006
12	2	413.8006
13	3	880.28
14	3	880.28
15	3	880.28
16	3	880.28
17	3	880.28
18	3	880.28
19	3	880.28
20	3	880.28
21	3	880.28
22	3	880.28
23	3	880.28
24	3	880.28
25	3	880.28
26	3	880.28
27	3	880.28
28	3	880.28
29	3	880.28
30	3	880.28
V ₃₀		575





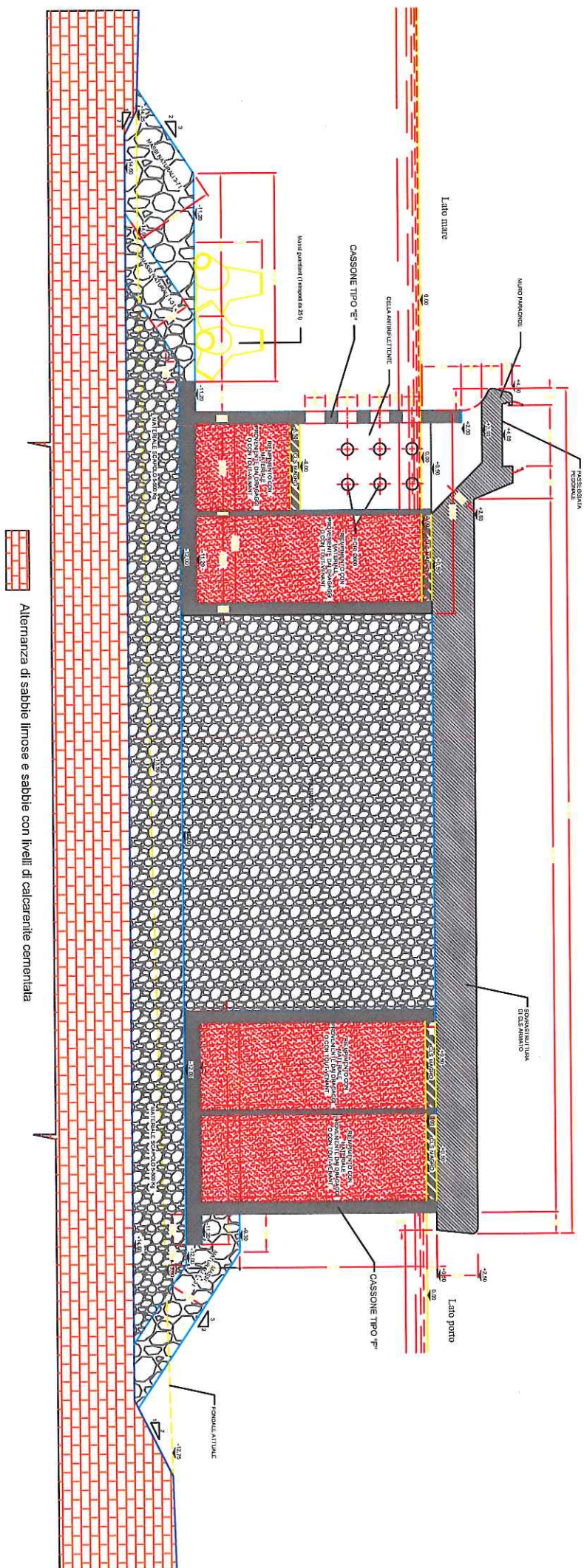


SEZIONE GEOGNOSTICA S2-S1
in scala 1:500

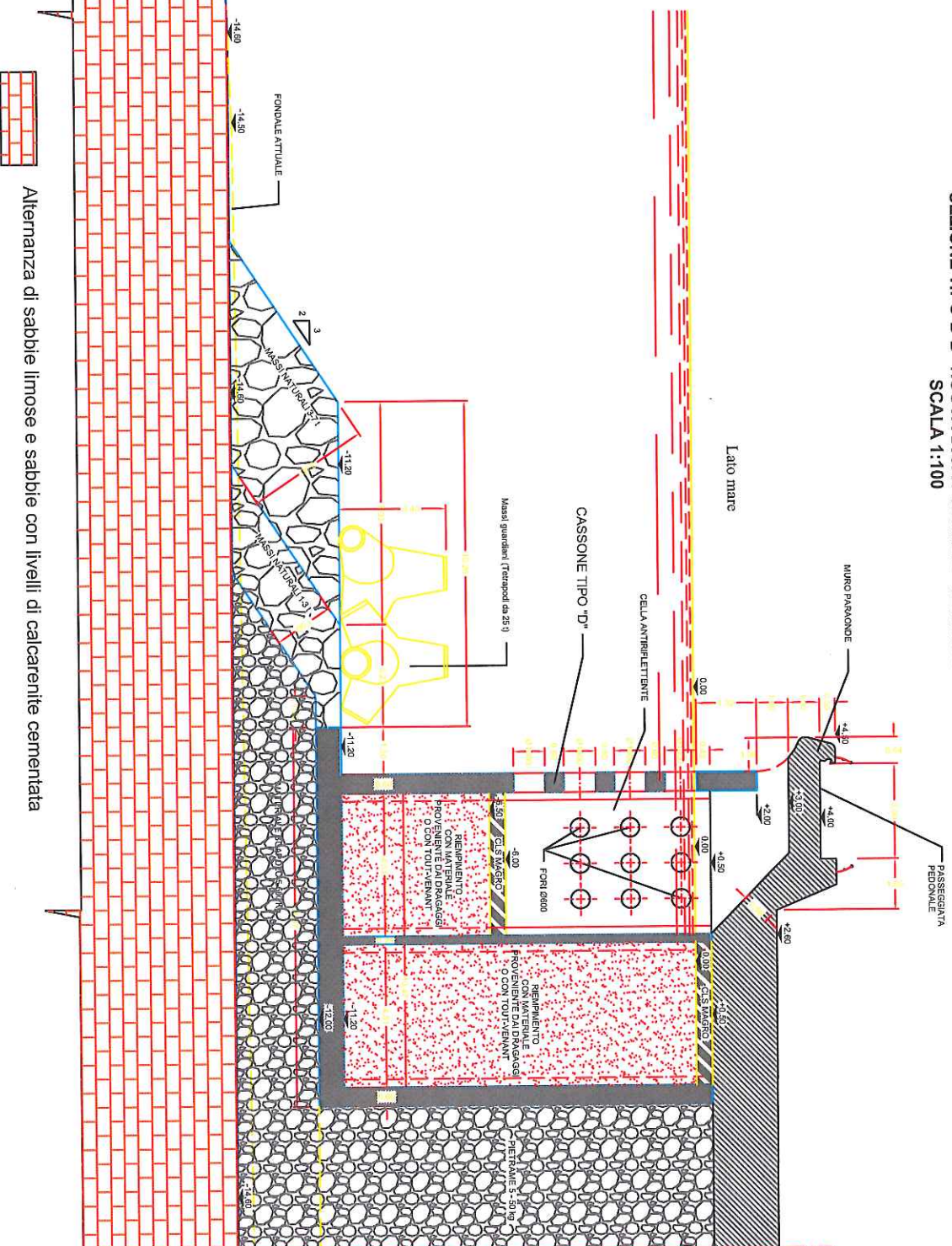


SEZIONI GEOGNOSTICHE DELLE PRINCIPALI OPERE PORTUALI DI MESSA IN SICUREZZA

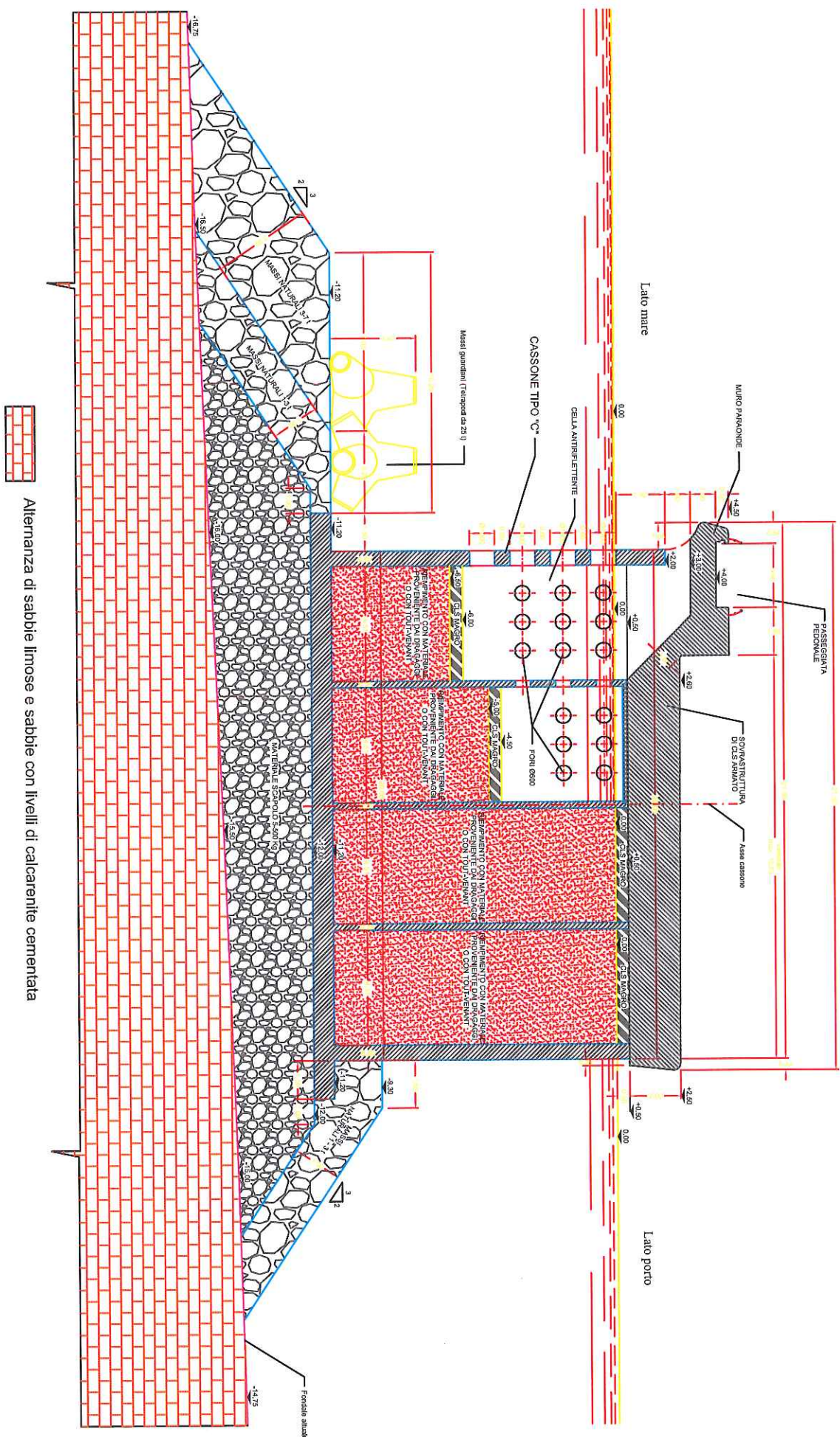
SEZIONE TIPO A-A "NUOVA DIGA FORANEA - TESTATA"
 SCALA 1:100



SEZIONE TIPO B-B "NUOVA DIGA FORANEA - TESTATA"
SCALA 1:100



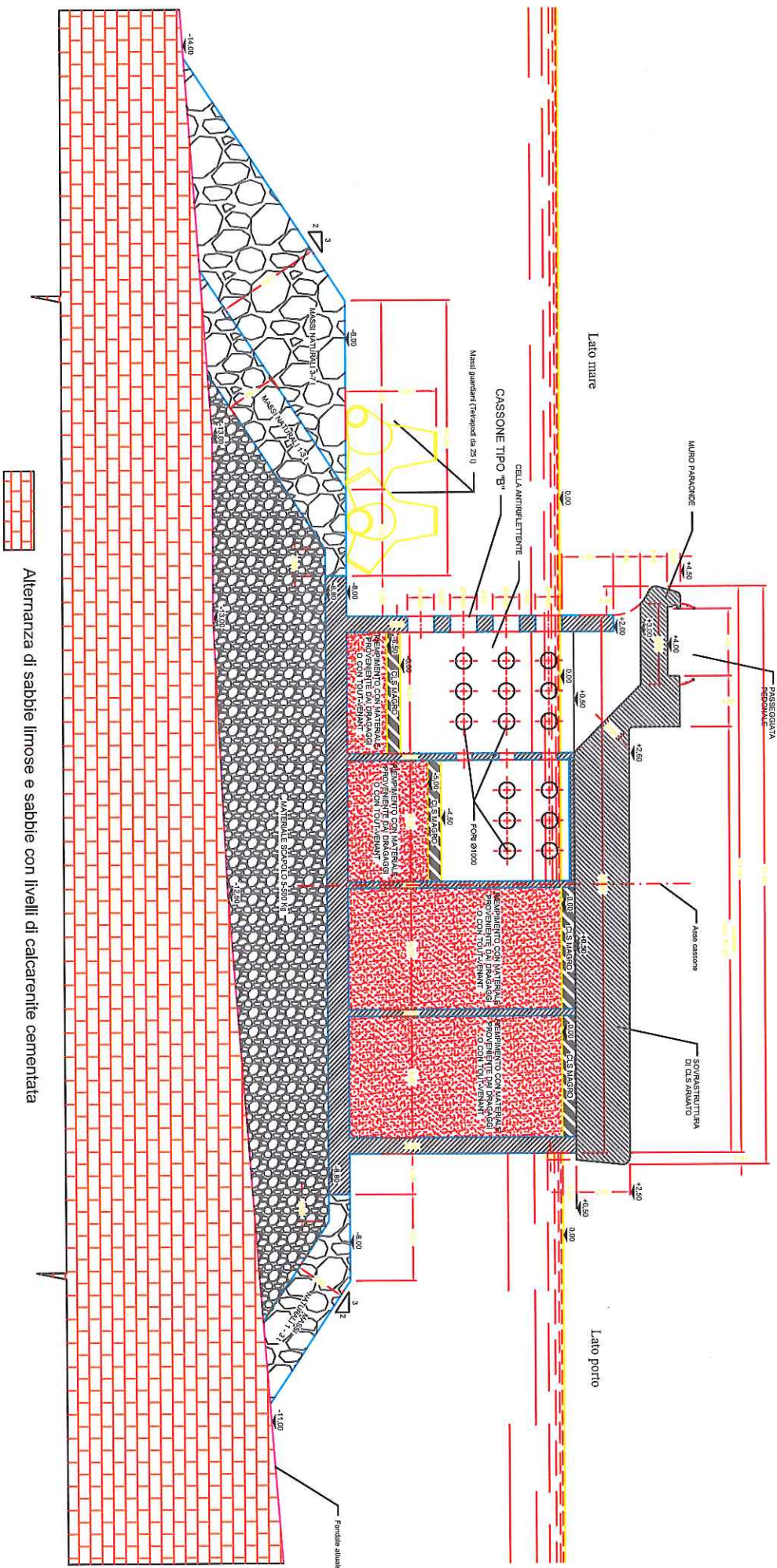
SEZIONE TIPO C-C "NUOVA DIGA FORANEA"
(Fondali maggiori di -15,00 m)
SCALA 1:100



SCALA 1:100



SEZIONE TIPO E-E "NUOVA DIGA FORANEA"
 (Fondali compresi tra -10,00 m e -15,00 m)
 SCALA 1:100



SCALA 1:100



Lato mare



Alternanza di sabbie limose e sabbie con livelli di calcarenite cementata

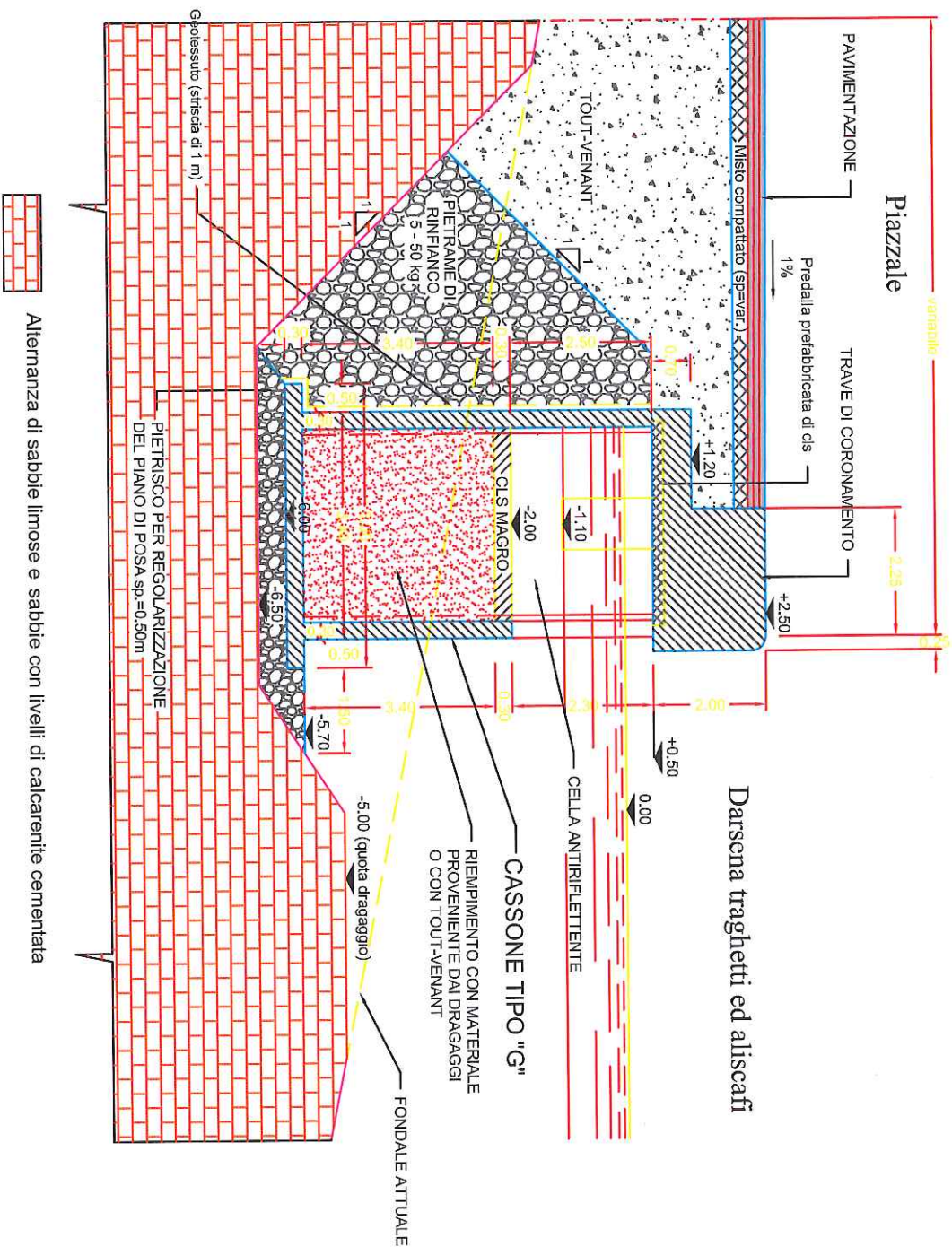
SCALA 1:100



SCALA 1:100



SEZIONE TIPO M-M "BANCHINA"
 (Fondali dragati quota -5.00 m)
 SCALA 1:100



GEOLOGICA TOSCANA

Prospezioni Geofisiche s.n.c.

di Damiano Guarguaglini & C.



COMMITTENTE: COMUNE DI FAVIGNANA

RELAZIONE TECNICA

SULLE INDAGINI GEOFISICHE, SUI SONDAGGI GEOGNOSTICI E

SULLE ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO,

RELATIVE AL PROGETTO DEFINITIVO PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI FAVIGNANA (TP)



Job n° 706

§ 1) PREMESSA

Su incarico e per conto del Comune di Favignana (TP) abbiamo eseguito un'indagine geognostica e geofisica finalizzata all'investigazione dei terreni ubicati in corrispondenza del porto di Favignana (TP) (vedi fig.1).

Nello specifico il presente report analizza le seguenti indagini:

- INDAGINI GEOGNOSTICHE

2 Sondaggi a carotaggio continuo per complessivi ml 60,00 di profondità;

6 Prove S.P.T. in foro;

6 Campioni indisturbati;

- INDAGINI GEOELETTRICHE

5 stendimenti geoelettrici in mare;

- PROVE DI LABORATORIO

Determinazione del contenuto di acqua del campione, determinazione del peso di volume, determinazione del peso specifico, granulometria, prova ad espansione laterale libera, prova di taglio diretto e point load test.

I due sondaggi geognostici si sono svolti in data 29 – 31.05.2017.

Le analisi di laboratorio sui campioni prelevati dai carotaggi geognostici, sono iniziate immediatamente dopo il termine dei sondaggi.

Le indagini geoelettriche sono state eseguite in data 30.05.2017.

§ 2) INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per determinare le caratteristiche del litotipo presente nell'area in esame, la resistenza meccanica del terreno d'imposta e le caratteristiche geotecniche del terreno, abbiamo eseguito due sondaggi geognostici a carotaggio continuo per complessivi 60,00 ml (vedi fig.2).



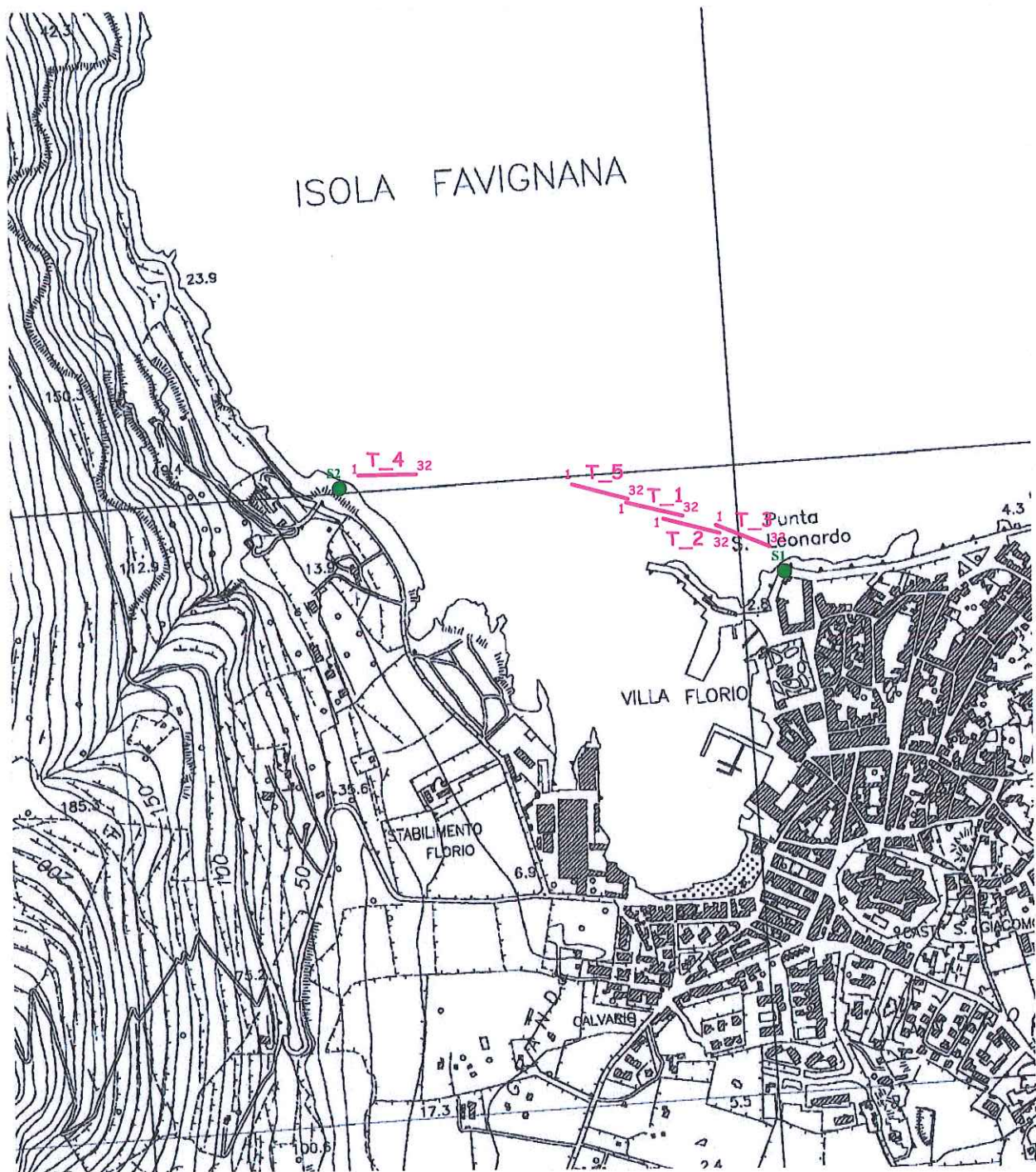
FIG. 1

Scala 1:25.000



AREA IN ESAME





Scala 1:10.000

FIG. 2
CARTA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

- S
SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
- T_1
1 32
TRACCIA DELLO STENDIMENTO DI TOMOGRAFIA ELETTRICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO



Il sondaggio S1 è stato spinto fino alla profondità di 30 m dal piano campagna ed è stato integrato da 3 prove S.P.T. in avanzamento e dal prelievo di 3 campioni indisturbati.

Il sondaggio S2 è stato spinto fino alla profondità di 30 m dal piano campagna ed è stato integrato da 3 prove S.P.T. in avanzamento dal prelievo di 3 campioni indisturbati.

2.1) Modalità esecutive dei sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti con impianto semovente operante a carotaggio continuo a rotazione ed avanzamento a secco, fino chiaramente al ritrovamento della prima falda, con sistema ad aste e carotiere del diametro di mm 101 (rivestimento, quando necessario, con tubo in ferro del diametro di mm 127, infisso a rotazione con circolazione d'acqua).

I sondaggi sono stati spinti a profondità utili agli scopi dell'indagine per 60,00 ml complessivi.

I sondaggi sono stati eseguiti per comprendere con elevata accuratezza le caratteristiche geotecniche del terreno.

2.2) Stratigrafia del sondaggio

Sono state allestite le rispettive cassette catalogatrici in plastica, fotografate e prese in carico dall'Amministrazione Committente, contenenti ciascuna la campionatura ordinaria.

La documentazione fotografica delle carote di sondaggio è riportata nell'allegato 1 alla presente relazione.

Le stratigrafie dei due sondaggi geognostici sono rappresentate e descritte nelle figure 3 e 4, dove sono riportate le colonne stratigrafiche, le descrizioni litologiche; le percentuali di carotaggio; i valori delle prove S.P.T. e le relative quote di esecuzione; la profondità dei campioni prelevati e, ove rilevata, la quota di soggiacenza della falda.

GEOLOGICA TOSCANA

VIALE G. MARCONI, 106 - POGGIBONSI - Tel. 0577 935891 Fax 0577 989279

Data: 30/31.05.2017

COMMITTENTE: COMUNE DI FAVIGNANA (TP)

METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO

SONDAGGIO N°: 1

LOCALITA': PORTO - FAVIGNANA (TP)

PROFON. mt	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	PROF. CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq	Falda
1					da mt 0,00 a mt 2,10 terreno di riporto costituito da sabbie grossolane, litici eterogenei per lo più calcarei;					
2										
3					da mt 2,10 a mt 8,00 biocalcareni poco cementate o debolmente cementate con intercalazioni sabbio - limose e sabbiose scarsamente addensate di colore crema RQD < 10 %;		SPT1 (3,00) 15-18-21			
4				S1C1 4,00 4,50						
5										
6										
7										
8				S1C2 7,40 7,80						
9					da mt 8,00 a mt 30,00 sabbie mediamente fini scarsamente limose di colore crema. Scarsamente addensate.					
10										
11						90%	SPT2 (10,00) 12-14-16			
12										
13				S1C3 13,00 13,50						
14										
15							SPT3 (15,00) 12-15-15			
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Fig. 3

GEOLOGICA TOSCANA

VIALE G. MARCONI, 106 - POGGIBONSI - Tel. 0577 935891 Fax 0577 989279

Data: 29/30.05.2017

COMMITTENTE: COMUNE DI FAVIGNANA (TP)

METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO

SONDAGGIO N°: 2

LOCALITA': CALA FUMERE - FAVIGNANA (TP)

PROFON. mt	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	PROF. CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq	Falda
1					da mt 0,00 a mt 1,30 limi e sabbie color biancastro con inclusi calcarei da millimetrici a centimetrici;		SPT1 (1,50) 8-10-10			
2					da mt 1,30 a mt 2,10 sabbie giallo arancio poco addensate con livelli di sabbie addensate e parzialmente cementate;					
3										
4					da mt 2,10 a mt 3,70 livelli di calcareniti colore arancio a granulometria fine, intercalate da livelli decimetrici di sabbie grossolane;					
5					da mt 3,70 a mt 5,00 calcareniti fini lapidee;					
6				S2C1 5,90 6,25	da mt 5,00 a mt 7,00 calcareniti lapidee molto grossolane con presenza di macrofossili;					
7										
8					da mt 7,00 a mt 9,00 sabbie grossolane e ghiaie fini in debole matrice limosa. I clasti hanno composizione calcarea-quarzosa, di forma da arrotondata a subarrotondata;		SPT2 (8,00) 18-35-40			
9										
10										
11					da mt 9,00 a mt 14,00 sabbie da fini a finissime di colore variabile tra il giallo e il grigio chiaro ben classate e quasi sciolte;	90%	SPT3 (7,50) 11-12-14			
12										
13										
14										
15					da mt 14,00 a mt 16,00 sabbie da fini a grossolane di colore grigio scuro poco classate e quasi sciolte in debole matrice argillosa. Si notano livelli argillosi centimetrici tra 15,30 e 15,60 m;					
16										
17				S2C2 17,20 17,60	da mt 16,00 a mt 19,00 argille sabbiose;					
18										
19				S2C3 19,00 19,25						
20										
21					da mt 19,00 a mt 30,00 sabbie sciolte con inclusi calcarei e conchigliari.					
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Fig. 4

2.3) Prove S.P.T.

La Standard Penetration Test è una prova nella quale si misura il numero di colpi necessario per infiggere il campionatore standard per la profondità di 45 centimetri sul fondo del foro di sondaggio.

Le prove sono state effettuate rispettando le norme definite nei documenti "ASTM designation D 1586/67 e 84", infiggendo il campionatore a mezzo di un dispositivo a percussione del peso di Kg 63,5 che cade da un'altezza costante di cm 76.

Per tale prova esistono apposite tabelle e diagrammi che correlano i risultati della prova standard con le caratteristiche del terreno e con il carico ammissibile per fondazioni di varie dimensioni.

Di seguito riportiamo le profondità a cui sono state eseguite le S.P.T. ed i relativi valori:

SONDAGGIO 1

S.P.T. n° 1	mt 3,00	numero di colpi: 15-18-21
S.P.T. n° 2	mt 10,00	numero di colpi: 12-14-16
S.P.T. n° 3	mt 15,00	numero di colpi: 12-15-15

SONDAGGIO 2

S.P.T. n° 1	mt 1,50	numero di colpi: 8-10-10
S.P.T. n° 2	mt 8,00	numero di colpi: 18-35-40
S.P.T. n° 3	mt 7,50	numero di colpi: 11-12-14

2.4) Campioni indisturbati

Sono stati prelevati 6 campioni indisturbati, 3 dal sondaggio 1 e 3 dal sondaggio 2.

Nel dettaglio:

SONDAGGIO 1

Campione S1C1	mt	4,00 – 4,50
Campione S1C2	mt	7,40 – 7,80
Campione S1C3	mt	13,00 – 13,50

SONDAGGIO 2

Campione S2C1	mt	5,90 – 6,25
Campione S2C2	mt	17,20 – 17,60
Campione S2C3	mt	19,00 – 19,25

In virtù delle particolari litologie rinvenute nel corso dei sondaggi, per esempio tratti di roccia compatta alternati a sabbie marine scarsamente addensate, non è stato possibile eseguire in ogni campione le prove previste; sono state altresì aggiunte nuove tipologie di prova in funzione della litologia, come il *Point Load Test*.

Nel dettaglio le analisi eseguite sui singoli campioni sono riportate in allegato 2 e sono state le uniche possibili vista la litologia incontrata nei 2 sondaggi.

§ 3) INDAGINI GEOELETTRICHE

Le ubicazioni delle indagini geoelettriche sono riportate in fig.2.

3.1) Indagine di tomografia elettrica multielettrodo in mare

La tomografia elettrica consiste nella determinazione di profili di resistività dei terreni indagati attraverso un numero elevato di elettrodi. Il georesistivimetro è dotato di una gestione automatica degli elettrodi che, commutandone la disposizione lungo la sezione investigata, varia la profondità di indagine. La configurazione geometrica utilizzata è di tipo **Gradiente XL e Doppio Dipolo**.

Il protocollo di acquisizione Gradiente XL può essere considerato una variante ai classici protocolli di tipo Schlumberger e Wenner in quanto anche in questo caso gli elettrodi di potenziale vengono mantenuti esternamente rispetto agli elettrodi di corrente e pertanto non mantengono le caratteristiche di simmetria e costanza del passo tipici dei protocolli tradizionali.

Il vantaggio di utilizzo del protocollo Gradiente XL è legato alla possibilità di acquisizione multicanale dello strumento utilizzato oltre a permettere di meglio evidenziare variazioni latero-verticali rispetto ai classici protocolli sopra enunciati.

Nella configurazione doppio dipolo invece gli elettrodi di corrente e quelli di potenziale vanno a costituire due coppie separate (AB ed MN) con gli uni esterni agli altri, essi vengono reciprocamente allontanate tra di loro; sostanzialmente in questa disposizione il potenziale elettrico è misurato al di fuori della linea ideale che congiunge gli elettrodi di corrente: lo schema del quadripolo è dunque A B M N e questo tipo di protocollo è particolarmente sensibile alle strutture verticali risentendo in misura maggiore dei potenziali spontanei del terreno influenzando maggiormente sul rapporto segnale/rumore.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione dei sondaggi elettrici consiste di:

- GEORESISTIVIMETRO ABEM MOD. TERRAMETER LS QUADRICANALE;
- n. 01 cavo munito di sistema di connessione take-outs, ciascuno con 32 attacchi e spaziatura massima di 5.00 metri;
- Sistema di energizzazione interno, con potenza massima output ± 600 V;
- SOFTWARE RES 2 INV che consente l'elaborazione dei dati, restituiti in forma di matrice, ed una immediata elaborazione.

Dimensioni	1 BOX 35x25x15 cm
Peso	12.0 kg
Temperatura di lavoro	-20 a +70 °C
Alimentazione Esterna	Batteria a 12 V

OUTPUT CURRENT SPECIFICATIONS	
Voltaggio	Max +/- 600V
Potenza	Max 250W
Intensità	Max 2500 mA
Tempo di acquisizione	Da 0,2 a 16 s
INPUT VOLTAGE SPECIFICATION	
Impedenza in entrata	Min 200 M Ω
Input voltage protection	Max 1200V
Voltage measurement	<0.1%
Riduzione del noise	Max 255 stacks
Accuratezza di resistività	<1%

Tabella 1 – Caratteristiche fisiche "ABEM Terrameter LS"

RESTITUZIONE DEI DATI

Nell'ambito dei lavori eseguiti sono stati realizzati n. 05 profili geoelettrici denominati T1, T2, T3, T4 e T5 con lunghezza pari a 93 m, consentendo di investigare sino ad una profondità massima di circa 28.0 m dal pelo dell'acqua (vedi sezioni allegate).

Di seguito vengono commentate le misure relative al protocollo doppio dipolo, considerato più attendibile in fase di restituzione del dato finale in quanto correlato a un minor valore di errore statistico (RMS).

SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	SEV		SEO		TOMOGRAFIA ELETTRICA	X
Nome stendimento	T01					
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA					
Strumento utilizzato	ABEM Terrameter LS					
N° elettrodi utilizzati / N° totali	32/64					
Interdistanza cavi	5 m					
Interdistanza elettroica	3 m					
Lunghezza stendimento	93 m					
Sistema di energizzazione	ABEM interno, con potenza massima output \pm 600 V					
Filtro applicato	Su software in fase di editing					
Scarto max misura diretta/inversa	\pm 0.2%					
Programma utilizzato per acquisizione	ABEM Terrameter					
Programma utilizzato per elaborazione dati	RES 2d inv					
Note alla presente scheda						
Allegati al presente documento	Sezioni interpretative 2D					



FOTO 1 stendimento geoelettrico T1

Indagine elettrica T1

Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodico pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 93.00 m con configurazione interelettrodica di tipo doppio dipolo e Gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

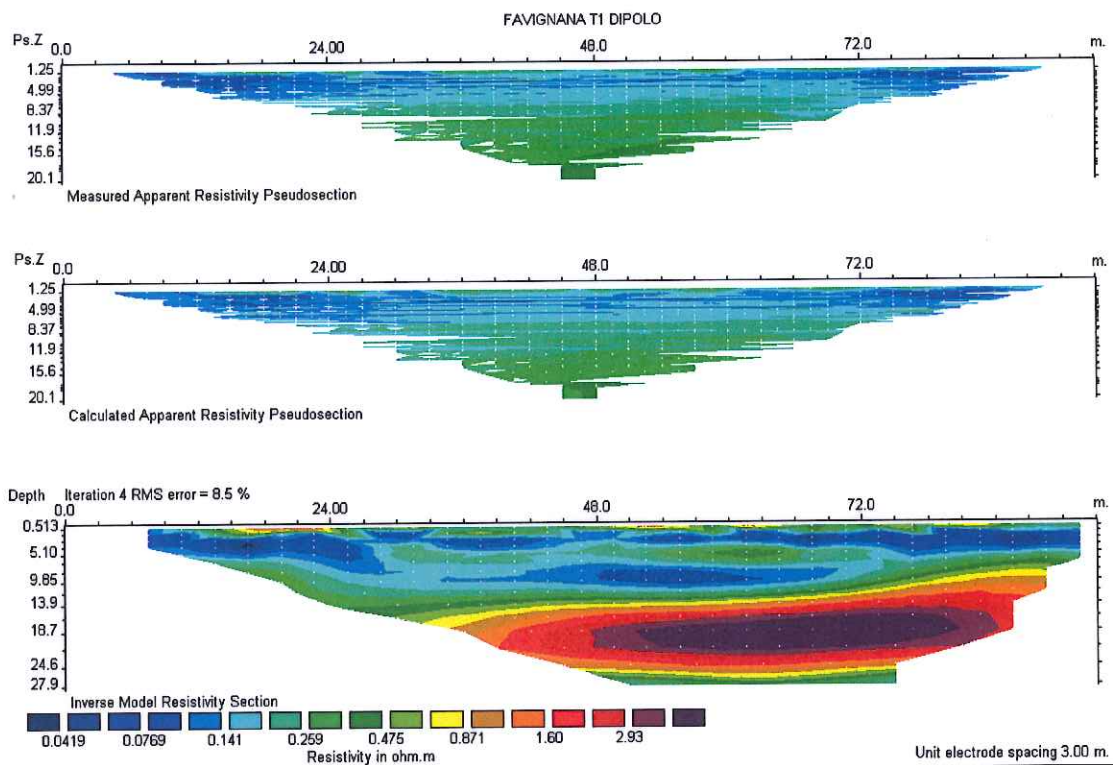
Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0419 a circa 3.00 $\Omega \cdot m$.

La sezione elettrostratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 14.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0419 e 0.30 $\Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuta un elettrostrato, con andamento debolmente piano inclinato, con valori di resistività compresi tra 0.35 e 3.0 $\Omega \cdot m$, che si estende fino a al fondo della sezione, tale spessore potrebbe verosimilmente essere riconducibile a sedimenti di natura sabbioso calcarenitica, totalmente imbibiti.

INDAGINE ELETTRICA T1

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTRO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLO



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	SEV	SEO	TOMOGRAFIA ELETTRICA	X
Nome stendimento	T02			
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA			
Strumento utilizzato	ABEM Terrameter LS			
N° elettrodi utilizzati / N° totali	32/64			
Interdistanza cavi	5 m			
Interdistanza elettroica	3 m			
Lunghezza stendimento	93 m			
Sistema di energizzazione	ABEM interno, con potenza massima output \pm 600 V			
Filtro applicato	Su software in fase di editing			
Scarto max misura diretta/inversa	\pm 0.2%			
Programma utilizzato per acquisizione	ABEM Terrameter			
Programma utilizzato per elaborazione dati	RES 2d inv			
Note alla presente scheda				
Allegati al presente documento	Sezioni interpretative 2D			

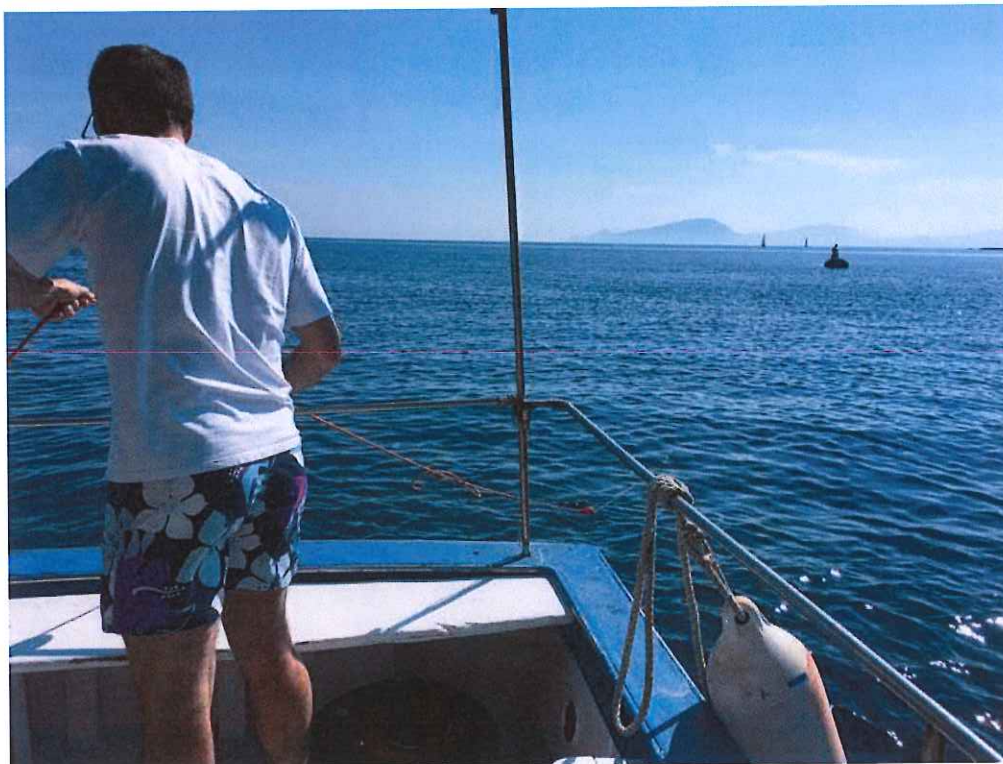


FOTO 1 stendimento geoelettrico T2

Indagine elettrica T2

Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodico pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 93.00 m con configurazione interelettrodica di tipo doppio dipolo e Gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

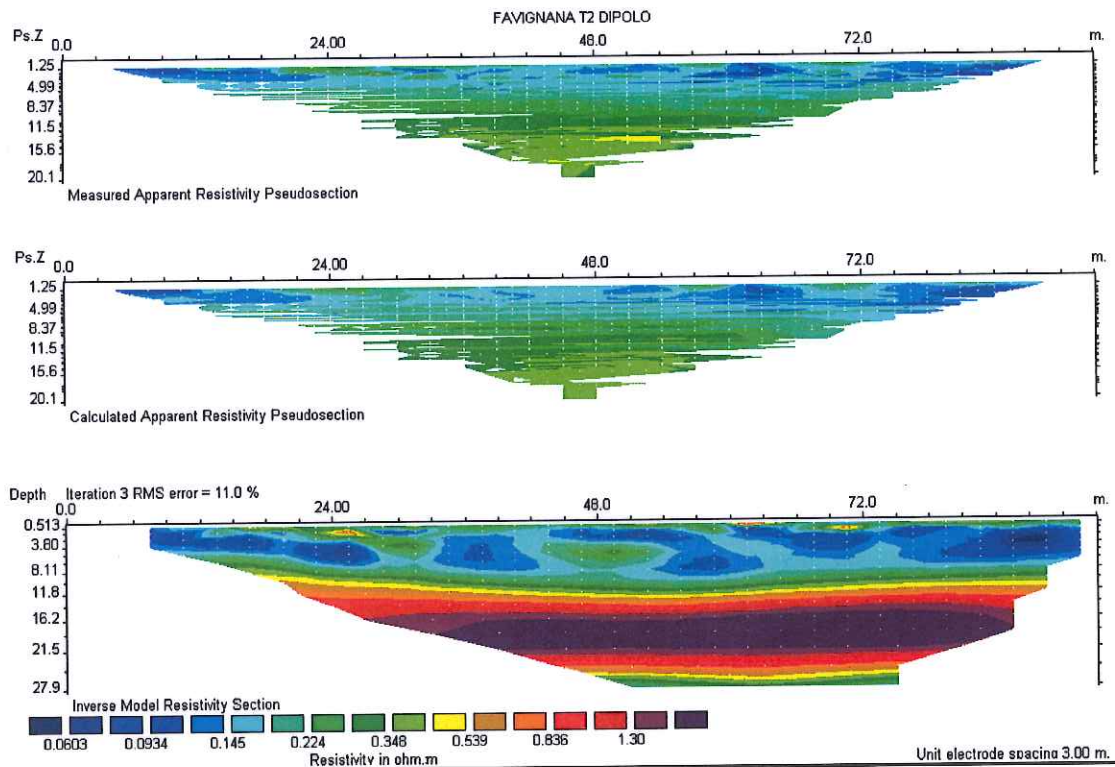
Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0603 a circa 1.50 $\Omega \cdot m$.

La sezione elettro stratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 12.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0603 e 0.30 $\Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuta un elettrostrato, con andamento pian parallelo, con valori di resistività compresi tra 0.35 e 1.30 $\Omega \cdot m$, che si estende fino a al fondo della sezione, tale spessore potrebbe verosimilmente essere riconducibile a sedimenti di natura sabbioso calcarenitica, totalmente imbibiti.

INDAGINE ELETTRICA T2

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTRO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLO



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	SEV	SEO	TOMOGRAFIA ELETTRICA	X
Nome stendimento	T03			
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA			
Strumento utilizzato	ABEM Terrameter LS			
N° elettrodi utilizzati / N° totali	32/64			
Interdistanza cavi	5 m			
Interdistanza elettroica	3 m			
Lunghezza stendimento	93 m			
Sistema di energizzazione	ABEM interno, con potenza massima output \pm 600 V			
Filtro applicato	Su software in fase di editing			
Scarto max misura diretta/inversa	\pm 0.2%			
Programma utilizzato per acquisizione	ABEM Terrameter			
Programma utilizzato per elaborazione dati	RES 2d inv			
Note alla presente scheda				
Allegati al presente documento	Sezioni interpretative 2D			



FOTO 1 stendimento geoelettrico T3

Indagine elettrica T3

Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodico pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 93.00 m con configurazione interelettrodica di tipo doppio dipolo e Gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

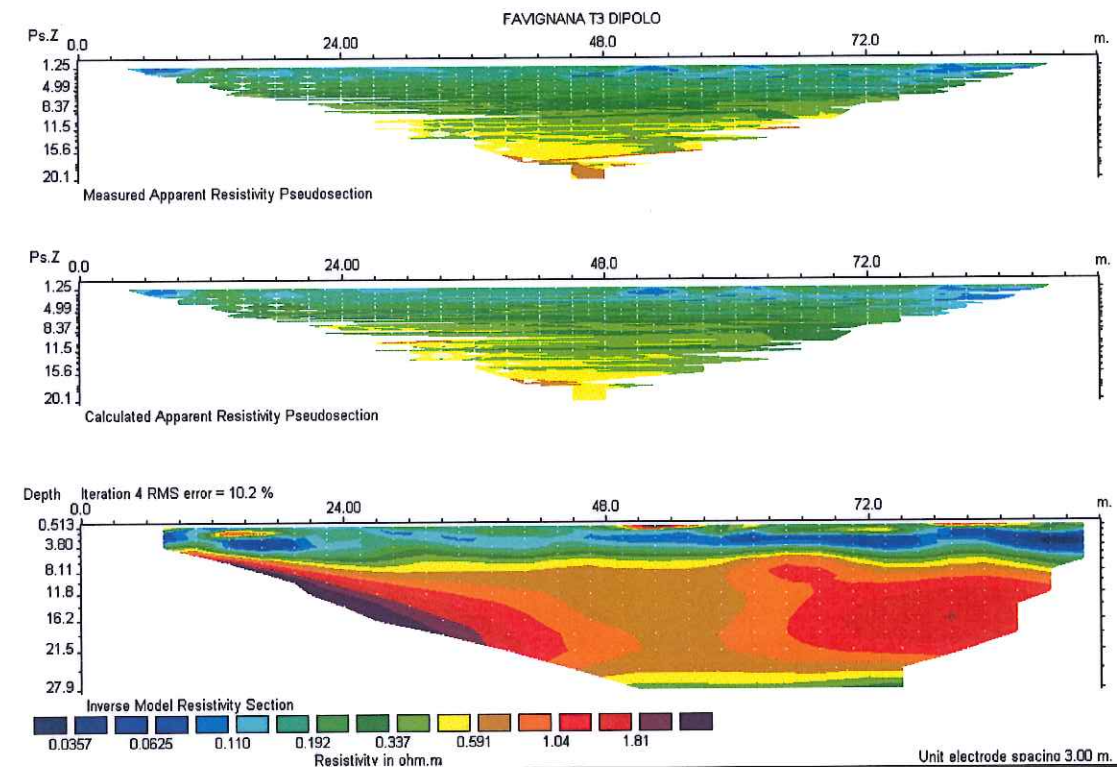
Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0357 a circa $1.90 \Omega \cdot m$.

La sezione elettro stratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 7.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0357 e $0.30 \Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuta un elettrostrato, con andamento pian parallelo, con valori di resistività compresi tra 0.35 e $1.90 \Omega \cdot m$, che si estende fino al fondo della sezione, tale spessore potrebbe verosimilmente essere riconducibile a sedimenti di natura sabbioso calcarenitica, totalmente imbibiti.

INDAGINE ELETTRICA T3

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTRO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLO



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	SEV	SEO	TOMOGRAFIA ELETTRICA	X
Nome stendimento	T04			
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA			
Strumento utilizzato	ABEM Terrameter LS			
N° elettrodi utilizzati / N° totali	32/64			
Interdistanza cavi	5 m			
Interdistanza elettroica	3 m			
Lunghezza stendimento	93 m			
Sistema di energizzazione	ABEM interno, con potenza massima output \pm 600 V			
Filtro applicato	Su software in fase di editing			
Scarto max misura diretta/inversa	\pm 0.2%			
Programma utilizzato per acquisizione	ABEM Terrameter			
Programma utilizzato per elaborazione dati	RES 2d inv			
Note alla presente scheda				
Allegati al presente documento	Sezioni interpretative 2D			



FOTO 1 stendimento geoelettrico T4

Indagine elettrica T4

Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodico pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 93.00 m con configurazione interelettrodica di tipo doppio dipolo e Gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0603 a circa $6.70 \Omega \cdot m$.

La sezione elettro stratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 8.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0603 e $0.30 \Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

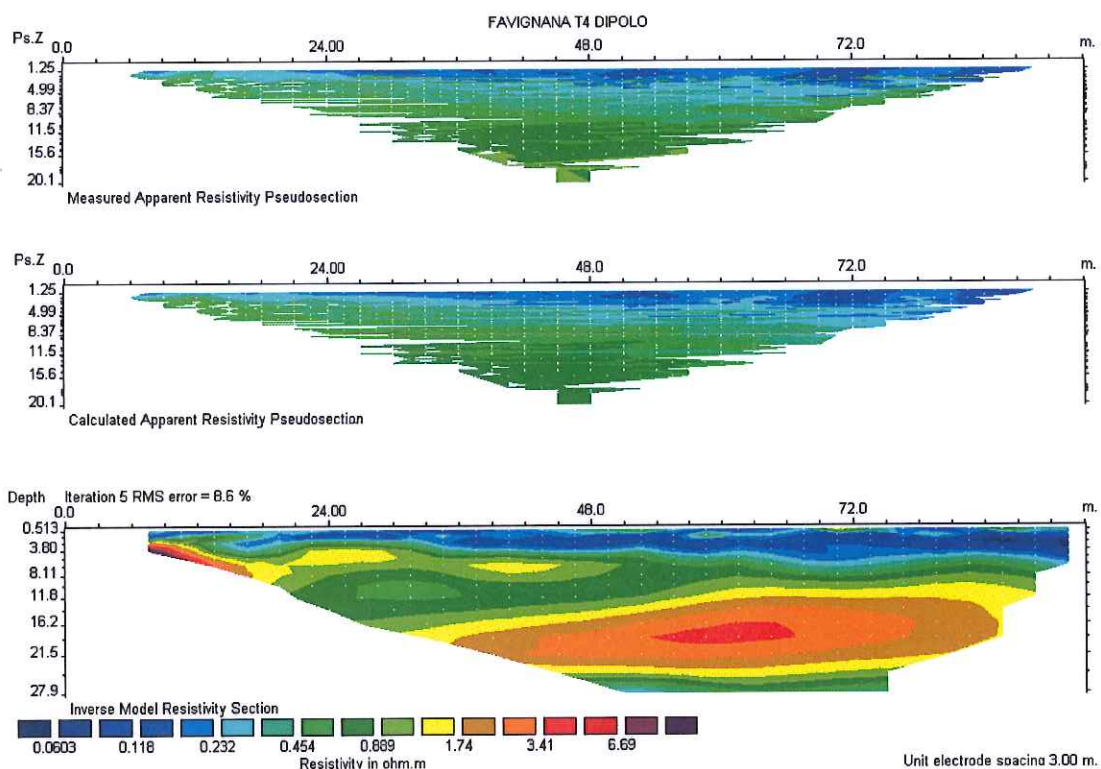
Al di sotto di tale unità è stata rinvenuta un elettrostrato, con andamento pian inclinato, con valori di resistività compresi tra 0.35 e $1.70 \Omega \cdot m$, che si estende fino ad una profondità compresa tra 10.00 e 16.00 metri dal pelo libero dell'acqua, tale spessore potrebbe verosimilmente essere riconducibile a sedimenti di natura limoso sabbiosa, totalmente imbibiti.

Oltre tale profondità si assiste ad un graduale aumento dei valori di resistività fino a raggiungere valori massimi prossimi a $6.70 \Omega \cdot m$, sempre con modello di stratificazione ad andamento piano inclinato.

INDAGINE ELETTRICA T4

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTRO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO

DIPOLO



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	SEV	SEO	TOMOGRAFIA ELETTRICA	X
Nome stendimento	T05			
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA			
Strumento utilizzato	ABEM Terrameter LS			
N° elettrodi utilizzati / N° totali	32/64			
Interdistanza cavi	5 m			
Interdistanza elettrodica	3 m			
Lunghezza stendimento	93 m			
Sistema di energizzazione	ABEM interno, con potenza massima output \pm 600 V			
Filtro applicato	Su software in fase di editing			
Scarto max misura diretta/inversa	\pm 0.2%			
Programma utilizzato per acquisizione	ABEM Terrameter			
Programma utilizzato per elaborazione dati	RES 2d inv			
Note alla presente scheda				
Allegati al presente documento	Sezioni interpretative 2D			



FOTO 1 stendimento geoelettrico T5

Indagine elettrica T5

Il suddetto stendimento è stato realizzato sfruttando un passo interelettrodico pari a 3.00 m per una lunghezza complessiva pari a 93.00 m con configurazione interelettrodica di tipo doppio dipolo e Gradiente XL.

Come evidenziato dal grafico, la configurazione geometrica utilizzata ha permesso di potere investigare fino ad un massimo di 28 m.

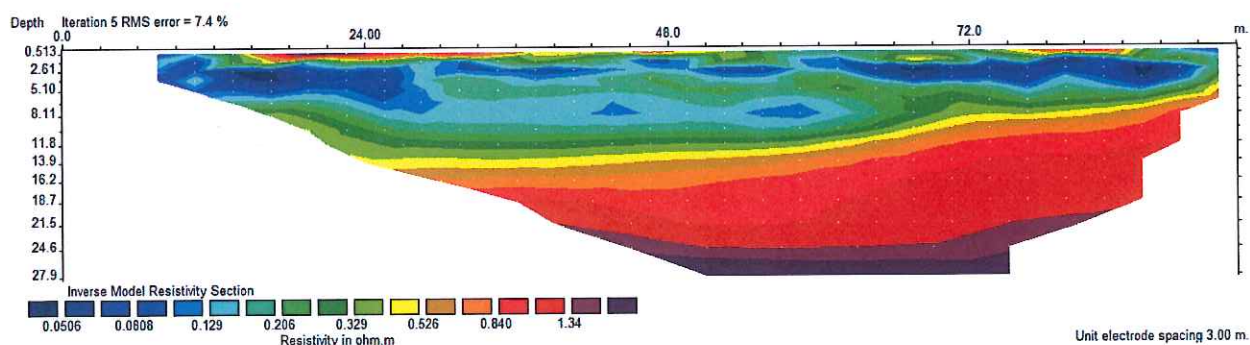
Le sezioni in esame hanno mostrato dei valori di resistività variabili da 0.0506 a circa $1.40 \Omega \cdot m$.

La sezione elettrostratigrafica ha evidenziato uno spessore superficiale generalmente non superiore a 14.00 m con valori di resistività compresi tra 0.0506 e $0.30 \Omega \cdot m$, (trattasi dello spessore corrispondente alla batimetria della sezione investigata).

Al di sotto di tale unità è stata rinvenuto un elettrostrato, con andamento debolmente piano inclinato, con valori di resistività compresi tra 0.35 e $1.40 \Omega \cdot m$, che si estende fino a al fondo della sezione, tale spessore potrebbe verosimilmente essere riconducibile a sedimenti di natura sabbioso calcarenitica, totalmente imbibiti.

INDAGINE ELETTRICA T5

SEZIONE BIDIMENSIONALE ELETTO-TOMOGRAFICA METODO DOPPIO DIPOLO



In figura 2 sono esattamente ubicate le stese di tomografia elettrica. Dalla sovrapposizione planimetrica appare chiaro che lo sviluppo del nuovo porto non è totalmente coperto da tali stese. Infatti la stesa T4 non è stato possibile eseguirla a fianco della T5 per ragioni di sicurezza poiché impediva l'accesso al porto da parte delle imbarcazioni presenti. L'esecuzione a fianco del sondaggio T2 fornisce tuttavia informazioni essenziali sulla natura del substrato geologico e permette una ricostruzione dell'area investigata molto puntuale ed esaustiva.

Poggibonsi, 20.06.2017

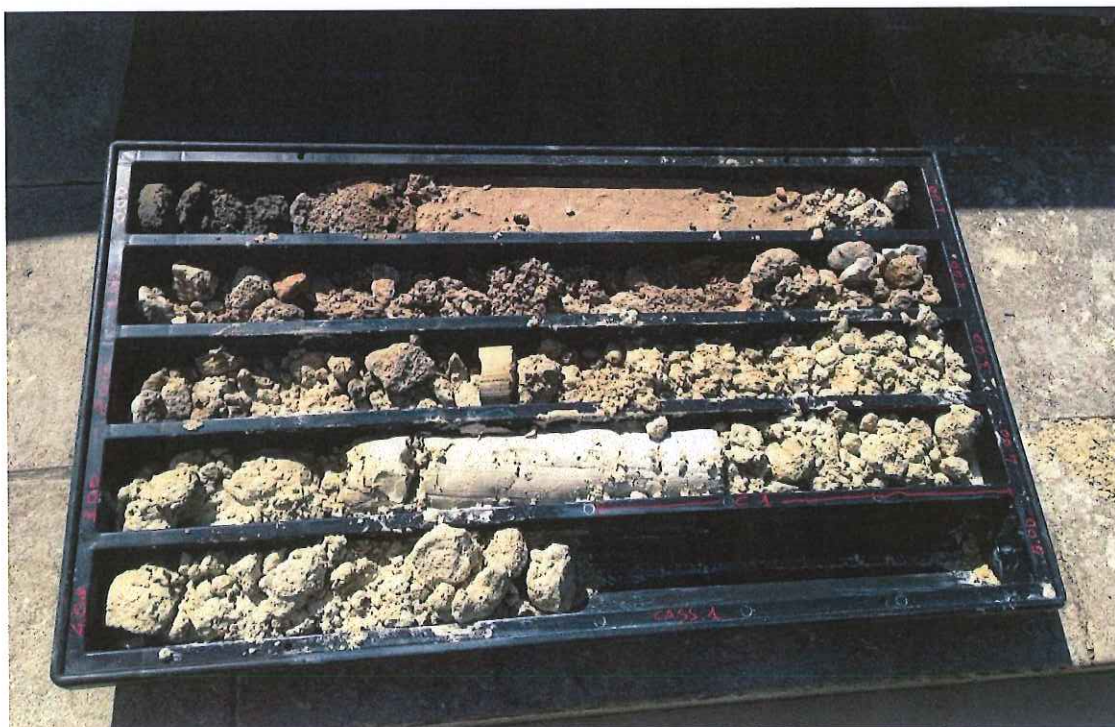
ALLEGATO 1

***DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA***

Committente: Comune di Favignana
Località: Porto Turistico – Favignana (TP)
"SONDAGGIO 1"



Postazione S1



Da mt 0,00 a mt 5,00



Da mt 5,00 a mt 10,00



Da mt 10,00 a mt 15,00



Da mt 15,00 a mt 20,00



Da mt 20,00 a mt 25,00



Da mt 25,00 a mt 30,00

Committente: Comune di Favignana
Località: Cala Fumè – Favignana (TP)
"SONDAGGIO 2"



Postazione S2



Da mt 0,00 a mt 5,00



Da mt 5,00 a mt 10,00



Da mt 10,00 a mt 15,00



Da mt 15,00 a mt 20,00



Da mt 20,00 a mt 25,00



Da mt 25,00 a mt 30,00

ALLEGATO 2
CERTIFICATI DELLE ANALISI DI LABORATORIO

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni



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

OGGETTO DEI LAVORI

Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana

COMMITTENTE

Geologica Toscana

<i>Rif. Verb. di accettazione n°</i>	579
--------------------------------------	------------

<i>Rif. Interno n°</i>	28/17
------------------------	--------------

RISULTATI DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO



GEO3 s.a.s.
Il Direttore di laboratorio
Dott. Siro A. Ardagna

Oggetto dei lavori:

Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana

Nell'ambito dei lavori inerenti la campagna di indagini geognostiche in oggetto, il committente, **Geologica Toscana**

ha incaricato formalmente la Società GEO 3 s.a.s. di Antonino Ardagna & C. per l'esecuzione di prove geotecniche su campioni di terreno opportunamente prelevati. Sono, infatti, pervenuti presso codesto laboratorio i seguenti campioni:

N°	6	fustelle metalliche denominate S1C1, S1C2, S1C3, S2C1, S2C2 e S2C3
N°	0	sacchetto plastico

I campioni risultano essere opportunamente sigillati onde evitarne l'essiccazione e marcati da etichetta identificatrice.

Dopo l'apertura del campione, è stato possibile identificare lo stesso e classificarlo dal punto di vista macroscopico; in seguito a tale identificazione si è proceduto alla selezione delle porzioni necessarie per la caratterizzazione fisica e meccanica.

Nello specifico sono state eseguite le seguenti prove:

- determinazione del contenuto di acqua del campione – ASTM D 2216-80;
- determinazione del peso per unità di volume – BS 1377;
- determinazione del peso specifico – ASTM D 854;
- granulometrica mediante sedimentazione (aerometria) e/o setacciatura - ASTM D 422;
- prova ad espansione laterale libera E.L.L – ASTM D 2166;
- prova di taglio diretto – ASTM D 3080.

Di seguito vengono riportati i certificati da campioni pervenuti in questo laboratorio.

98/17 a

a

100/17 d

con riferimento ai

Gibellina, giugno-17



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni



 Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	SCHEDA CAMPIONE		Rif. interno n°	28/17
	S1	C2	Certificato n°	98/17 a
			Data emissione	19/06/2017
			n° pagine	1 / 13

Rif. Verbale di accettazione n° 579

Committente Geologica Toscana

Direttore Lavori - Località: Favignana (TP)

Oggetto: Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana

Sondaggio	S1	Campione	C2
Profondità	7,40-7,80 metri p.c.	Contenitore	Fustella metallica
Data prelievo campione	30-mag-17	Data accettazione	08-giu-17
		Data inizio prove	08-giu-17

Descrizione del campione

Sabbia debolmente limosa di colore beige con presenza di inclusi calcarenitici polidimensionali. Umida e sciolta.

Classe di qualità Q5 Indisturbato ☒ Rimaneggiato ☐

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	X	100<kPa<400	-	> 400 kPa	-
Infissione pocket vane - test	N/cm ²					

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua	08/06/2017	x	Edometria		
Peso di volume	08/06/2017	x	Taglio diretto	08/06/2017	x
Peso specifico dei grani	14/06/2017	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg			ELL		
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	14/06/2017	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)	16/06/2017	x	Triassiale CD		
Analisi granulometrica (UNI 10006:2002)			Point Load Test		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W_0 (%)	27,57	Peso specifico I γ_s (kN/m ³)	26,73
Contenuto d'acqua II W_0 (%)	27,38	Peso specifico II γ_s (kN/m ³)	26,72
Contenuto d'acqua medio W_0 (%) (media 2 determinaz.)	27,48	Peso specifico medio γ_s (kN/m ³) (media 2 determinaz.)	26,73
Peso di volume γ (kN/m ³)	17,50	Grado di saturazione (S_n) (%)	79,09
		Indice dei vuoti (e)	0,95
Peso di volume secco γ_d (kN/m ³)	13,73	Porosità %	48,63

Curva GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422)

Rif. interno n° 28/17
Certificato n° 98/17 b
Data 19/06/2017
n° pagina 2 / 13

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

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

Dati del Cliente
 Cliente **Geologica Toscana**

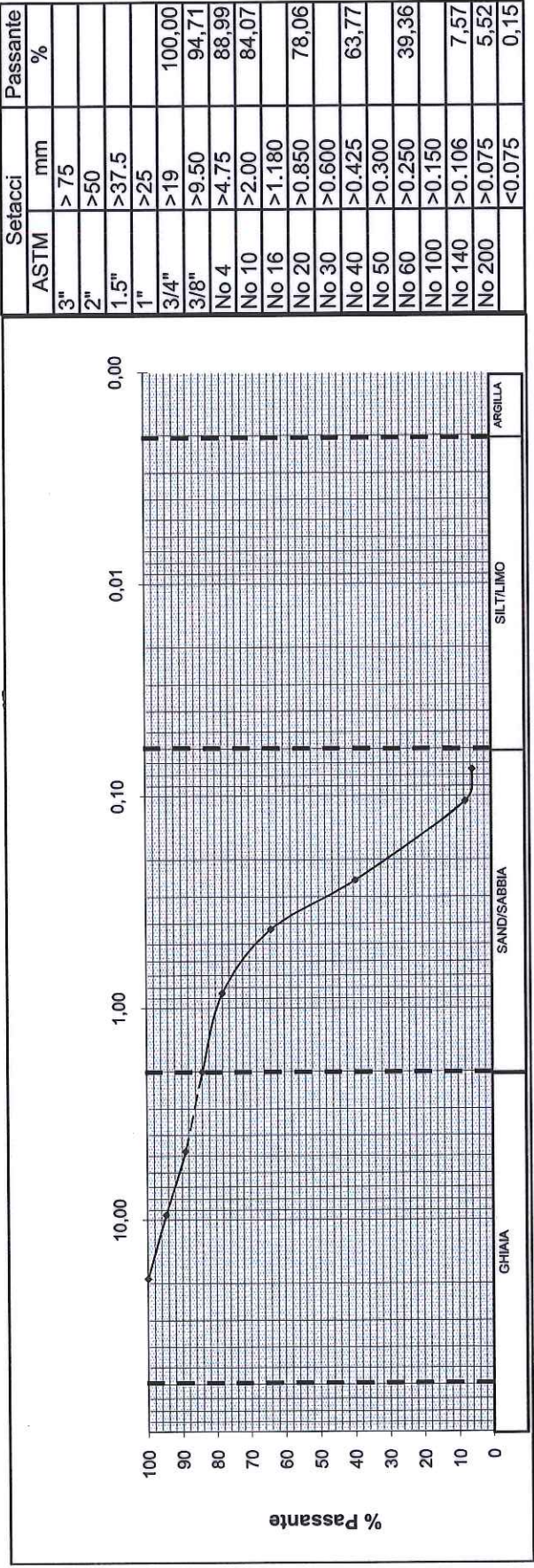
Il Direttore di Laboratorio
Lo Sperimentatore

Caniere Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana

Sondaggio S1 **Campione** C2

Profondità 7,40-7,80 m

GEO3 s.a.s.
 Il Direttore di Laboratorio
 Dott. Geol. **Vito Francesco Inglessia**



Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	φ 60	φ 10	U
Sabbia ghiaiosa	16	79	-	-	0,38	0,13	2,92

Note: In accordo con la normativa ASTM utilizzata, la rimanente porzione granulometrica inferiore a 0,075 mm, non è stata determinata in sedimentazione poiché inferiore al 10% del totale.



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del
25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 98/17- c pagina 3/13

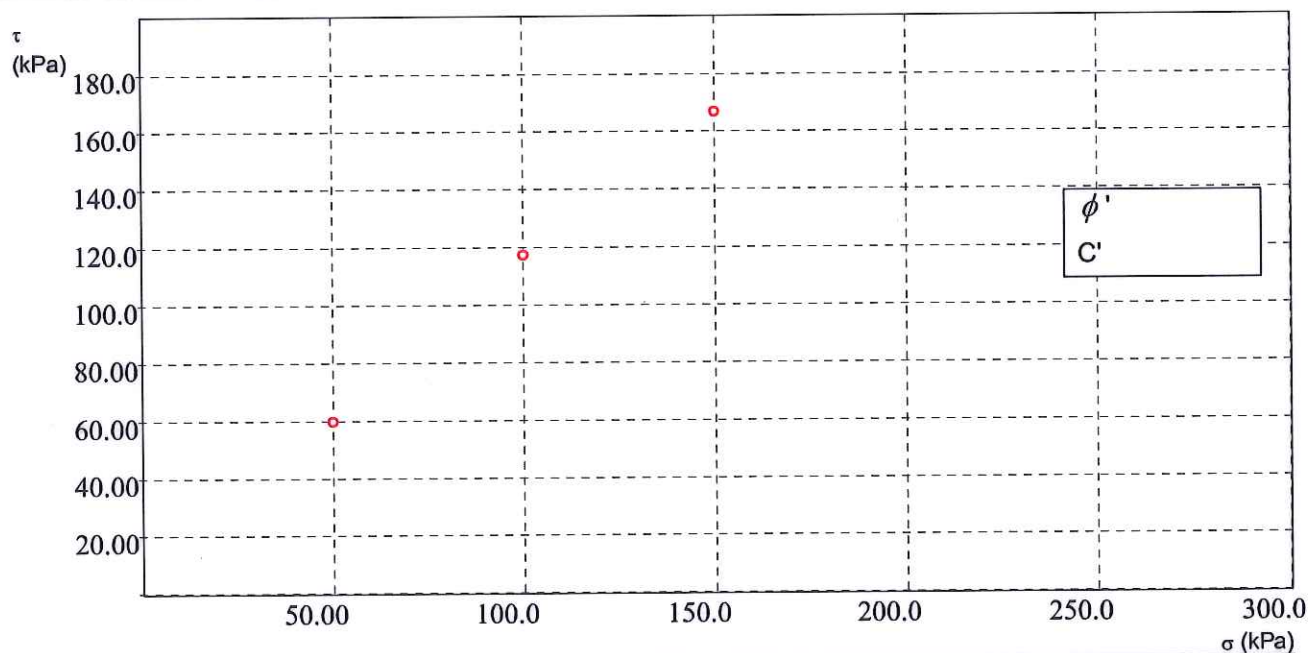
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente Geologica Toscana
Indirizzo Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere Favignana (TP)
Sondaggio S1
Campione C2
Profondità 7.40-7.80 m

Provino	Ho mm	Ao cm ²	γ_n g/cm ³	γ_d g/cm ³	Wo %	Wf %	So %	Sf %
2817S12A	20,00	36,00	1,771	1,391	27,30	27,07	77,76	81,12
2817S12B	20,00	36,00	1,796	1,407	27,67	25,58	80,60	78,91
2817S12C	20,00	36,00	1,789	1,400	27,83	25,32	80,22	77,66

Provino	σ_v kPa	H mm	dt h	τ_f kPa	Sh mm	V micron/min		
2817S12A	50,00	19,52	1,00	59,57	2,88	4,00		
2817S12B	100,00	19,46	1,00	117,27	4,28	4,00		
2817S12C	150,00	19,42	1,00	166,80	4,56	4,00		





Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del
25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

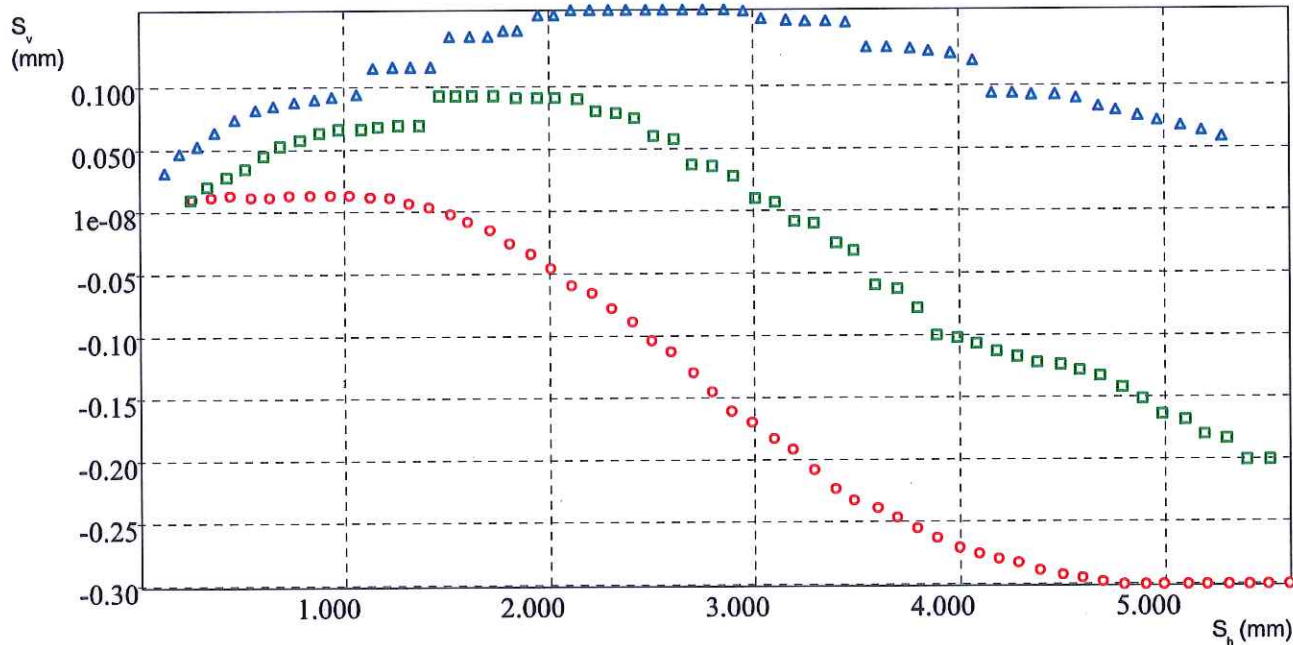
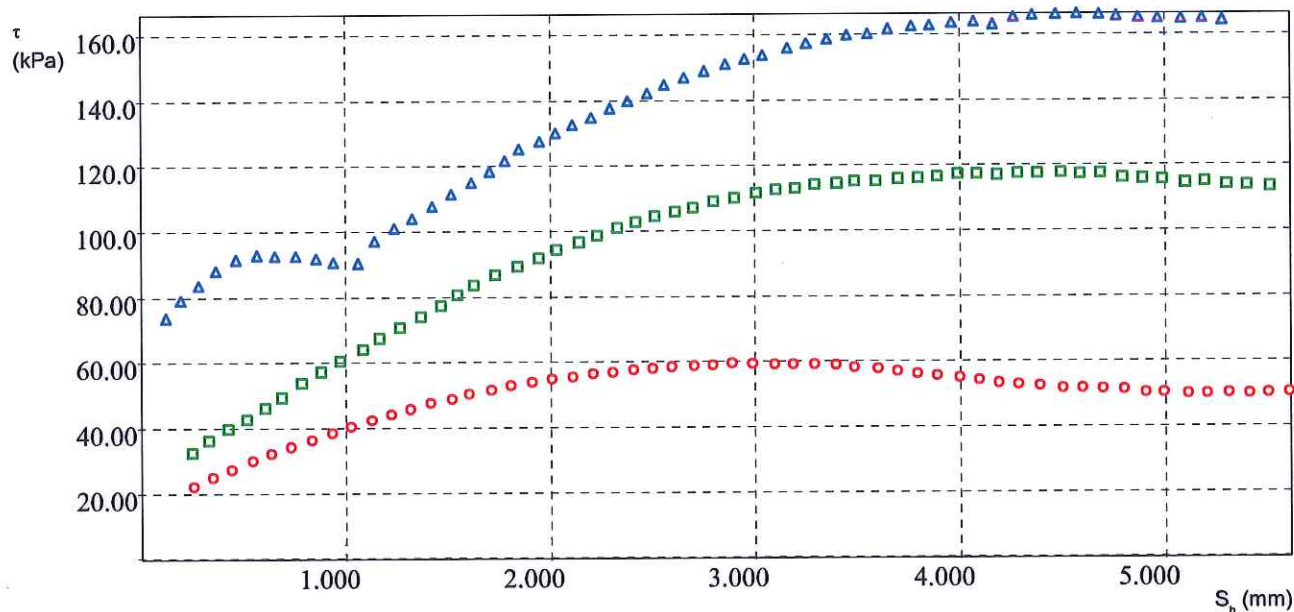
Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 98/17- c pagina 4/13

Dati del Cliente

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	7.40-7.80 m





Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 98/17- c pagina 5/13

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

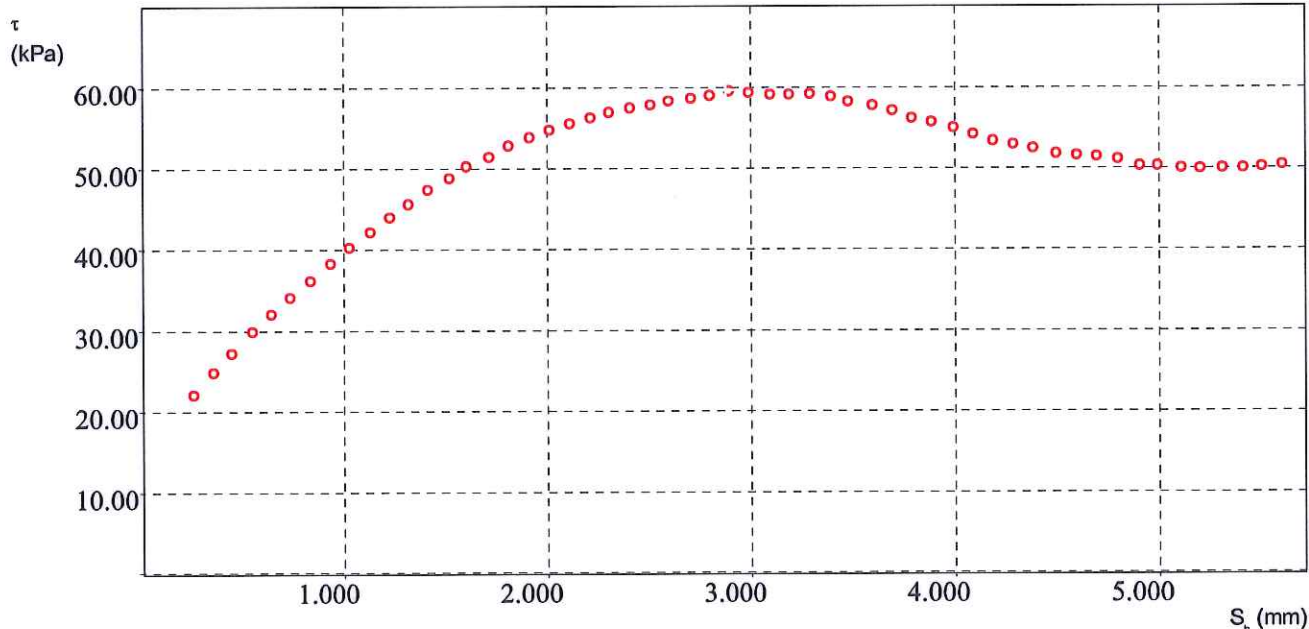
Dati del Cliente

Cliente Geologica Toscana
Indirizzo Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere Favignana (TP)
Sondaggio S1
Campione C2
Profondità 7.40-7.80 m

Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
50,00	0,01	0,26	79,60	22,11
75,00	0,01	0,35	89,70	24,92
100,00	0,01	0,44	98,10	27,25
125,00	0,01	0,54	107,70	29,92
150,00	0,01	0,64	115,50	32,08
175,00	0,01	0,73	122,80	34,11
200,00	0,01	0,83	130,30	36,19
225,00	0,01	0,93	138,10	38,36
250,00	0,01	1,02	145,10	40,31
275,00	0,01	1,13	151,90	42,19
300,00	0,01	1,22	158,60	44,06
325,00	0,01	1,32	164,40	45,67

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
350,00	0,00	1,41	170,80	47,44
375,00	0,00	1,52	175,70	48,81
400,00	-0,01	1,60	181,10	50,31
425,00	-0,02	1,72	185,20	51,44
450,00	-0,03	1,81	190,10	52,81
475,00	-0,03	1,91	193,80	53,83
500,00	-0,05	2,01	197,20	54,78
525,00	-0,06	2,11	199,80	55,50
550,00	-0,07	2,21	202,60	56,28
575,00	-0,08	2,30	204,90	56,92
600,00	-0,09	2,41	206,80	57,44
625,00	-0,10	2,50	208,30	57,86



Risultati della fase di rottura

$\tau_{max} = 59,57$ kPa

$S_h = 2,88$ mm

Il Direttore di Laboratori

GEO3 s.p.a.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonio Arduini

Lo Sperimentatore:

GEO3 s.p.a.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrosso



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Customer Data

Customer	Geologica Toscana
Address	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Site	Favignana (TP)
Boring	S1
Sample	C2
Depth	7.40-7.80 m

dt min	dH mm	Sh mm	F N	kPa
650,00	-0,11	2,59	210,10	58,36
675,00	-0,13	2,70	211,10	58,64
700,00	-0,14	2,80	212,20	58,94
725,00	-0,16	2,89	214,40	59,56
750,00	-0,17	2,99	213,70	59,36
775,00	-0,18	3,09	212,50	59,03
800,00	-0,19	3,19	212,70	59,08
825,00	-0,21	3,29	212,90	59,14
850,00	-0,22	3,39	212,00	58,89
875,00	-0,23	3,48	209,80	58,28
900,00	-0,24	3,60	208,00	57,78
925,00	-0,25	3,69	205,50	57,08
950,00	-0,26	3,79	202,20	56,17
975,00	-0,26	3,89	200,70	55,75
1000,00	-0,27	4,00	198,00	55,00
1025,00	-0,28	4,09	195,10	54,19
1050,00	-0,28	4,19	192,10	53,36
1075,00	-0,28	4,29	190,60	52,94
1100,00	-0,29	4,39	188,90	52,47
1125,00	-0,29	4,50	186,60	51,83
1150,00	-0,30	4,60	185,90	51,64
1175,00	-0,30	4,70	185,00	51,39
1200,00	-0,30	4,80	184,20	51,17
1225,00	-0,30	4,91	181,20	50,33
1250,00	-0,30	5,00	181,20	50,33
1275,00	-0,30	5,11	179,90	49,97
1300,00	-0,30	5,20	179,60	49,89
1325,00	-0,30	5,31	180,00	50,00
1350,00	-0,30	5,41	179,90	49,97
1375,00	-0,30	5,50	180,60	50,17
1400,00	-0,30	5,60	181,30	50,36
1425,00	-0,30	5,71	180,70	50,19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

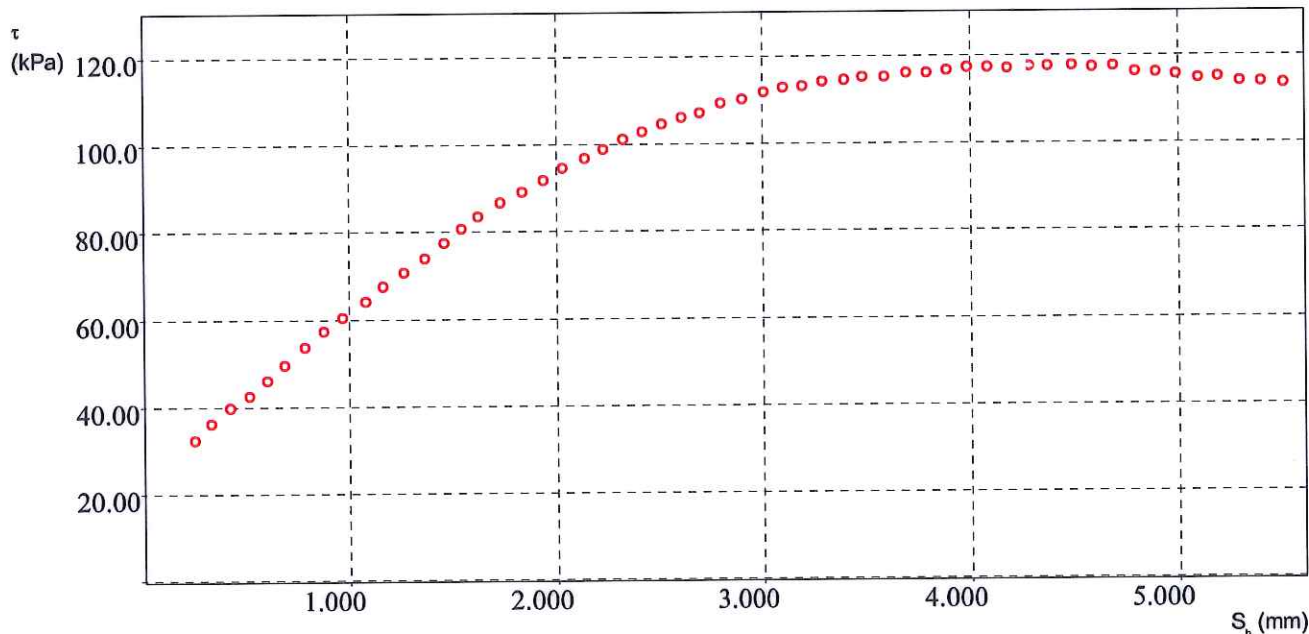
Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	7.40-7.80 m

Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
50,00	0,01	0,25	116,70	32,42
75,00	0,02	0,33	130,40	36,22
100,00	0,03	0,42	143,10	39,75
125,00	0,04	0,52	153,60	42,67
150,00	0,04	0,60	166,00	46,11
175,00	0,05	0,68	178,00	49,44
200,00	0,06	0,78	193,40	53,72
225,00	0,06	0,88	206,60	57,39
250,00	0,07	0,97	217,90	60,53
275,00	0,07	1,08	230,60	64,06
300,00	0,07	1,16	243,20	67,56
325,00	0,07	1,26	254,50	70,69

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
350,00	0,07	1,37	266,30	73,97
375,00	0,09	1,46	278,90	77,47
400,00	0,09	1,54	290,70	80,75
425,00	0,09	1,63	300,90	83,58
450,00	0,09	1,73	312,20	86,72
475,00	0,09	1,84	320,90	89,14
500,00	0,09	1,94	330,20	91,72
525,00	0,09	2,03	339,70	94,36
550,00	0,09	2,14	347,80	96,61
575,00	0,08	2,23	355,60	98,78
600,00	0,08	2,33	363,90	101,08
625,00	0,08	2,42	370,00	102,78



Risultati della fase di rottura

$\tau_{max} = 117,27$ kPa

$S_h = 4,28$ mm



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 98/17- c pagina 8/13

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Customer Data

Customer Geologica Toscana
Address Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Site Favignana (TP)
Boring S1
Sample C2
Depth 7.40-7.80 m

dt min	dH mm	Sh mm	F N	kPa
650,00	0,06	2,51	376,20	104,50
675,00	0,06	2,61	381,00	105,83
700,00	0,04	2,70	385,20	107,00
725,00	0,04	2,80	393,20	109,22
750,00	0,03	2,90	396,30	110,08
775,00	0,01	3,01	401,60	111,56
800,00	0,01	3,10	405,40	112,61
825,00	-0,01	3,20	407,00	113,06
850,00	-0,01	3,29	410,80	114,11
875,00	-0,03	3,40	412,00	114,44
900,00	-0,03	3,48	414,10	115,03
925,00	-0,06	3,59	414,40	115,11
950,00	-0,06	3,70	417,20	115,89
975,00	-0,08	3,79	417,50	115,97
1000,00	-0,10	3,89	419,10	116,42
1025,00	-0,10	3,98	421,80	117,17
1050,00	-0,11	4,08	421,90	117,19
1075,00	-0,11	4,18	421,20	117,00
1100,00	-0,12	4,28	422,50	117,36
1125,00	-0,12	4,38	422,50	117,36
1150,00	-0,12	4,49	423,30	117,58
1175,00	-0,13	4,59	422,10	117,25
1200,00	-0,13	4,69	422,40	117,33
1225,00	-0,14	4,79	417,80	116,06
1250,00	-0,15	4,89	417,30	115,92
1275,00	-0,16	4,99	415,80	115,50
1300,00	-0,17	5,10	412,20	114,50
1325,00	-0,18	5,19	413,40	114,83
1350,00	-0,18	5,30	410,10	113,92
1375,00	-0,20	5,40	409,60	113,78
1400,00	-0,20	5,51	407,90	113,31
1425,00	-0,20	5,60	407,50	113,19

τ

Il Direttore di Laboratorio:

GEOS s.a.s.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonio Arduini

Lo Sperimentatore:

GEOS s.a.s.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Inglessia



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 98/17- c pagina 9/13

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

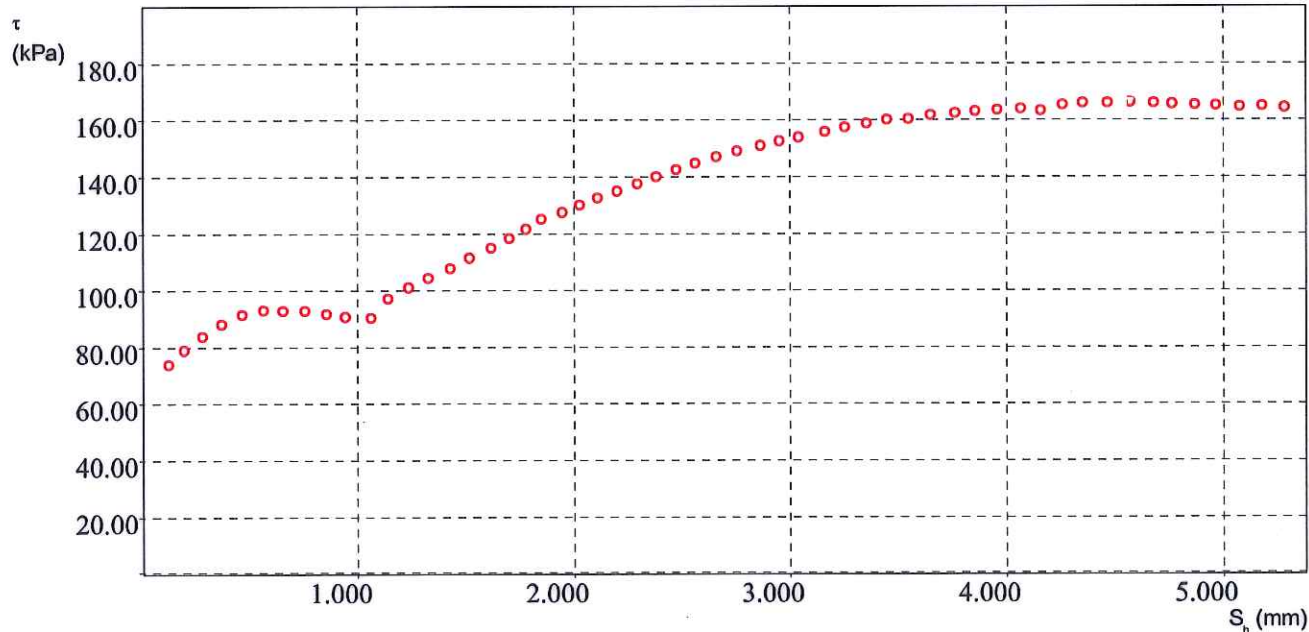
Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	7.40-7.80 m

Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
50,00	0,03	0,12	265,60	73,78
75,00	0,05	0,20	284,10	78,92
100,00	0,05	0,28	301,40	83,72
125,00	0,06	0,37	317,00	88,06
150,00	0,07	0,46	329,20	91,44
175,00	0,08	0,56	334,50	92,92
200,00	0,08	0,66	333,70	92,69
225,00	0,09	0,76	334,00	92,78
250,00	0,09	0,86	330,30	91,75
275,00	0,09	0,94	326,10	90,58
300,00	0,09	1,06	325,50	90,42
325,00	0,12	1,14	349,20	97,00

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
350,00	0,12	1,24	363,40	100,94
375,00	0,12	1,32	374,90	104,14
400,00	0,12	1,42	387,80	107,72
425,00	0,14	1,52	401,50	111,53
450,00	0,14	1,62	413,30	114,81
475,00	0,14	1,70	426,20	118,39
500,00	0,14	1,78	438,00	121,67
525,00	0,14	1,85	450,00	125,00
550,00	0,16	1,95	458,70	127,42
575,00	0,16	2,03	468,00	130,00
600,00	0,16	2,11	476,70	132,42
625,00	0,16	2,20	485,70	134,92



Risultati della fase di rottura

$\tau_{\max} = 166,80 \text{ kPa}$

$S_h = 4,56 \text{ mm}$

Il Direttore di Laboratorio:

GEO3 s.r.l.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonio Ardigagna

Lo Sperimentatore:

GEO3 s.r.l.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Nino Francesco Ingassia



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Customer Data

Customer	Geologica Toscana
Address	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Site	Favignana (TP)
Boring	S1
Sample	C2
Depth	7.40-7.80 m

dt min	dH mm	Sh mm	F N	kPa
650,00	0,16	2,29	495,50	137,64
675,00	0,16	2,38	503,90	139,97
700,00	0,16	2,48	512,30	142,31
725,00	0,16	2,56	520,90	144,69
750,00	0,16	2,66	528,40	146,78
775,00	0,16	2,76	536,30	148,97
800,00	0,16	2,86	543,20	150,89
825,00	0,16	2,95	549,30	152,58
850,00	0,15	3,04	554,00	153,89
875,00	0,15	3,16	561,00	155,83
900,00	0,15	3,25	566,20	157,28
925,00	0,15	3,35	571,20	158,67
950,00	0,15	3,45	575,60	159,89
975,00	0,13	3,55	576,80	160,22
1000,00	0,13	3,65	581,60	161,56
1025,00	0,13	3,76	585,00	162,50
1050,00	0,13	3,86	586,10	162,81
1075,00	0,13	3,96	588,70	163,53
1100,00	0,12	4,07	590,40	164,00
1125,00	0,09	4,16	587,20	163,11
1150,00	0,09	4,26	595,10	165,31
1175,00	0,09	4,36	596,60	165,72
1200,00	0,09	4,47	597,40	165,94
1225,00	0,09	4,57	598,20	166,17
1250,00	0,08	4,68	597,50	165,97
1275,00	0,08	4,77	596,50	165,69
1300,00	0,08	4,87	594,80	165,22
1325,00	0,07	4,97	594,00	165,00
1350,00	0,07	5,08	592,60	164,61
1375,00	0,06	5,18	593,50	164,86
1400,00	0,06	5,28	590,90	164,14
1425,00	0,06	5,37	588,70	163,53

τ



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 98/17- c pagina 11/13

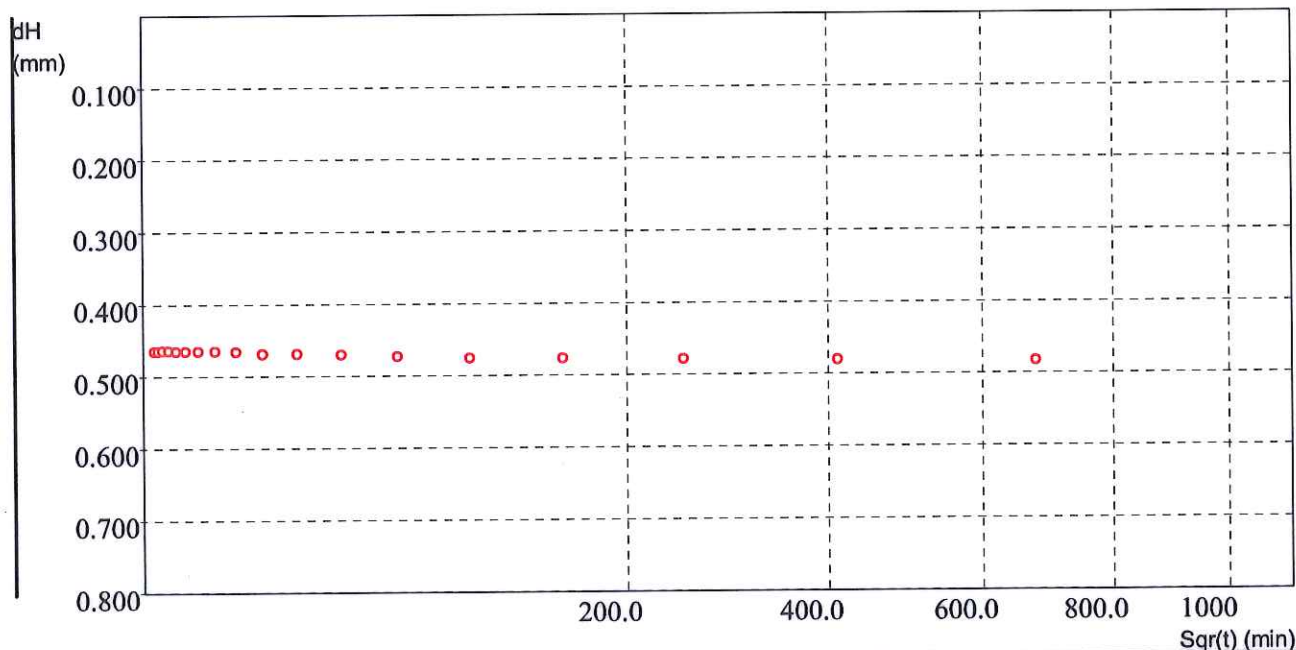
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	7.40-7.80 m

dt min	dH mm
0,13	0,465
0,22	0,465
0,37	0,464
0,60	0,464
1,00	0,465
1,65	0,465
2,73	0,465
4,52	0,465
7,47	0,466
12,33	0,469
20,35	0,469

dt min	dH mm
33,58	0,470
55,42	0,473
91,45	0,476
150,90	0,477
248,98	0,479
410,83	0,481
677,88	0,483
1118,52	0,483



Tempo di fine consolidazione



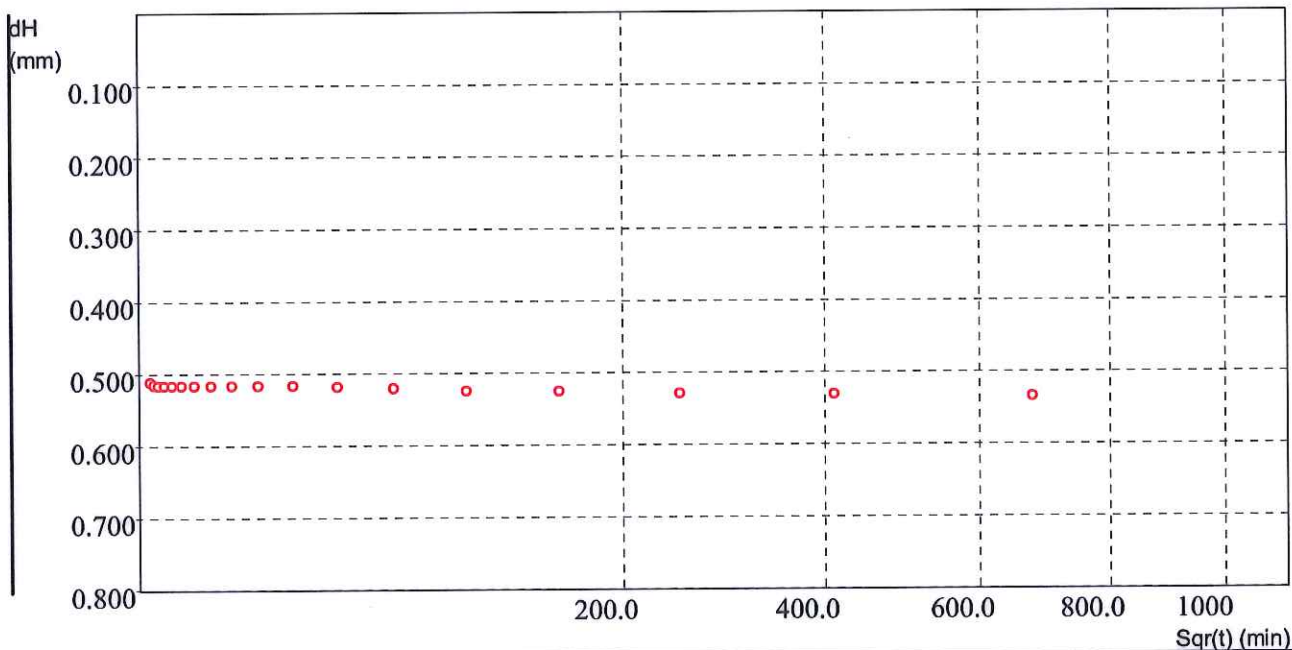
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	7.40-7.80 m

dt min	dH mm
0,13	0,511
0,22	0,515
0,37	0,516
0,60	0,516
1,00	0,516
1,65	0,516
2,73	0,516
4,52	0,516
7,47	0,516
12,33	0,516
20,35	0,516

dt min	dH mm
33,58	0,519
55,42	0,521
91,45	0,525
150,90	0,526
248,98	0,529
410,83	0,531
677,88	0,534
1118,52	0,536



Tempo di fine consolidazione



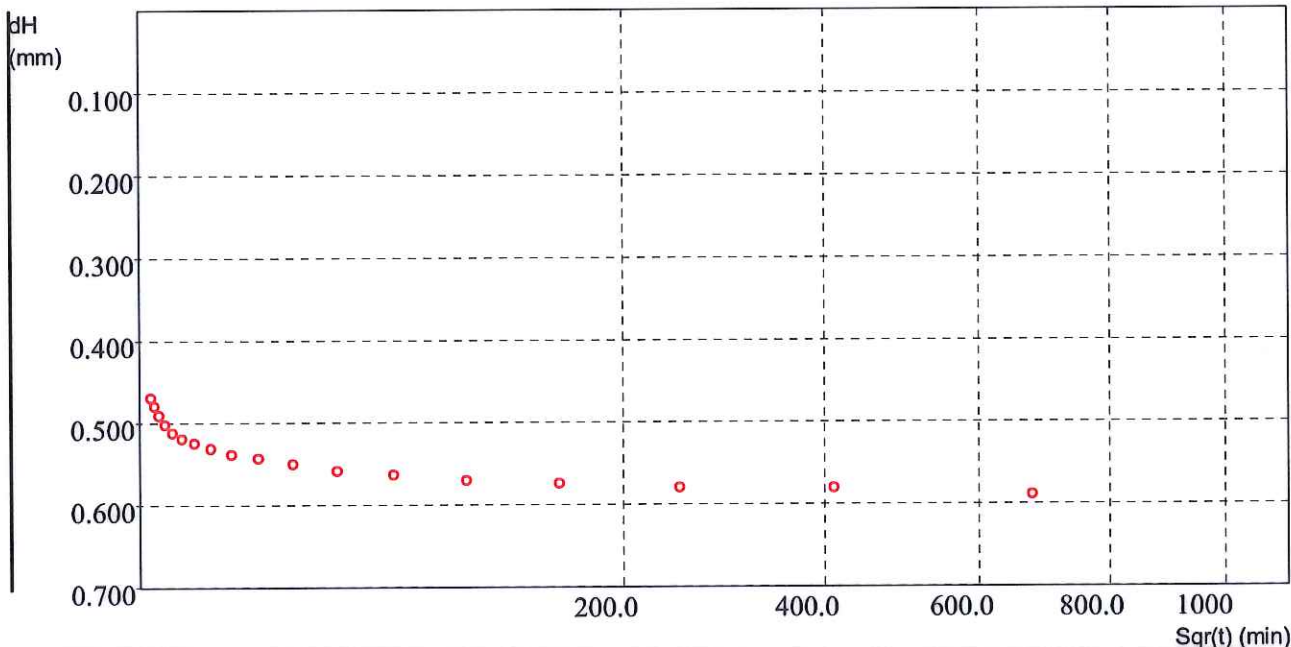
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	7.40-7.80 m

dt min	dH mm
0,13	0,470
0,22	0,480
0,37	0,491
0,60	0,502
1,00	0,512
1,65	0,520
2,73	0,525
4,52	0,532
7,47	0,539
12,33	0,544
20,35	0,551

dt min	dH mm
33,58	0,559
55,42	0,564
91,45	0,571
150,90	0,575
248,98	0,580
410,83	0,581
677,88	0,589
1118,52	0,584




Tempo di fine consolidazione



GEG s.p.a.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonio Aradina



GEG s.p.a.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Inglessia

 Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	SCHEDA CAMPIONE		Rif. interno n°	28/17
	S2	C1	Certificato n°	99/17 a
			Data emissione	19/06/2017
			n° pagine 1 / 2	

Rif. Verbale di accettazione n° 579

Committente Geologica Toscana

Direttore Lavori - Località: Favignana (TP)

Oggetto: Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana

Sondaggio	S2	Campione	C1
Profondità	5,90-6,25 metri p.c.	Contenitore	Fustella metallica
Data prelievo campione	30-mag-17	Data accettazione	08-giu-17
		Data inizio prove	12-giu-17

Descrizione del campione

Sabbia cementata biocostruita di colore giallastro.

Classe di qualità Q5 Indisturbato ☒ Rimaneggiato ☐

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	-	100<kPa<400	-	> 400 kPa	-
Infissione pocket vane - test	N/cm ²					

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua			Edometria		
Peso di volume			Taglio diretto		
Peso specifico dei grani			Taglio residuo		
Limiti di Atterberg			ELL		
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)			Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)			Triassiale CD		
Analisi granulometrica (UNI 10006:2002)			Point Load Test	12/06/2017	x
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W_0 (%)		Peso specifico I γ_s (kN/m ³)	
Contenuto d'acqua II W_0 (%)		Peso specifico II γ_s (kN/m ³)	
Contenuto d'acqua medio W_0 (%) (media 2 determinaz.)		Peso specifico medio γ_s (kN/m ³) (media 2 determinaz.)	
Peso di volume γ (kN/m ³)		Grado di saturazione (S_n) (%)	
		Indice dei vuoti (e)	
Peso di volume secco γ_d (kN/m ³)		Porosità %	

 Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	POINT LOAD TEST (IRSM 1985)	Riferimento n° 28/17
		Rapporto Prova n° 98/17 a
		Data 19/06/2017
		n° pagina 2 / 2

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

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana		
Cantiere	Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana		
Sondaggio	S2	Campione	C1
Profondità	5,90-6,25	m	

RESISTENZA A COMPRESSIONE

PROVE ESEGUITE	1
$\sigma = F \times I_s(50)$	0,050
VALORE MASSIMO (MPa)	0,055
VALORE MEDIO (MPa)	-
VALORE MINIMO (MPa)	-

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	-
Peso di volume (kN/m³)	-

PARAMETRI RESISTENZA A COMPRESSIONE


Prova n°	Forma rottura	Piani debolezza	Altezza (mm)	Larghezza (mm)	Carico (kN)	Indice Is (MPa)	Indice Is(50) (MPa)	Resist. a compr. (Mpa)
1	B	A	82,0	90,0	0,41	0,061	0,055	0,129
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Forma del provino e tipo di rottura

- A - Blocco
- B - Cilindrico - rottura perimetrale
- C - Cilindrico - rottura assiale
- D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

- A - Assenti
- B - Perpendicolare alla direzione del carico
- C - Paralleli alla direzione del carico
- D - In direzioni varie

 Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	SCHEDA CAMPIONE S2 C2	Rif. interno n°	28/17
		Certificato n°	100/17 a
		Data emissione	19/06/2017
		n° pagine 1 / 14	

Rif. Verbale di accettazione n° 579

Committente Geologica Toscana

Direttore Lavori - Località: Favignana (TP)

Oggetto: Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana

Sondaggio	S2	Campione	C2
Profondità	17,20-17,60 metri p.c.	Contenitore	Fustella metallica
Data prelievo campione	30-mag-17	Data accettazione	08-giu-17
		Data inizio prove	09-giu-17

Descrizione del campione
Argilla limosa di colore nerastro con abbondante presenza di sostanza organica. Umida, plastica e coesiva.

 Classe di qualità Q5 Indisturbato ☒ Rimaneggiato ☐

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	-	100<kPa<400	x	> 400 kPa	-
Infissione pocket vane - test	N/cm ²					

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua	09/06/2017	x	Edometria		
Peso di volume	09/06/2017	x	Taglio diretto	09/06/2017	x
Peso specifico dei grani	12/06/2017	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg			ELL	09/06/2017	x
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	12/06/2017	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)	16/06/2017	x	Triassiale CD		
Analisi granulometrica (UNI 10006:2002)			Point Load Test		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W_0 (%)	27,12	Peso specifico I γ_s (kN/m ³)	25,97
Contenuto d'acqua II W_0 (%)	27,71	Peso specifico II γ_s (kN/m ³)	25,93
Contenuto d'acqua medio W_0 (%) (media 2 determinaz.)	27,42	Peso specifico medio γ_s (kN/m ³) (media 2 determinaz.)	25,95
Peso di volume γ (kN/m ³)	19,19	Grado di saturazione (S_n) (%)	100
		Indice dei vuoti (e)	0,72
Peso di volume secco γ_d (kN/m ³)	15,06	Porosità %	41,96


 GEO3 s.a.s.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonello Ardagna


 GEO3 s.a.s.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

 Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422)		Rif. interno n° 28/17
			Certificato n° 100/17 b
			Data 19/06/2017
			n° pagina 2 / 14

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

Dati del Cliente

Ciente Geologica Toscana

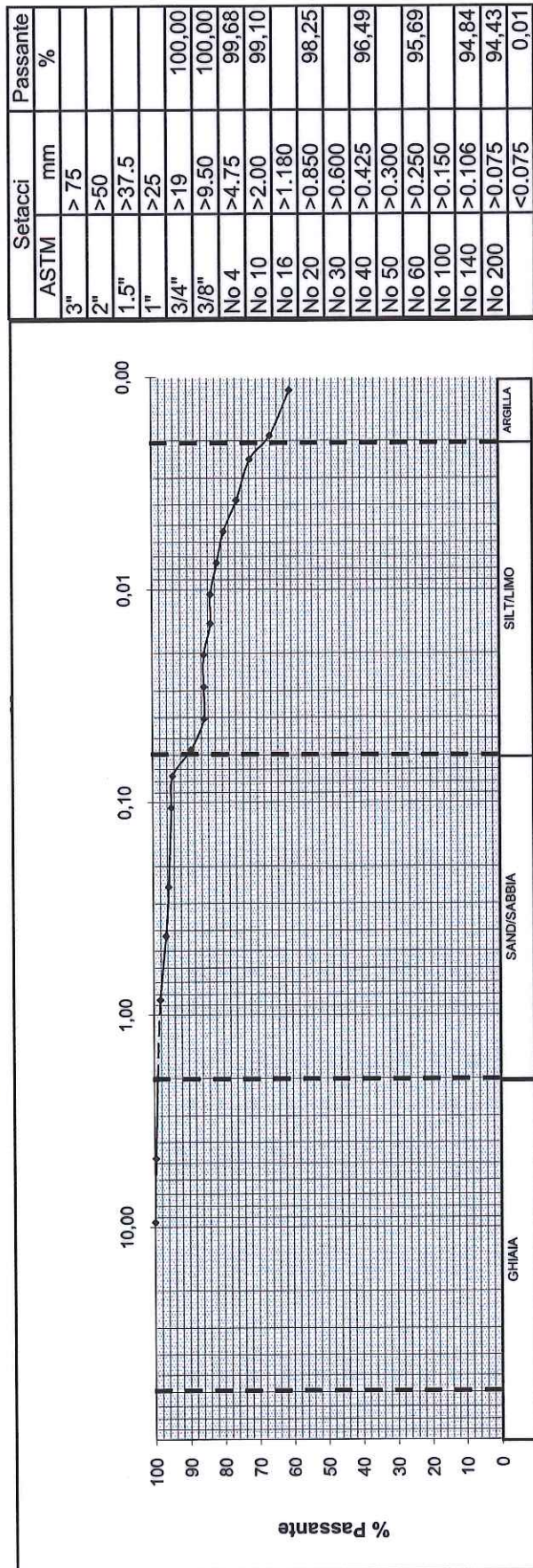
Cantiere Indagini per la messa in sicurezza del porto di Favignana

Sondaggio S2 Campione C2

Profondità 17,20-17,60 m

Il Direttore di Laboratorio

Lo Sperimentatore



Descrizione					U		
Argilla limosa, sabbiosa							
Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %		φ 80	φ 10	
-	10	22	68		0,001	-	



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del
25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 100/17- c pagina 3/14

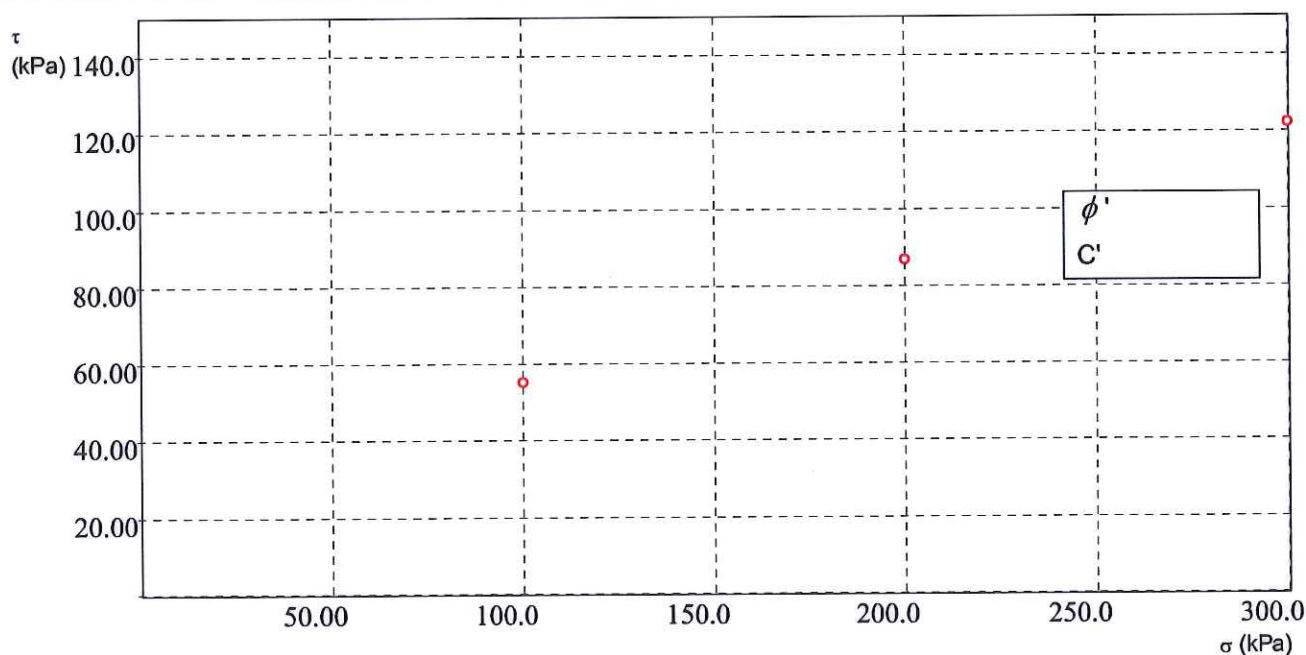
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente Geologica Toscana
Indirizzo Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere Favignana (TP)
Sondaggio S2
Campione C2
Profondità 17.20-17.60 m

Provino	Ho mm	Ao cm ²	γ_n g/cm ³	γ_d g/cm ³	Wo %	Wf %	So %	Sf %
2817S22C	20,00	36,00	1,960	1,539	27,39	27,19	101,02	117,96
2817S22A	20,00	36,00	1,943	1,541	26,14	31,33	96,73	116,58
2817S22B	20,00	36,00	1,968	1,559	26,21	25,67	99,87	100,71

Provino	σ_v kPa	H mm	dt h	τ_f kPa	Sh mm	V micron/min		
2817S22C	300,00	18,75	1,00	122,12	1,32	4,00		
2817S22A	100,00	19,95	1,00	55,14	0,96	4,00		
2817S22B	200,00	19,76	1,00	86,80	1,11	4,00		





Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del
25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

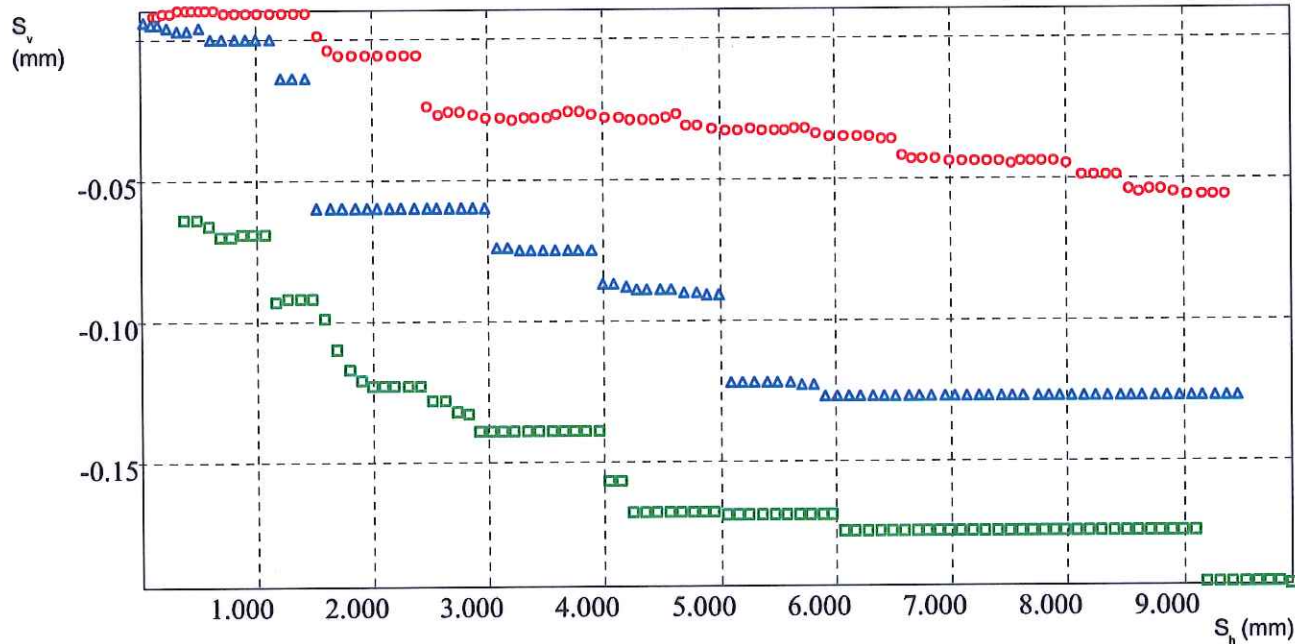
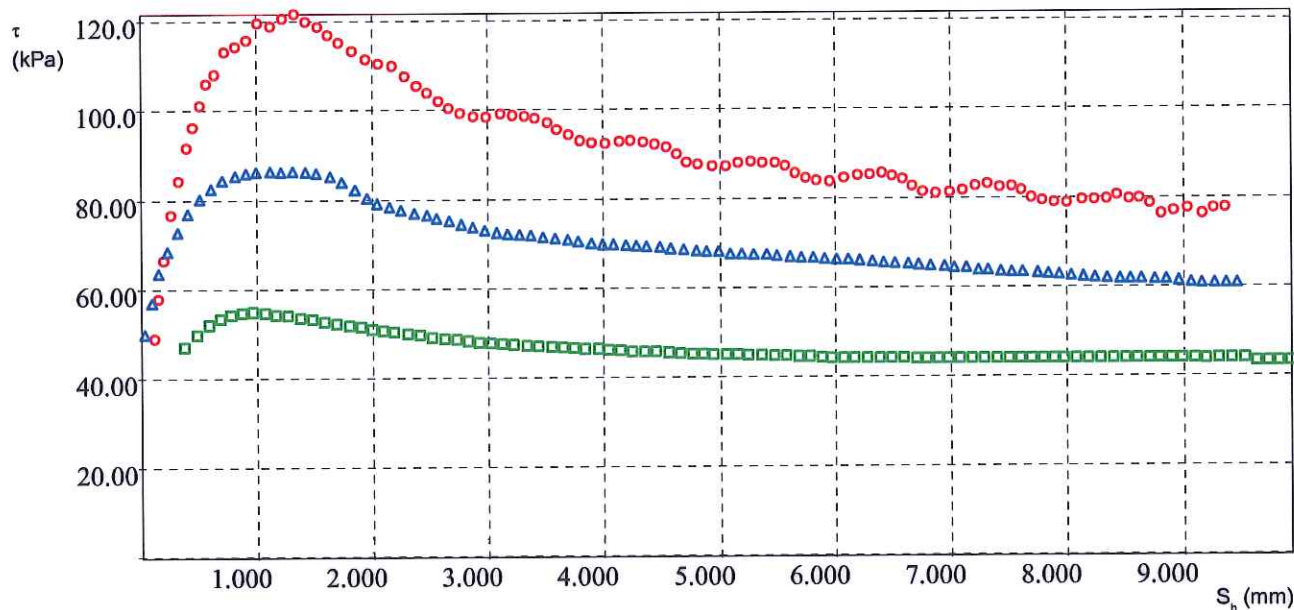
Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 100/17- c pagina 4/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C2
Profondità	17.20-17.60 m



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

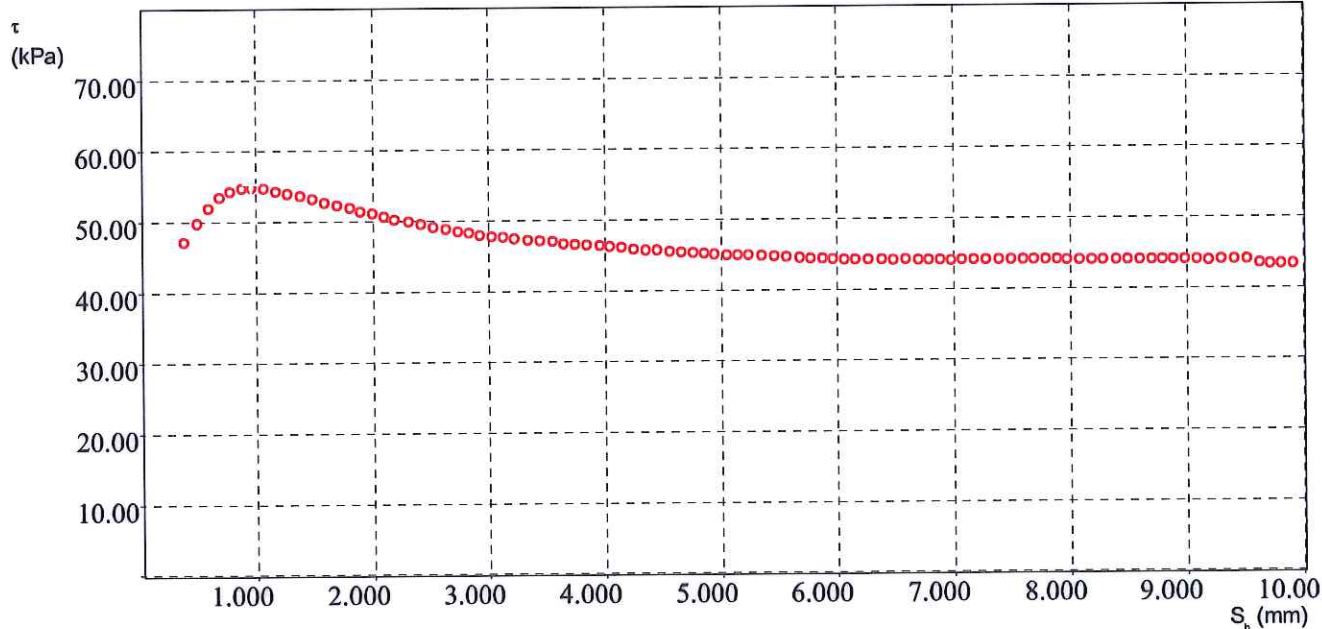
Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C2
Profondità	17.20-17.60 m

Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
50,00	-0,06	0,38	169,60	47,11
75,00	-0,06	0,48	179,40	49,83
100,00	-0,07	0,58	187,10	51,97
125,00	-0,07	0,68	192,40	53,44
150,00	-0,07	0,77	195,30	54,25
175,00	-0,07	0,87	197,10	54,75
200,00	-0,07	0,96	197,50	54,86
225,00	-0,07	1,07	197,10	54,75
250,00	-0,09	1,17	195,50	54,31
275,00	-0,09	1,27	194,30	53,97
300,00	-0,09	1,38	192,90	53,58
325,00	-0,09	1,48	191,40	53,17

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
350,00	-0,10	1,58	189,80	52,72
375,00	-0,11	1,69	188,00	52,22
400,00	-0,12	1,80	186,80	51,89
425,00	-0,12	1,89	185,20	51,44
450,00	-0,12	2,00	183,80	51,06
475,00	-0,12	2,09	182,30	50,64
500,00	-0,12	2,18	180,90	50,25
525,00	-0,12	2,30	179,80	49,94
550,00	-0,12	2,41	178,60	49,61
575,00	-0,13	2,52	177,00	49,17
600,00	-0,13	2,62	175,90	48,86
625,00	-0,13	2,73	174,80	48,56



Risultati della fase di rottura

$\tau_{\max} = 55,14$ kPa

$S_h = 0,96$ mm



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 100/17- c pagina 6/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Customer Data

Customer	Geologica Toscana
Address	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Site	Favignana (TP)
Boring	S2
Sample	C2
Depth	17,20-17,60 m

dt min	dH mm	Sh mm	F N	kPa
650,00	-0,13	2,82	173,80	48,28
675,00	-0,14	2,92	172,80	48,00
700,00	-0,14	3,02	172,10	47,81
725,00	-0,14	3,12	171,60	47,67
750,00	-0,14	3,22	170,80	47,44
775,00	-0,14	3,33	170,20	47,28
800,00	-0,14	3,44	169,70	47,14
825,00	-0,14	3,55	169,10	46,97
850,00	-0,14	3,64	168,30	46,75
875,00	-0,14	3,74	167,90	46,64
900,00	-0,14	3,84	167,40	46,50
925,00	-0,14	3,95	167,00	46,39
950,00	-0,16	4,04	166,40	46,22
975,00	-0,16	4,14	166,10	46,14
1000,00	-0,17	4,25	164,90	45,81
1025,00	-0,17	4,35	164,80	45,78
1050,00	-0,17	4,45	164,50	45,69
1075,00	-0,17	4,56	164,00	45,56
1100,00	-0,17	4,65	163,50	45,42
1125,00	-0,17	4,75	163,10	45,31
1150,00	-0,17	4,85	162,90	45,25
1175,00	-0,17	4,94	162,40	45,11
1200,00	-0,17	5,05	162,10	45,03
1225,00	-0,17	5,14	162,10	45,03
1250,00	-0,17	5,23	161,80	44,94
1275,00	-0,17	5,35	161,50	44,86
1300,00	-0,17	5,46	161,10	44,75
1325,00	-0,17	5,57	160,90	44,69
1350,00	-0,17	5,68	160,60	44,61
1375,00	-0,17	5,77	160,20	44,50
1400,00	-0,17	5,88	159,90	44,42
1425,00	-0,17	5,96	159,50	44,31
1450,00	-0,18	6,06	159,30	44,25
1475,00	-0,18	6,16	159,20	44,22
1500,00	-0,18	6,26	159,30	44,25
1525,00	-0,18	6,38	159,20	44,22
1550,00	-0,18	6,48	159,00	44,17
1575,00	-0,18	6,59	159,10	44,19

Il Direttore di Laboratorio:

GEO3 s.a.s.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonio Kröner

Lo Sperimentatore:

GEO3 s.a.s.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrosso

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

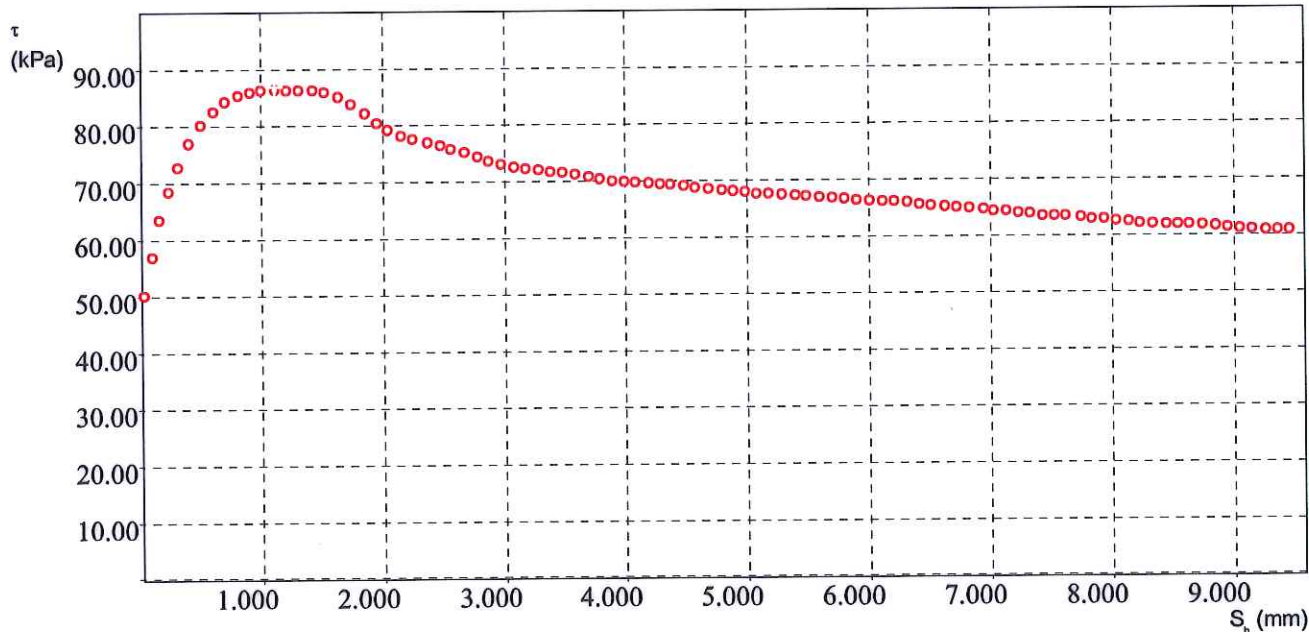
Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C2
Profondità	17.20-17.60 m

Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
50,00	0,01	0,03	180,20	50,06
75,00	0,00	0,09	204,90	56,92
100,00	0,00	0,15	228,50	63,47
125,00	0,00	0,23	246,30	68,42
150,00	0,00	0,31	261,50	72,64
175,00	0,00	0,40	276,90	76,92
200,00	0,00	0,51	288,50	80,14
225,00	0,00	0,61	297,10	82,53
250,00	0,00	0,70	303,40	84,28
275,00	0,00	0,82	307,20	85,33
300,00	0,00	0,91	309,20	85,89
325,00	0,00	1,00	310,60	86,28

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
350,00	0,00	1,12	310,90	86,36
375,00	-0,01	1,21	310,60	86,28
400,00	-0,01	1,31	310,70	86,31
425,00	-0,01	1,42	310,50	86,25
450,00	-0,06	1,52	309,10	85,86
475,00	-0,06	1,64	306,40	85,11
500,00	-0,06	1,74	301,50	83,75
525,00	-0,06	1,85	295,50	82,08
550,00	-0,06	1,95	289,30	80,36
575,00	-0,06	2,04	284,90	79,14
600,00	-0,06	2,15	281,40	78,17
625,00	-0,06	2,24	279,20	77,56



Risultati della fase di rottura

$\tau_{\max} = 86,80 \text{ kPa}$

$S_h = 1,11 \text{ mm}$



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 100/17- c pagina 8/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Customer Data

Customer: Geologica Toscana
Address: Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Site: Favignana (TP)
Boring: S2
Sample: C2
Depth: 17.20-17.60 m

dt min	dH mm	Sh mm	F N	kPa
650,00	-0,06	2,37	277,10	76,97
675,00	-0,06	2,47	274,80	76,33
700,00	-0,06	2,56	272,70	75,75
725,00	-0,06	2,67	270,50	75,14
750,00	-0,06	2,77	267,90	74,42
775,00	-0,06	2,87	265,10	73,64
800,00	-0,06	2,97	262,80	73,00
825,00	-0,07	3,08	261,20	72,56
850,00	-0,07	3,17	260,00	72,22
875,00	-0,08	3,28	259,20	72,00
900,00	-0,08	3,38	258,30	71,75
925,00	-0,08	3,48	257,50	71,53
950,00	-0,08	3,58	256,40	71,22
975,00	-0,08	3,70	255,00	70,83
1000,00	-0,08	3,79	253,50	70,42
1025,00	-0,08	3,89	252,10	70,03
1050,00	-0,09	3,99	251,30	69,81
1075,00	-0,09	4,08	251,00	69,72
1100,00	-0,09	4,19	250,50	69,58
1125,00	-0,09	4,28	250,00	69,44
1150,00	-0,09	4,37	249,50	69,31
1175,00	-0,09	4,48	248,80	69,11
1200,00	-0,09	4,58	247,60	68,78
1225,00	-0,09	4,68	246,70	68,53
1250,00	-0,09	4,79	245,70	68,25
1275,00	-0,09	4,89	245,30	68,14
1300,00	-0,09	4,99	244,90	68,03
1325,00	-0,12	5,08	243,50	67,64
1350,00	-0,12	5,18	243,20	67,56
1375,00	-0,12	5,29	242,80	67,44
1400,00	-0,12	5,40	242,50	67,36
1425,00	-0,12	5,49	241,70	67,14
1450,00	-0,12	5,60	241,00	66,94
1475,00	-0,12	5,71	240,30	66,75
1500,00	-0,12	5,81	240,00	66,67
1525,00	-0,13	5,90	238,90	66,36
1550,00	-0,13	6,01	238,60	66,28
1575,00	-0,13	6,11	238,20	66,17

Il Direttore di Laboratorio:

GE03 s.a.s.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Arcadiga

Lo Sperimentatore:

GE03 s.a.s.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Inglessia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

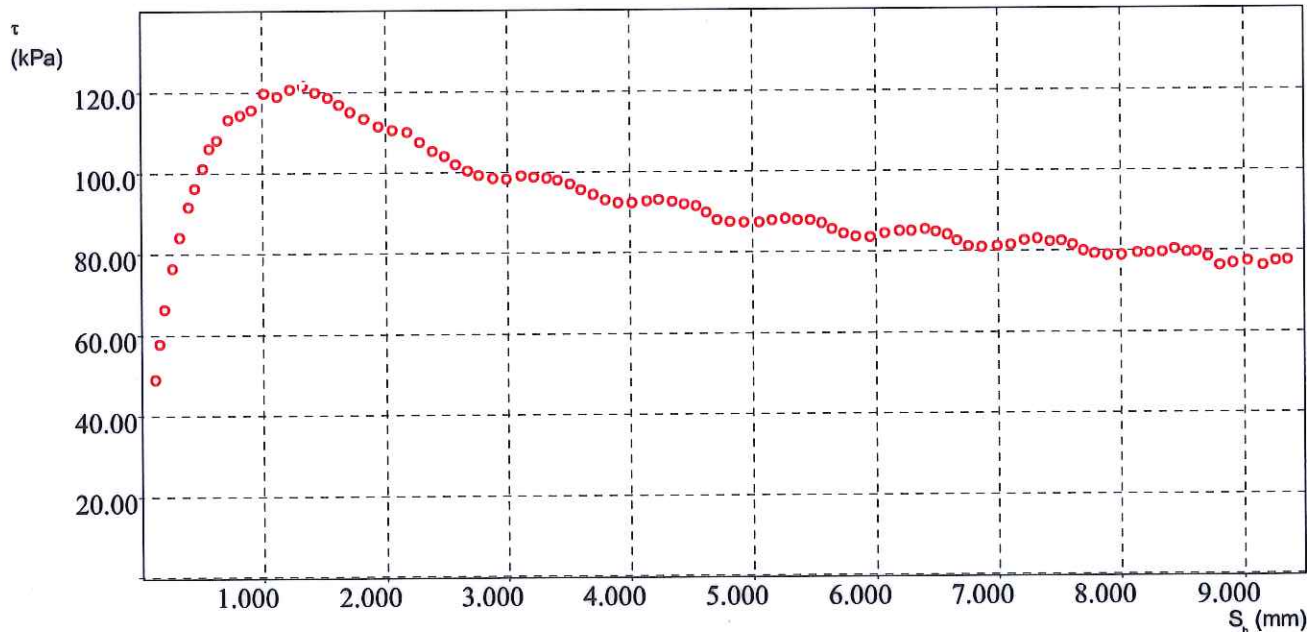
Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C2
Profondità	17.20-17.60 m

Risultati di prova

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
50,00	0,01	0,12	176,60	49,06
75,00	0,01	0,15	207,80	57,72
100,00	0,01	0,20	238,80	66,33
125,00	0,01	0,26	275,60	76,56
150,00	0,01	0,33	302,70	84,08
175,00	0,01	0,40	329,50	91,53
200,00	0,01	0,45	346,40	96,22
225,00	0,01	0,52	363,90	101,08
250,00	0,01	0,57	381,60	106,00
275,00	0,01	0,64	389,00	108,06
300,00	0,01	0,73	406,90	113,03
325,00	0,01	0,82	411,40	114,28

dt min	dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
350,00	0,01	0,92	416,20	115,61
375,00	0,01	1,02	430,50	119,58
400,00	0,01	1,13	427,80	118,83
425,00	0,01	1,23	433,90	120,53
450,00	0,01	1,33	437,30	121,47
475,00	0,01	1,43	431,60	119,89
500,00	0,00	1,54	427,00	118,61
525,00	0,00	1,62	420,70	116,86
550,00	-0,01	1,72	414,20	115,06
575,00	-0,01	1,83	407,90	113,31
600,00	-0,01	1,95	401,20	111,44
625,00	-0,01	2,06	397,60	110,44



Risultati della fase di rottura

$\tau_{max} = 122,12$ kPa

$S_h = 1,32$ mm



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 100/17- c pagina 10/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Customer Data

Customer: Geologica Toscana
Address: Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Site: Favignana (TP)
Boring: S2
Sample: C2
Depth: 17.20-17.60 m

dt min	dH mm	Sh mm	F N	kPa
650,00	-0,01	2,18	395,40	109,83
675,00	-0,01	2,28	387,10	107,53
700,00	-0,01	2,39	379,10	105,31
725,00	-0,02	2,48	373,90	103,86
750,00	-0,03	2,58	366,80	101,89
775,00	-0,03	2,67	361,30	100,36
800,00	-0,03	2,77	357,20	99,22
825,00	-0,03	2,88	354,70	98,53
850,00	-0,03	3,00	354,30	98,42
875,00	-0,03	3,11	356,50	99,03
900,00	-0,03	3,22	355,20	98,67
925,00	-0,03	3,32	355,00	98,61
950,00	-0,03	3,42	353,00	98,06
975,00	-0,03	3,52	349,10	96,97
1000,00	-0,03	3,60	343,90	95,53
1025,00	-0,03	3,71	339,60	94,33
1050,00	-0,03	3,80	334,90	93,03
1075,00	-0,03	3,90	332,70	92,42
1100,00	-0,03	4,02	332,50	92,36
1125,00	-0,03	4,14	334,10	92,81
1150,00	-0,03	4,24	334,90	93,03
1175,00	-0,03	4,34	333,40	92,61
1200,00	-0,03	4,45	331,50	92,08
1225,00	-0,03	4,54	329,40	91,50
1250,00	-0,03	4,63	323,80	89,94
1275,00	-0,03	4,72	317,30	88,14
1300,00	-0,03	4,82	315,10	87,53
1325,00	-0,03	4,93	314,10	87,25
1350,00	-0,03	5,06	314,20	87,28
1375,00	-0,03	5,16	316,60	87,94
1400,00	-0,03	5,27	317,60	88,22
1425,00	-0,03	5,37	316,50	87,92
1450,00	-0,03	5,48	316,60	87,94
1475,00	-0,03	5,57	313,70	87,14
1500,00	-0,03	5,65	308,00	85,56
1525,00	-0,03	5,75	304,50	84,58
1550,00	-0,03	5,84	301,70	83,81
1575,00	-0,04	5,96	300,90	83,58

Il Direttore di Laboratorio:



GEO3 s.a.s.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardeagna

Lo Sperimentatore:



GEO3 s.a.s.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

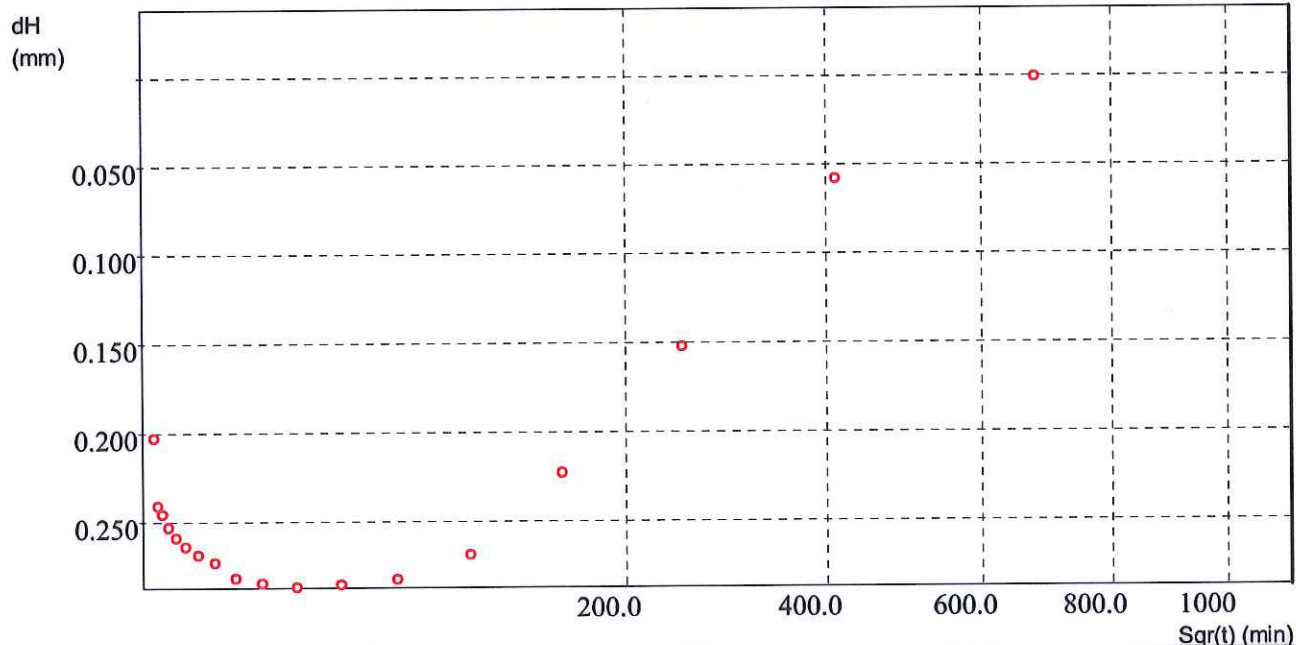
Certificato n. 100/17- c pagina 11/14

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C2
Profondità	17.20-17.60 m

dt min	dH mm	dt min	dH mm
0,13	0,203	33,58	0,286
0,22	0,241	55,42	0,283
0,37	0,246	91,45	0,269
0,60	0,253	150,90	0,223
1,00	0,259	248,98	0,152
1,65	0,264	410,83	0,058
2,73	0,269	677,88	0,001
4,52	0,273	1118,52	0,038
7,47	0,282		
12,33	0,285		
20,35	0,287		



Tempo di fine consolidazione



GEO3 s.a.s.
Il Direttore di Laboratorio
Papa Geol. Antonio Ardigò



GEO3 s.a.s.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Inglessia



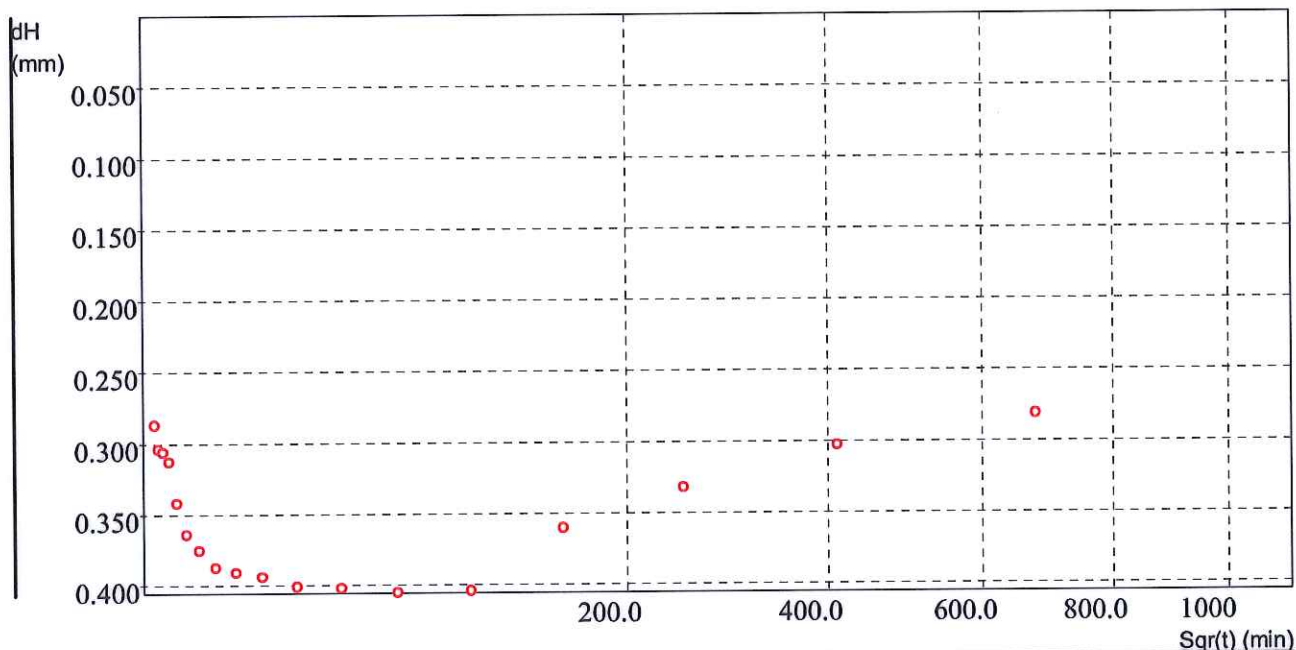
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C2
Profondità	17.20-17.60 m

dt min	dH mm
0,13	0,287
0,22	0,304
0,37	0,306
0,60	0,313
1,00	0,342
1,65	0,364
2,73	0,375
4,52	0,387
7,47	0,391
12,33	0,394
20,35	0,401

dt min	dH mm
33,58	0,402
55,42	0,405
91,45	0,404
150,90	0,360
248,98	0,332
410,83	0,303
677,88	0,281
1118,52	0,236



Tempo di fine consolidazione





Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Riferimento n. 28/17 - 19/06/17

Certificato n. 100/17- c pagina 13/14

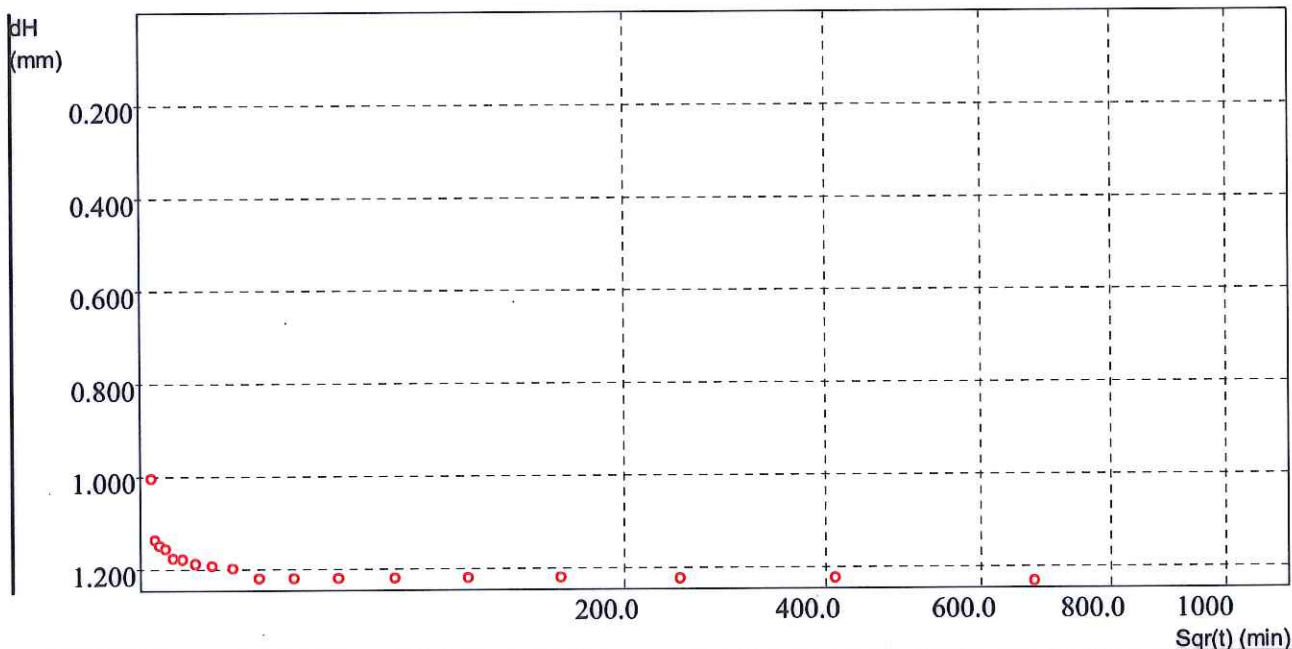
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geologica Toscana
Indirizzo	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Cantiere	Favignana (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C2
Profondità	17.20-17.60 m

dt min	dH mm
0,13	1,004
0,22	1,137
0,37	1,150
0,60	1,156
1,00	1,177
1,65	1,179
2,73	1,189
4,52	1,194
7,47	1,198
12,33	1,222
20,35	1,222

dt min	dH mm
33,58	1,222
55,42	1,222
91,45	1,222
150,90	1,221
248,98	1,225
410,83	1,225
677,88	1,233
1118,52	1,245



Tempo di fine consolidazione



Laboratorio di Indagini
Geotecniche sui terreni

Laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380/01 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010
Sede Via Alberto Burri n.4, Gibellina (TP)

Reference n. 28/17 - 19/06/17

Certificate n. 100/17- d pagina 14/14

UNCONFINED COMPRESSION TEST (ASTM D2166)

Customer data

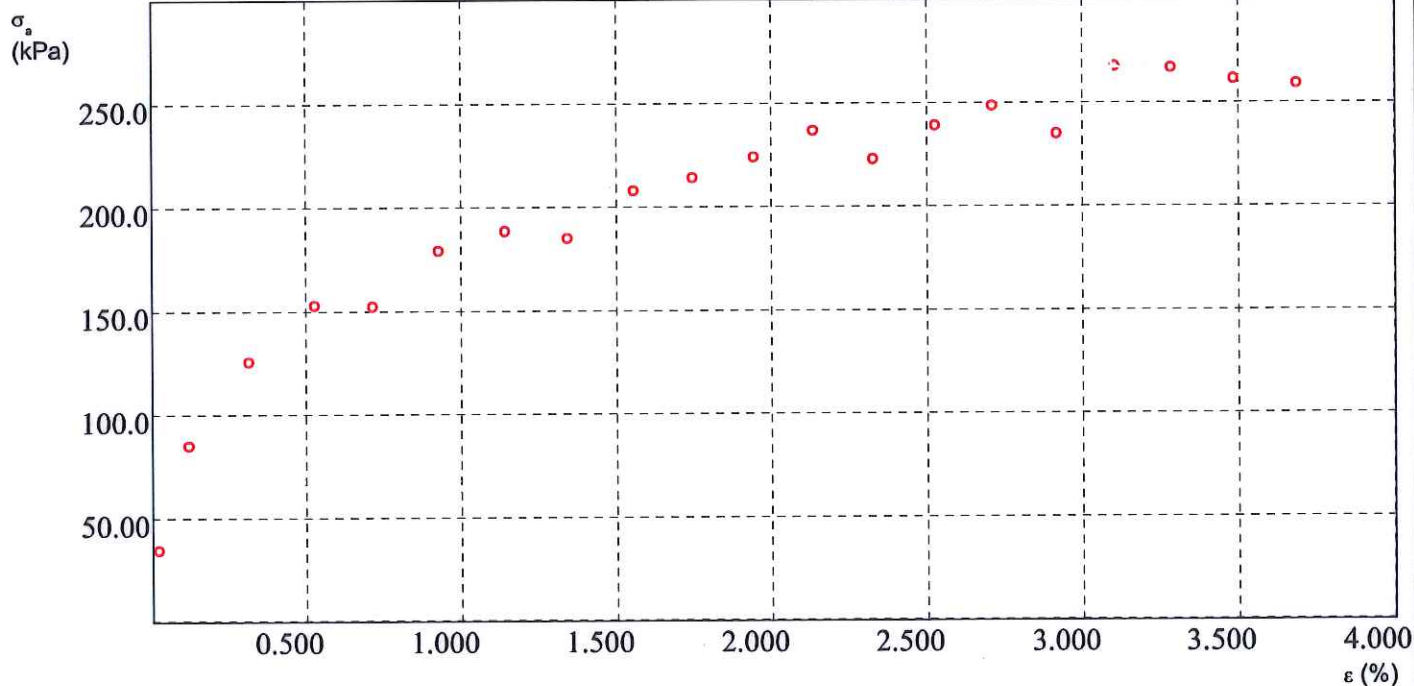
Customer	Geologica Toscana
Address	Indagini messa in sicurezza porto di Favignana
Site	Favignana (TP)
Boring	S2
Sample	C2
Depth	17.20-17.60 m

Specimen data

Date of boring	30/05/17	Initial bulk density	1,956 g/cm ³	γ_n
Cross section	11,400 cm ²	Final bulk density	2,031 g/cm ³	γ_f
Initial height	76,000 mm	Dry bulk density	1,523 g/cm ³	γ_d
Final height	73,065 mm	Initial moisture content	28,385 %	W_o
No. Tare 1	0	Final moisture content	28,211 %	W_f
Weight of tare 1	0,000 g	Initial saturation	102,206 %	S_o
Tare + wet initial weight	169,43 g	Final saturation	111,783 %	S_f
No. Tare 2	0	Initial void ratio	0,733	e_o
Weight of tare 2	0,000 g	Final void ratio	0,666	e_f
Tare + wet final weight	169,200 g	Final dry bulk density	1,584 g/cm ³	γ_{df}
Tare + specimen dried weight	131,970 g			
Specific weight of grains	2,640 g/cm ³			

Maximum strength 267 kPa

Strain 3,10 %



GEO3 s.a.s.
Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonio Ardigian



GEO3 s.a.s.
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Inglessis

ALLEGATO 3

***DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
DELLA CAMPAGNA GEOFISICA***

Committente: Comune di Favignana

Località: Porto Turistico – Favignana (TP)

“STENDIMENTO DI GEOELETTRICA IN MARE”





Tomografia elettrica in mare