

COMUNE DI PORTO TORRES

(PROVINCIA DI SASSARI)

STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO A SUPPORTO A DEL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO COMMERCIALE McDrive IN VIA DELL'INDUSTRIA – VIA MENTANA NEL COMUNE DI PORTO TORRES

COMMITTENTE:

SOCIETÀ EDILE TURRITANA SRL

RELAZIONE GEOLOGICA

Il Geologo incaricato:

Il Committente

Dott. Geol. Stefano Conti



Porto Torres, Giugno 2022

Dott. Geol. Stefano Conti

Studio di Geologia e Geotecnica

Via Sassari 141/d - 07046 - Porto Torres (SS).
Tel. 079/513145

Relazione Geologica

Sommario

Premessa.....	4
Generalità.....	4
Ubicazione	5
Geologia.....	7
Inquadramento generale.....	7
Geologia del sito.....	9
Geomorfologia.....	11
Caratteristiche geomorfologiche dell'area di indagine	12
Idrogeologia	13
Vincoli di natura geologica.....	14
Indagini geognostiche	20
Prove penetrometriche dinamiche continue (DPM)	21
Pozzetti geognostici e prelievo campioni indisturbati	22
Indagini sismiche a rifrazione	24
Indagine Masw	28
Campionamenti ed indagini ambientali	32
Azione sismica	32
Pericolosità sismica di Base	32
Categoria del sottosuolo e condizioni topografiche	33
Sintesi del modello geologico del sito	33
Analisi Geotecnica.....	34
Modello geotecnico del sottosuolo.....	34
Caratteristiche del progetto.....	34
Caratterizzazione geotecnica	34
Caratterizzazione geomeccanica da prove DPM	35
Parametri geomeccanici ricavati dalle prove di laboratorio geotecnico.....	37
Parametri geomeccanici del substrato litoide carbonatico	40
Sintesi dei parametri geomeccanici	42

Relazione Geologica

Allegati Grafici

Tavola 01 Planimetria delle indagini geognostiche Scala 1:350;

Tavola 02 Risultati delle indagini sismiche a rifrazione Scala 1:350.

Allegati di testo

Allegato 1 Prove penetrometriche dinamiche continue;

Allegato 2 Logs stratigrafici dei pozzetti geognostici;

Allegato 3 Certificati di laboratorio analisi ambientali;

Allegato 4 Certificati di laboratorio geotecnico

Relazione Geologica

Premessa

Generalità

Su incarico della Società edile Turritana è stato sviluppato uno studio geologico a supporto del: **progetto per la realizzazione di un fabbricato commerciale McDrive in Via dell'Industria – Via Mentana nel comune di Porto Torres.**

Il sito è ubicato in un contesto morfologico sub-pianeggiante, impostato su litotipi calcarei appartenenti alla Formazione Marnoso – arenacea del Miocene medio.

Nello studio sono state analizzate le caratteristiche del terreno di un'area significativa circostante il sito di progetto in conformità con quanto previsto dalle NTC 2018 e dal D.M. 11 marzo 1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di fondazione"*.

L'analisi geologica si basa su informazioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche desunte da cartografie ufficiali e da studi pregressi eseguiti nel territorio comunale integrate da un rilevamento di campagna dell'area direttamente interessata e delle zone adiacenti, per un'estensione sufficientemente ampia, al fine di caratterizzare le formazioni presenti, i limiti stratigrafici e tettonici nonché i processi geomorfologici antichi e recenti.

Per la definizione del modello geotecnico del sottosuolo sono state eseguite indagini geognostiche che hanno compreso indagini geofisiche: sismica a rifrazione e prova MASW, ed indagini dirette: prove penetrometriche dinamiche continue, scavo di pozzetti geognostici con prelievo di campioni indisturbati e analisi di laboratorio geotecnico.

L'indagine ha previsto inoltre il prelievo di campioni di suolo superficiale destinati alla caratterizzazione ambientale del sito ai sensi del DPR n° 120 del 13/06/2017.

L'intervento ricade in una zona Hg1 del Piano di Assetto Idrogeologico Regionale (PAI) e per una ristretta porzione in zona Hi2.

Relazione Geologica

Ubicazione

Il sito di intervento si trova lungo il margine sudovest dell'abitato di Porto Torres e comprende un'area di circa 3.750 mq interposta tra Via dell'Industria e Via Mentana. Nella cartografia IGM in scala 1:25.000, il sito s'inserisce nel **Foglio 441 Sez. III Porto Torres**, (vedi Fig. 1), mentre nella Carta Tecnica Regionale 1:10.000 risulta inserita nella **Sezione 441130 Porto Torres** (vedi Fig. 2).

Nel sistema di coordinate Piane Monte Mario il Lotto è pressoché centrato alle coordinate:

1.449.335 E 4.519.993 N

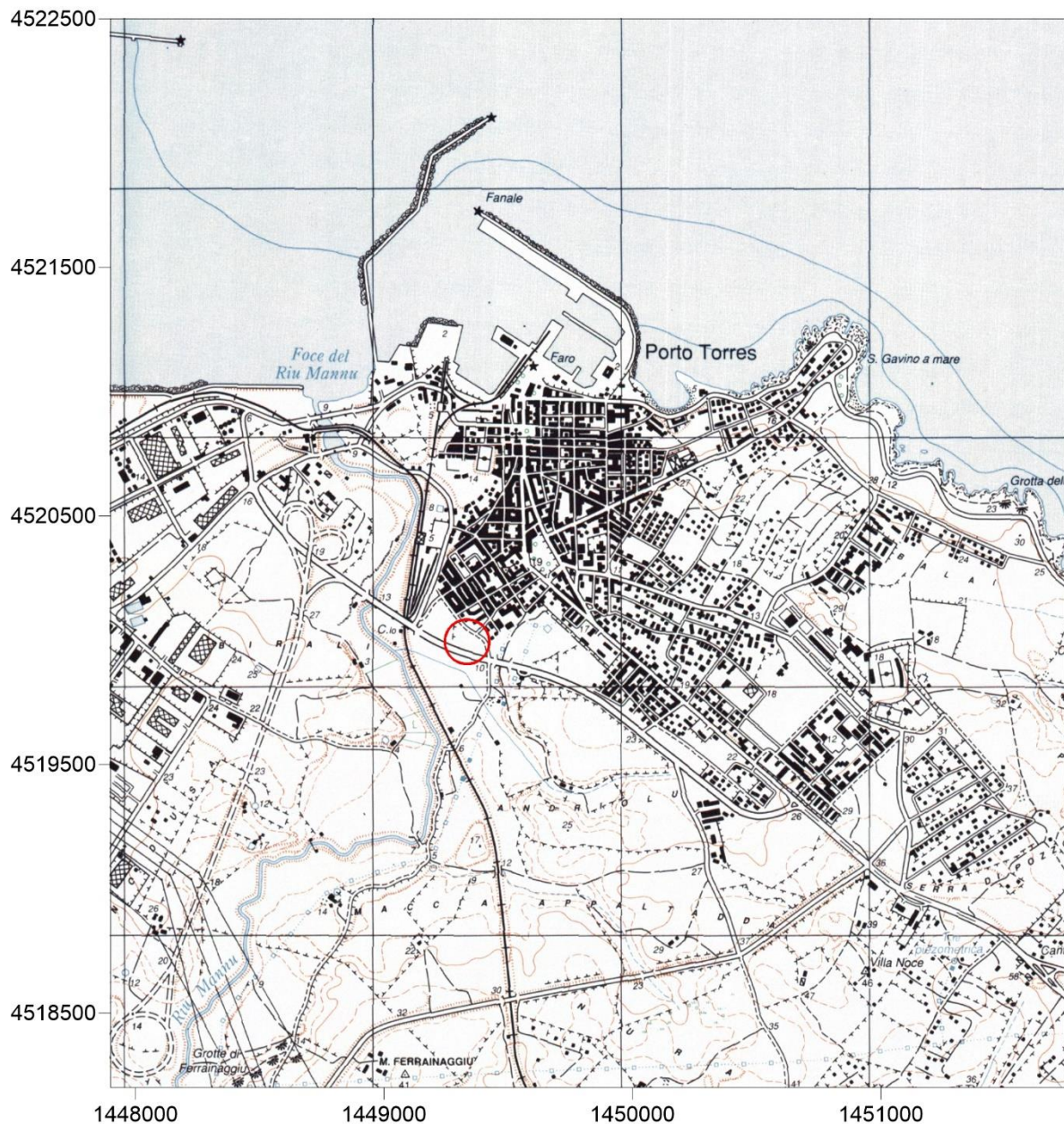


Figura 1 Inquadramento su IGM Scala 1:25.000

Relazione Geologica

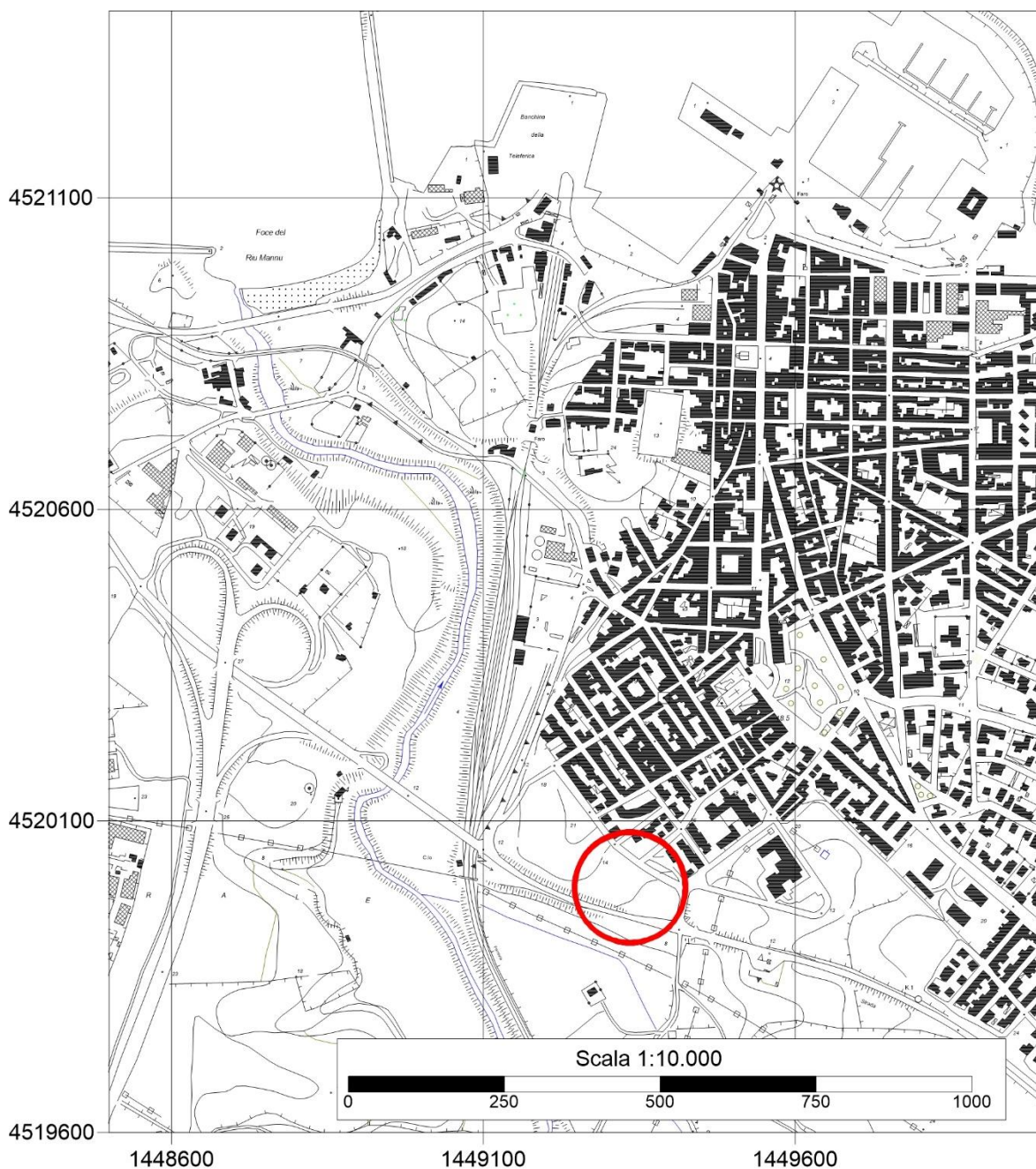


Figura 2 Stralcio Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000

Nel sistema di riferimento catastale il lotto di progetto risulta inquadrato nel **Foglio 4**, **Mappali 1398, 1432, 1327, 1325, 1331**.

Relazione Geologica

Geologia

Inquadramento generale

Il territorio di Porto Torres mostra una successione di terreni che va dal mesozoico al Quaternario.

Il basamento mesozoico affiora estesamente nei rilievi a ovest dell'agglomerato industriale e comprende una sequenza sedimentaria calcareo dolomitica di età compresa tra il Triassico e il Giurassico, rappresentata da depositi carbonatici di piattaforma: dolomie, calcari, calcari dolomitici, calcari oolitici e calcareniti.

Sopra le formazioni mesozoiche poggiano delle vulcaniti appartenenti a un ciclo calcalino terziario, rappresentate da rioliti e riodaciti in espandimenti ignimbrici, talora intercalate da livelli epiclastici. Le vulcaniti affiorano lungo una stretta cintura orientata NNO-SSE disposta sul margine occidentale della zona industriale e s'immergono verso Est sotto la formazione marnoso calcarea miocenica.

Sopra l'unità descritte in precedenza, poggia in trasgressione, una sequenza sedimentaria di ambiente prevalentemente marino depositatasi a seguito di una fase distensiva instauratasi a partire dal miocene inferiore – medio.

Nella figura sotto si riporta uno stralcio della cartografia ufficiale in scala 1:100.000 rappresentata dal Foglio Geologico 179 edito dal Servizio Geologico Nazionale con la relativa sezione geologica che rappresenta i rapporti tra le Formazioni.

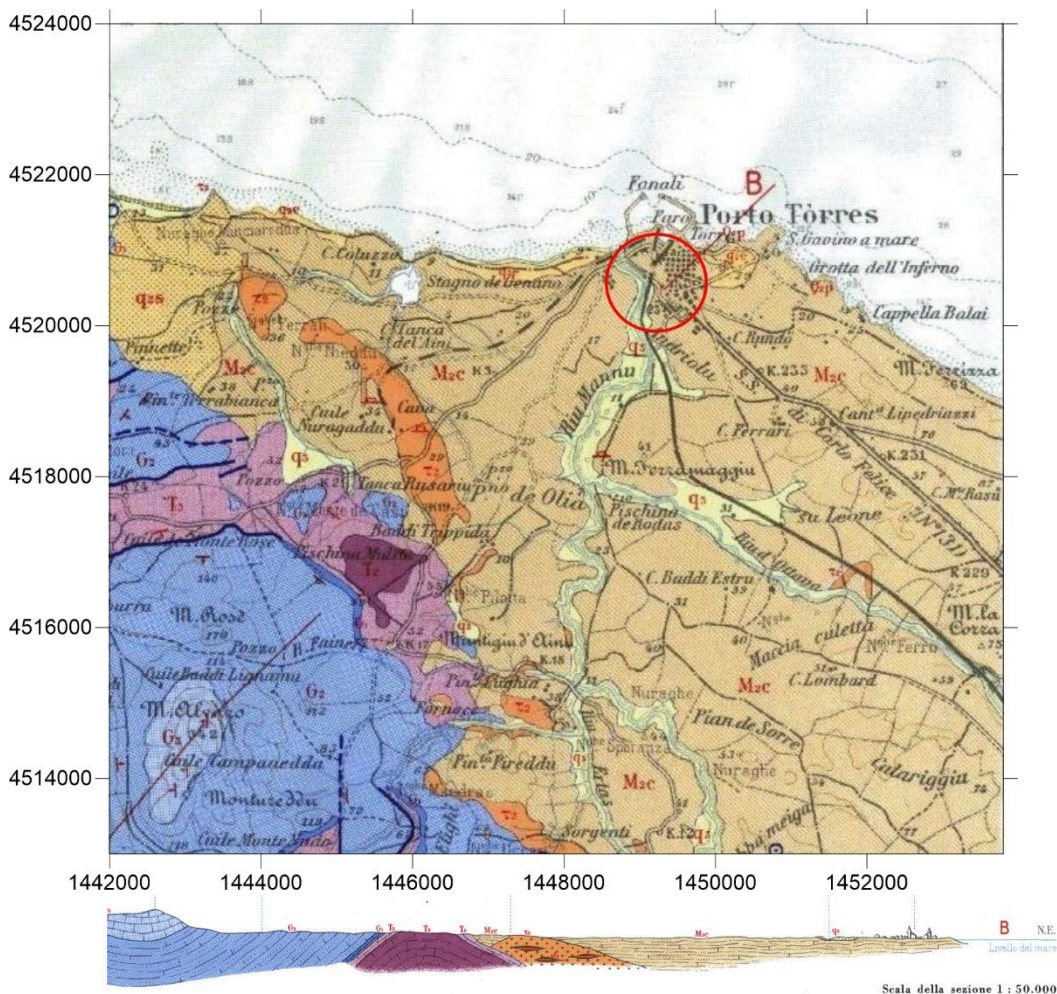


Figura 3 Stralcio Foglio Geologico 179

Relazione Geologica

La fase distensiva terziaria si esplica attraverso più stadi evolutivi per tutto il miocene, determinando l'apertura di un ampio bacino intracratonico che attraversa gran parte della Sardegna nord orientale, organizzato in un sistema di semigraben orientati NNO-SSE e collegati tra loro, attraverso delle faglie di trasferimento.

L'area in esame si colloca all'interno del segmento più settentrionale di questo sistema di rift, all'interno del bacino sedimentario noto in letteratura come "Bacino di Porto Torres".

La struttura del bacino di Porto Torres è riconducibile a un semigraben caratterizzato a ovest da rapporti di onlap sul basamento mesozoico e sulle vulcaniti terziarie, mentre verso Est è limitato da delle faglie dirette, orientate NNW e immergenti verso WSW.

Nella figura a lato si riporta una immagine estratta dalla nuova Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 459 Sassari dove viene data una rappresentazione schematica del bacino terziario di Porto Torres e dei suoi rapporti con il bacino del Logudoro che si apre nella parte meridionale.

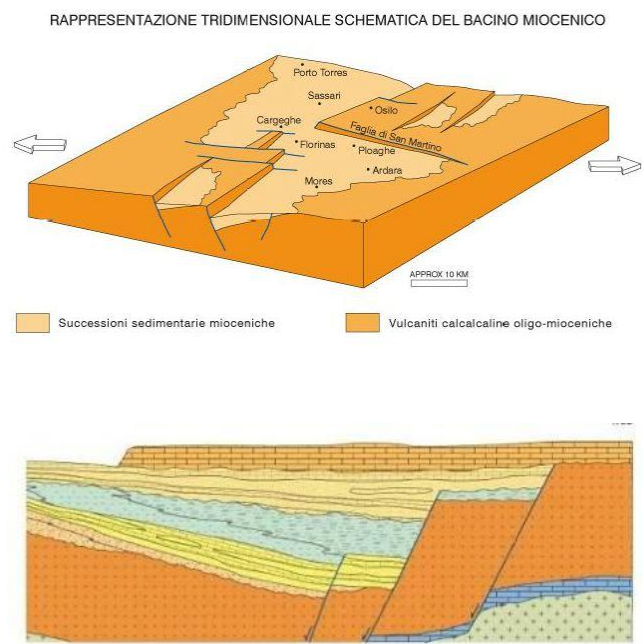
La successione che colma il bacino terziario viene suddivisa in tre sequenze sedimentarie principali. La più antica ha un'età compresa tra il Burdigaliano superiore ed il Langhiano e comprende alla base dei sedimenti clastici continentali (arancio chiaro in figura) seguiti verso l'alto da calcari litorali (giallino) che passano a siltiti e marne arenacee di ambiente marino più profondo (azzurro); la seconda sequenza, che arriva fino al Tortoniano - Messiniano inizia anche essa da sabbie continentali di ambiente fluvio deltizio (avana) e passa verso l'alto a calcari di piattaforma interna ricchi in alghe calcaree (arancio). La terza sequenza infine è costituita unicamente da argille e conglomerati di ambiente fluvio - deltizio ed affiora unicamente in una stretta paleo valle incisa nelle coperture mesozoiche che coincide attualmente con la vallata di Fiume Santo; la sua età è riferita al Messiniano superiore - Pliocene inferiore.

Successivamente, come conseguenza dell'apertura del Bacino sud-tirrenico verso la fine del Messiniano e nel Plio-Pleistocene, l'intera Isola è interessata da un'accentuata ripresa della tettonica distensiva la quale favorì una diffusa attività vulcanica a carattere alcalino prevalentemente basaltico.

In relazione alla geometria del bacino la sequenza miocenica mostra un graduale aumento di spessore verso Est e raggiunge la massima potenza nei pressi di Sassari Sorso con spessori superiori a 500 m.

Sul margine occidentale (e dunque nel settore di Porto Torres) la potenza della successione miocenica si riduce notevolmente nell'ordine di 30 – 70 m.

Nel territorio di Porto Torres la sequenza stratigrafica presenta alla base delle sabbie quarzo-feldspatiche e dei conglomerati poligenici trasgressivi, seguiti da un primo orizzonte di calcari bioclastici di mare basso, seguiti ancora da delle marne arenacee e siltiti,



Relazione Geologica

depositatesi in concomitanza con l'approfondimento del bacino miocenico e poi ancora da un secondo orizzonte di calcari bioclastici.

Tutta la sequenza miocenica mostra una lieve immersione verso NE probabilmente relazionata a una fase distensiva pliocenica ed è interessata da un sistema di faglie e fratture a orientazione NNW e NE con carattere di faglie dirette o Joint.

La sequenza miocenica è chiusa al tetto da dei depositi continentali pleistocenici rappresentati da eolianiti in parte rimaneggiate.

Geologia del sito

Il quadro geologico d'insieme ricostruito attraverso la Cartografia ufficiale del Piano Urbanistico Comunale e i rilievi geologici di superficie è riportato nella carta geologica di Figura. 4 in scala 1:4.000 e nella sezione litologica in scala 1:400 rappresentata in figura 5.

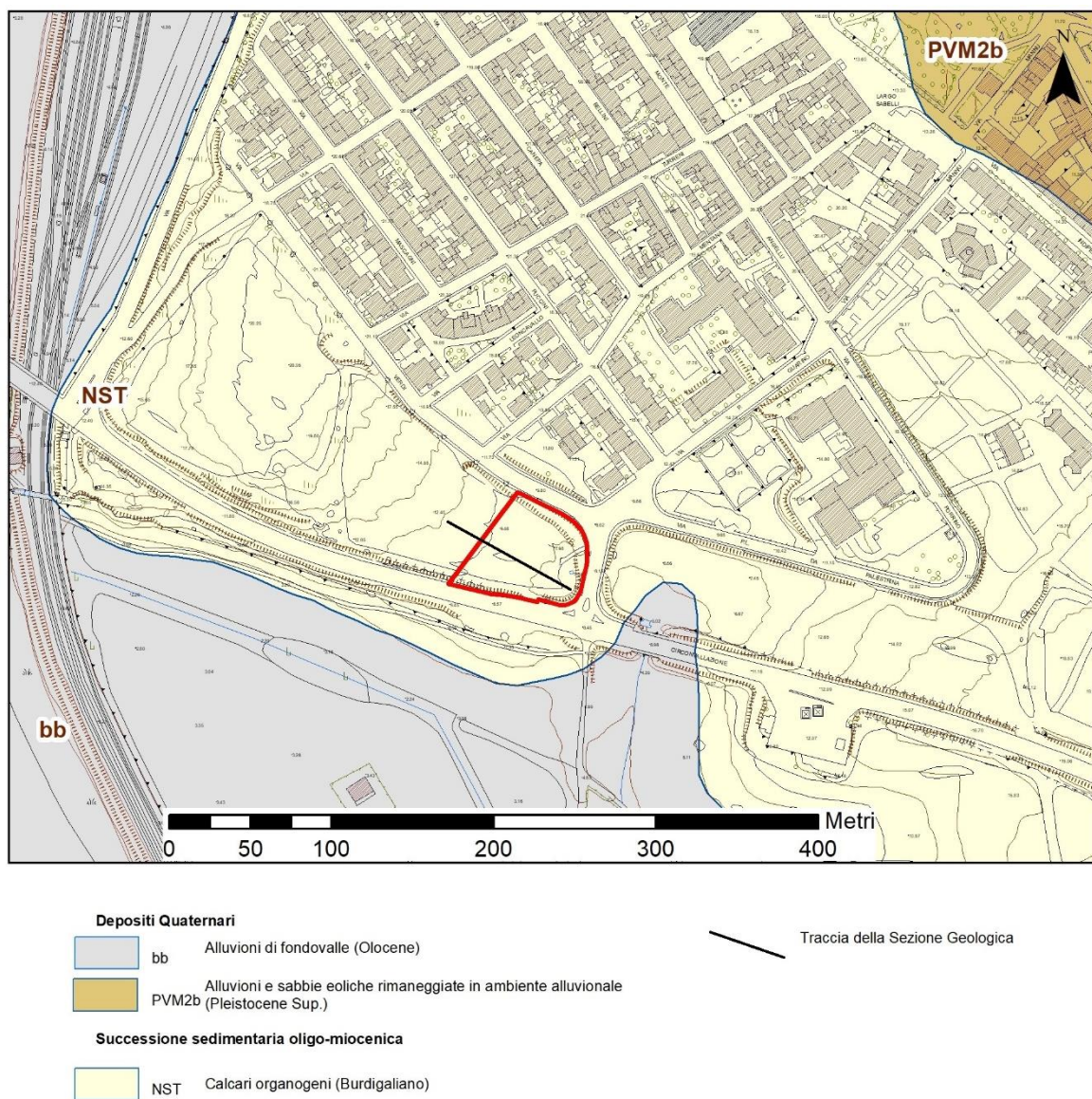


Figura 4 Carta Geologica del sito

Relazione Geologica

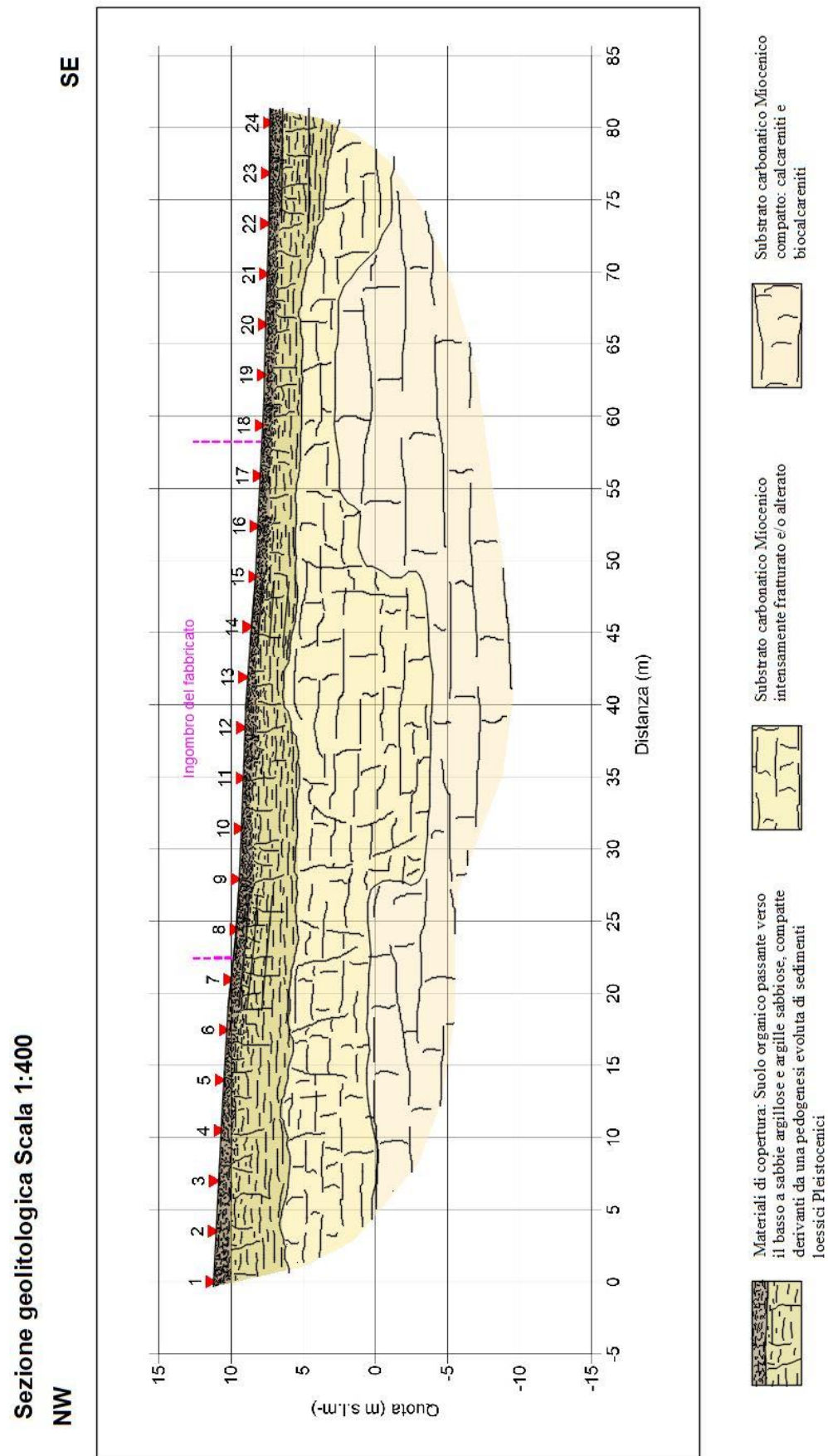


Figura 5 Sezione Geolitologica

Relazione Geologica

In sintesi, nell'intorno del lotto emerge la Formazione marnoso arenacea miocenica ricoperta da modesti spessori di suoli quaternari argilloso sabbiosi.

In particolare, in corrispondenza del lotto le indagini geognostiche, hanno permesso di verificare la presenza di un substrato litoide riconducibile a termini della Formazione dei calcari Organogeni Burdigaliani, ricoperto da sedimenti a composizione sabbioso argillosa riconducibili a dei depositi eolici di tipo Loess di età Pleistocenica fortemente pedogenizzati che sfumano verso l'alto in suoli organici. Lo spessore dei materiali sciolti che costituiscono la copertura è risultato compreso tra un massimo di circa 4 m ed un minimo di circa 2.5 m.

Il substrato carbonatico è composto da rocce organogene, a tessitura granulare clastica, costituite dall'accumulo di frammenti di conchiglie e soprattutto alghe incrostanti con alternati livelli di calcareniti marnose.

Possono trovarsi come spesse bancate omogenee, con potenza anche di 10 m o in strati irregolari di spessore metrico.

La roccia presenta una tessitura granulare, formata noduli di alghe incrostanti, frammenti di organismi coloniali, echinidi, legati assieme da un cemento carbonatico o da una matrice sottile.

Questi litotipi possono essere anche molto porosi e presentare dei livelli attraversati da un reticolo di vuoti in collegamento tra loro.

In relazione alla resistenza, queste litologie comprendono sia delle rocce tenere che delle bancate più dure in genere a composizione calcarenitica.

I materiali di copertura comprendono dei sedimenti fini composti da sabbie argillose o argille sabbiose, di colore giallo verdastro, molto compatte che sfumano verso l'alto in un suolo organico di colore più scuro.

Sono il prodotto di una pedogenesi evoluta in depositi probabilmente riconducibili a Loess depositati in un contesto sub-pianeggiante, nelle porzioni più profonde si osserva un arricchimento in argilla tipico dei processi pedogenetici, sono frequenti inoltre accumuli di carbonati secondari in sottili vene e noduli di colore biancastro.

Geomorfologia

Sotto il profilo geomorfologico il territorio di Porto Torres si sviluppa su un ampio tavolato impostato sulla formazione sedimentaria Miocenica, delimitato verso mare da una costa a falesia molto frastagliata. In generale l'assetto geomorfologico può essere descritto come un basso promontorio debolmente ondulato o pianeggiante, pendente verso nord ovest solcato da un sistema di ampie vallecicole con profilo ad U.

I fenomeni evolutivi sono riconducibili sostanzialmente a processi di dilavamento prodotti dall'acqua di pioggia che danno luogo a forme di erosione areale e solo nei tratti a maggior pendenza verso la costa a forme di erosione concentrata.

Considerando la natura litoide del substrato e le deboli pendenze dei terreni è possibile escludere fenomeni evolutivi di tipo gravitativo.

Relazione Geologica

Gli elementi morfologici di maggior interesse riguardano i fenomeni carsici che in varia misura interessano la formazione carbonatica miocenica.

Nei litotipi prevalentemente marnosi i fenomeni carsici sono in genere poco sviluppati in ragione del relativamente basso tenore in carbonato e dell'elevato contenuto di residuo insolubile.

Le forme più diffuse sono riconducibili a sculture alveolari, nicchie e condotti di dimensioni decimetriche che possono essere ricondotti perlopiù tra i fenomeni *para-carsici* ovvero legati alla azione disagregatrice delle acque meteoriche e/o all'azione del mare che agiscono su una formazione di consistenza tenera.

Le cavità di dimensioni maggiori sono concentrate lungo il tratto costiero e si trovano generalmente in corrispondenza del sistema di fratture e diaclasi che attraversano la roccia.

Fenomeni più propriamente carsici sono riscontrabili nei calcari organogeni a maggior contenuto carbonatico ove sono riconoscibili condotti carsici di dimensioni da decimetriche a metriche, spesso riempiti da argille residuali, crepacci e piccole paleo doline in genere riempiti da sedimenti quaternari.

Fanno parte di questo gruppo le manifestazioni carsiche che sono state individuate in diversi punti nel quartiere di Serra Li Pozzi, dove sono presenti diverse strutture di dimensioni non trascurabili. La più importante è il fenomeno di sinkhole manifestatosi nel in via dei Corbezzoli, dove nel febbraio del 2013 si aprì una voragine di diversi metri di diametro collegata ad un inghiottitoio di oltre 10 m di profondità.

Altre manifestazioni di origine carsica sono rappresentate da cavità di dimensioni metriche riscontrate nel corso di altri progetti edilizi.

Caratteristiche geomorfologiche dell'area di indagine

Il sito di intervento è inserito in un contesto quasi completamente urbanizzato, sul margine occidentale del nucleo abitato di Porto Torres.

Il lotto si sviluppa su un dolce versante che degrada regolarmente verso SE con pendenza media del 5%

Nei rilievi eseguiti non sono emerse situazioni riconducibili a dissesto geomorfologico.

Relazione Geologica

Idrogeologia

L'immediato entroterra di porto Torres è descrivibile come un ampio tavolato con quote che vanno dai 50 m ai 10 m s.l.m. caratterizzato da una morfologia ondulata in cui si alternano ampie depressioni, con profilo piatto o concavo prevalentemente riempite da sedimenti pleistocenici e attuali e lievi dorsali dal profilo convesso in cui affiora la formazione miocenica.

L'unico corso d'acqua permanente è rappresentato dal Rio Mannu che sfocia a mare ad ovest dell'area indagata tra il porto civile ed il porto industriale.

Il settore analizzato si sviluppa su un dolce versante al margine della piana alluvionale del Rio Mannu, nella conformazione attuale le acque di ruscellamento convergono verso il confine SE del lotto, in corrispondenza dell'incrocio sulla strada di circonvallazione.

In riferimento alla permeabilità dei terreni i calcari bioclastici miocenici che costituiscono il substrato geologico, possiedono una permeabilità elevata legata sia ad una porosità primaria della roccia che ad una porosità secondaria per fratturazione e carsismo.

Queste litologie costituiscono un acquifero molto importante, soprattutto nel settore compreso tra il Rio Mannu e la statale 131 dove alimentano numerosi pozzi tra cui i pozzi comunali che contribuiscono all'approvvigionamento idrico della città. Alcune misure di portata effettuate proprio sfruttando i pozzi comunali hanno indicato valori di permeabilità della formazione dell'ordine di 1×10^{-3} m/sec.

Alcune indagini effettuate nel 2008 nell'ambito dell'analisi ambientale del sito della Ex Ferromin, collocato circa 600 a NW del sito hanno consentito di verificare la presenza di una falda freatica con superficie piezometrica prossima al livello del mare e dunque ad una profondità di circa 7 – 8 m rispetto alla quota media del lotto.

Relazione Geologica

Vincoli di natura geologica

In tema di difesa del suolo, il principale strumento normativo che regola l'utilizzo del territorio è rappresentato al Piano di Bacino di cui all'articolo 65 del decreto legislativo n. 152 del 2006 che rappresenta il quadro di riferimento a cui devono adeguarsi e riferirsi tutti i provvedimenti autorizzativi e concessori inerenti agli interventi ricadenti all'interno del bacino.

Il Piano di bacino è redatto, adottato e approvato per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali, interessanti anche più bacini idrografici e costituenti, in ogni caso, fasi sequenziali e interrelate rispetto ai suoi contenuti.

I piani stralcio approvati nel territorio Regionale sono il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI), che contempla sia il rischio idraulico che il rischio geomorfologico da frana; Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) che costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) ed il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio della regione Sardegna.

Il Coordinamento tra il PAI ed il PGRA è definito dal Titolo V delle Norme di attuazione del PAI (Artt da 38 a 41).

L'Art. 41 Comma 6 e l'Art 23 Comma 6 delle Norme di Attuazione del PAI stabiliscono che in caso di sovrapposizione di perimetri caratterizzati da differenti livelli di pericolosità derivanti da distinti strumenti di pianificazione, nel rispetto del principio di precauzione si applicano le norme più restrittive nelle sole zone di sovrapposizione.

Recentemente il Piano stralcio di bacino è stato aggiornato in relazione alla Pericolosità da frana in base ad i risultati dello “Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel Sub Bacino n°3 Coghinas – Mannu – Temo. Progetto di variante generale e di revisione del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna, di cui all'art.37 comma 1 delle vigenti norme di attuazione”.

La variante al PAI è stata adottata in via definitiva il 16/07/2015 con la Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, n. 1.

Pericolosità da frana

Facendo riferimento al piano recentemente adottato il sito in studio è classificato come “**Area a pericolosità Moderata da frana Hg1**”. La Tavola di riferimento è la Tavola 24, Cod elaborato FA 0602C0101

All'interno delle norme di attuazione del PAI, le aree a pericolosità geologica Moderata (Hg1) sono disciplinate dall'Art. 34 che sostanzialmente demanda la disciplina del territorio agli strumenti urbanistici e ai regolamenti edilizi del comune di appartenenza.

Nel comune di Porto Torres, la disciplina delle Aree Hg1 è normata nell' Art. 17, Comma 5 che prevede la necessità dello studio di compatibilità Geologico e Geotecnico per tutti gli interventi che eccedano, nella configurazione finale della struttura, i tre solai, siano essi piani e/o inclinati.

Relazione Geologica

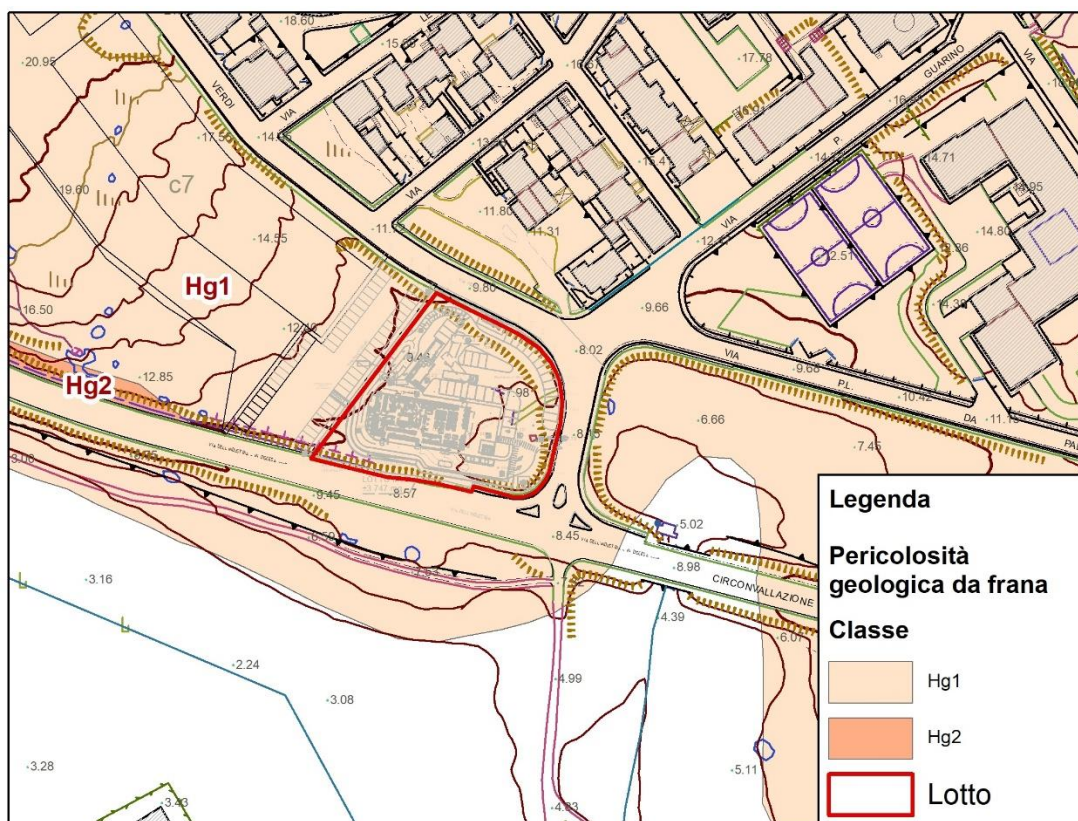


Figura 6 Stralcio della Carta della pericolosità per Frana del Comune di Porto Torres

Pericolosità Idraulica

In riferimento alla Pericolosità Idraulica il sito ricade in parte in un'area **C** definita dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (Adottato con Delibera 1 del 20.06.2013) (Vedi Figura 7), in parte in un'area classificata **P2** dal PGR (Adottato con Delibera 1 del 11.12.2018) (vedi Figura 8) ed in parte in un'area **Hi2** del Piano stralcio di bacino (Vedi figura 9).

Relazione Geologica

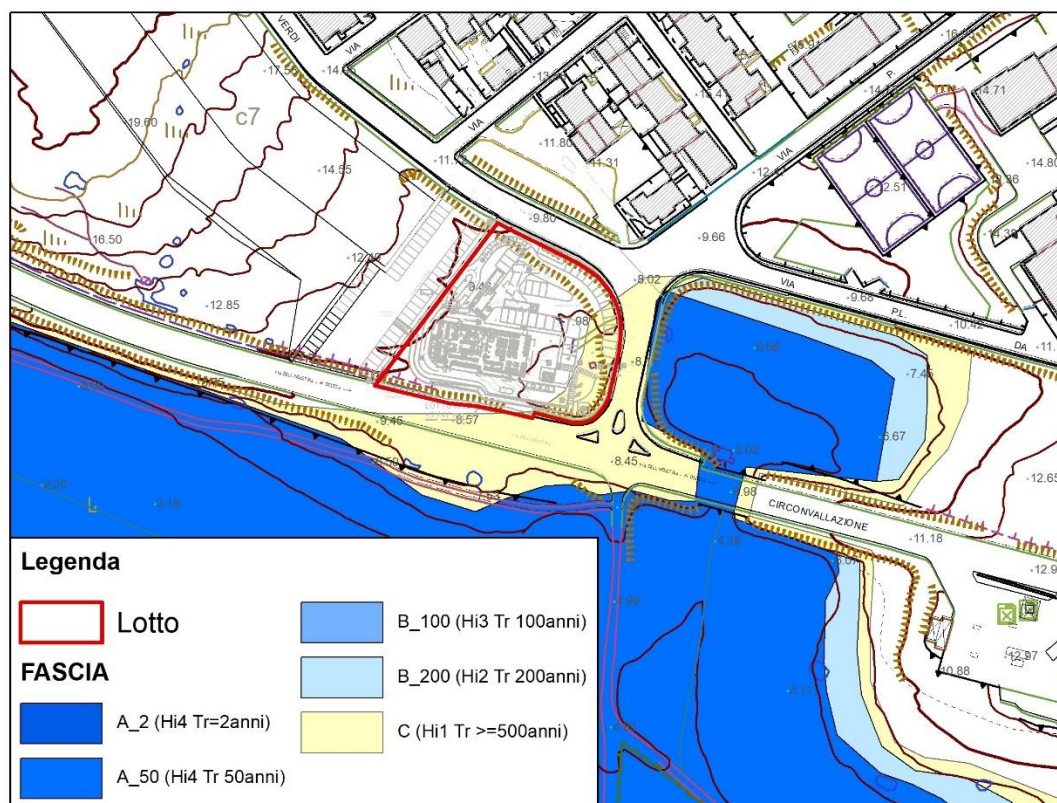


Figura 7 Stralcio della carta della pericolosità Idraulica da PSFF

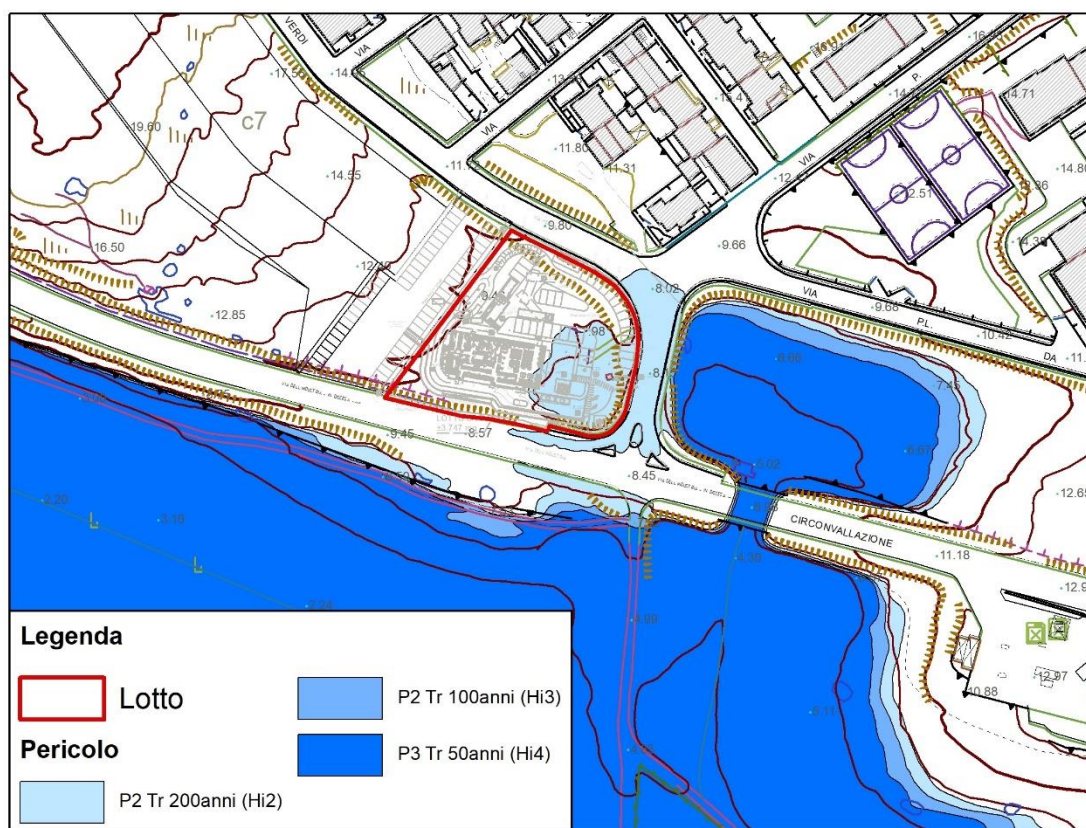


Figura 8 Stralcio della pericolosità Idraulica da PGRA

Relazione Geologica

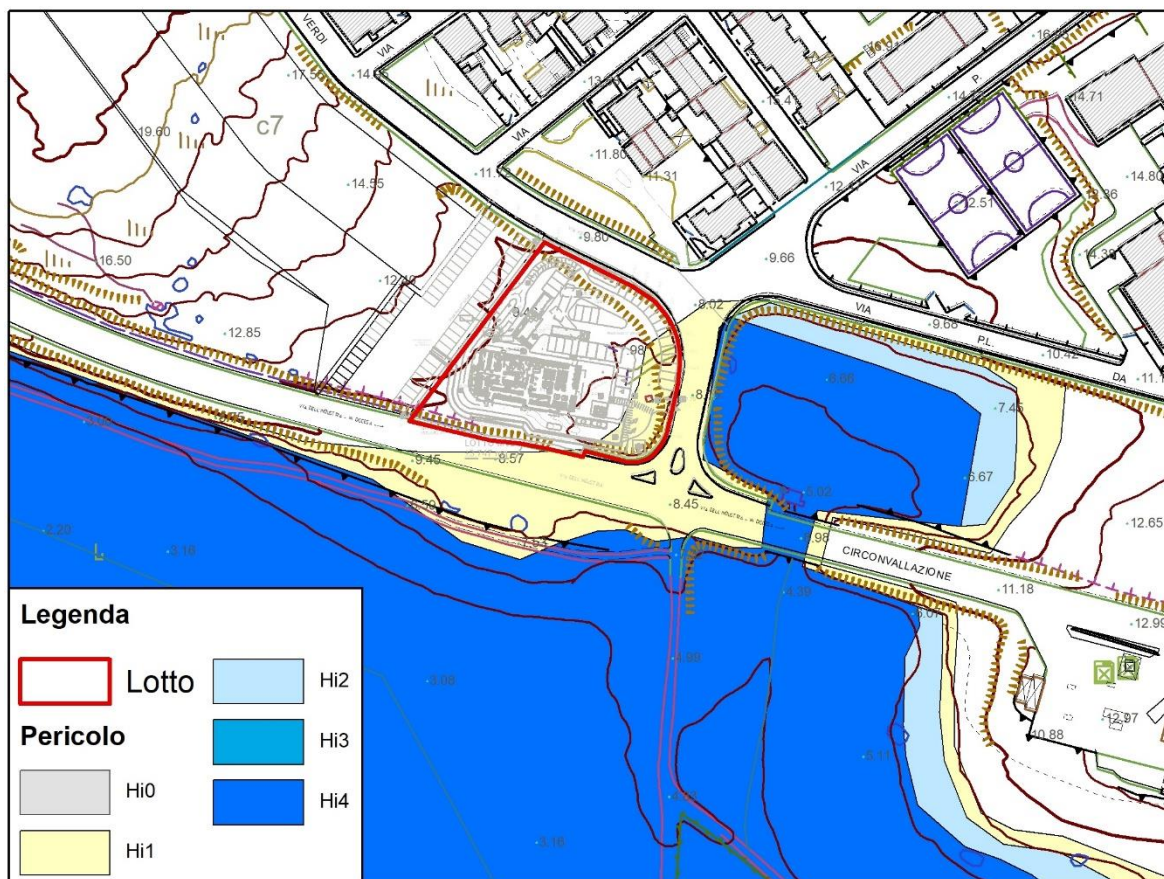


Figura 9 Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica da PAI

Adottando il principio di precauzione di cui all'Art. 41 delle NA del PAI, le norme più restrittive sono definite dal PGRA che individua un settore interno al lotto con superficie di circa 1000 mq con vincolo di **Pericolosità Idraulica Media (Hi2)**.

L'area vincolata è pressoché delimitata dalla curva di livello passante per la quota 8.25m s.l.m. estrapolata dal Modello digitale del terreno Lidar ad 1 m utilizzato in fase di modellazione del PGRA.

All'interno delle norme di attuazione del PAI, le aree a pericolosità Idraulica Media (Hi2) sono disciplinate dall'Art. 29 che viene di seguito riportato integralmente.

ARTICOLO 29 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica media (Hi2)

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 27 e 28.
2. Sono inoltre consentiti esclusivamente:
 - a. le nuove costruzioni nei centri edificati;
 - b. i cambiamenti di destinazione d'uso nei centri edificati, nelle zone residenziali e nelle zone di verde privato, anche relativi ai fabbricati rurali esuberanti per la conduzione dell'azienda agricola, purché compatibili con le caratteristiche formali e strutturali preesistenti degli edifici;
 - c. i cambiamenti di destinazione d'uso al di fuori delle zone di cui alla precedente lettera b., con eventuali aumenti di superficie o volume e di carico urbanistico non superiori

Relazione Geologica

- al 30%, a condizione di essere finalizzati a servizi pubblici e di pubblica utilità o ad attività terziarie ed attività diverse compatibili con le condizioni di pericolosità idraulica media;*
- d. gli ampliamenti, le sopraelevazioni e le integrazioni di volumi e superfici utili a destinazione d'uso immutata in tutte le zone territoriali omogenee;*
 - e. la realizzazione di volumi per attività agrituristica nelle sedi delle aziende agricole;*
 - f. le nuove costruzioni, le nuove attrezzature e i nuovi impianti previsti dagli strumenti urbanistici vigenti nelle zone territoriali omogenee di tipo D, E, F;*
 - g. gli interventi di edilizia cimiteriale con aumento di capacità non superiore al 30%;*
 - h. la realizzazione di parcheggi pertinenziali a raso ai sensi dell'articolo 9 della legge 24.3.1989, n. 122, "Disposizioni in materia di parcheggi, programma triennale per le aree urbane maggiormente popolate, nonché modificazioni di alcune norme del testo unico sulla disciplina della circolazione stradale";*
 - i. l'ampliamento degli immobili destinati ad esercizi alberghieri o di somministrazione di pasti e bevande;*
 - l. gli ampliamenti e le nuove realizzazioni di insediamenti produttivi, commerciali e di servizi;*
 - m. la realizzazione, l'ampliamento e la ristrutturazione di opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.*
- 2 bis. Tutti gli interventi del precedente comma sono consentiti a condizione che per essi non sia prevista la realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati.⁷¹*
- 3. Lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 è richiesto per gli interventi di cui al comma 2, lettere a., c., d., e., f., g., h., i., l., m.*
- 4. Le modifiche e gli ampliamenti relativi agli stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del decreto legislativo 17.8.1999, n. 334, "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose", eventualmente ubicati nelle aree di pericolosità idraulica media, sono decise secondo il criterio di precauzione applicando le modalità di valutazione di cui al punto 6.3 dell'Allegato al decreto del Ministro dei lavori pubblici 9.5.2001 "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante".*

In riferimento alla pericolosità idraulica del sito è necessario evidenziare che entrambi gli studi effettuati per la valutazione della pericolosità idraulica individuavano una probabilità di alluvionamento del sito legata alla presenza di un sottopasso stradale che attraversava la strada provinciale e costituiva una luce di passaggio per le piene del Fiume Mannu di Porto Torres.

Allo stato attuale il sottopasso in questione risulta chiuso e la depressione immediatamente a monte colmata con materiali di riporto, tale intervento effettuato al fine della mitigazione del pericolo idraulico ha di fatto modificato lo stato di pericolosità del sito che è stata rivalutata attraverso uno specifico Studio Idraulico che ha dimostrato che di fatto l'intervento impedisce l'esondazione del Rio Mannu per eventi di piena con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

Sulla base delle risultanze dello studio idraulico è stata formulata una Proposta di Variante al PAI conforme all'Art. 37 Comma 3 lett. b delle Norme di Attuazione che dimostra la riduzione della pericolosità geologica del sito da Hi 2 ad Hi 1.

Nella figura che segue si rappresenta uno stralcio della Tavola n. 6 facente parte dello Studio di Variante che rappresenta lo stato attuale della Pericolosità Idraulica del sito oggetto di analisi.

Relazione Geologica



Figura 10 Pericolosità idraulica allo stato attuale da Studio di variante al PAI (Stralcio Tavola 6)

La proposta di Variante è stata presentata in data 04.02.2022 dalla Società Edile Turritana Srl all'Amministrazione Comunale di Porto Torres ed è in attesa di Approvazione.

Relazione Geologica

Indagini geognostiche

Per la definizione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo è stata programmata e realizzata una apposita campagna di indagini geognostiche che ha compreso le seguenti attività:

- Esecuzione di N° 6 Prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro medio (DPM) con maglio da 30 Kg spinte fino a profondità di rifiuto strumentale;
- Esecuzione di 3 pozzetti geognostici finalizzati al prelievo di n° 6 campioni indisturbati;
- Esecuzione di prove di laboratorio geotecnico su N° 6 campioni indisturbati comprendenti: prova di taglio, prova di espansione laterale libera, granulometria, limiti di Atterberg, caratteristiche naturali (granulometria, peso di volume, umidità naturale, densità naturale, peso specifico);
- Esecuzione di un profilo sismico a rifrazione di lunghezza pari a 80.5m con acquisizione di onde di compressione ed elaborazione tomografica;
- Esecuzione di N°1 Prova MASW finalizzata alla definizione della categoria di sottosuolo secondo NTC 2018.
- Prelievo con ausilio di escavatore di n° 9 campioni di terreno per analisi ambientali;
- Esecuzione di analisi chimiche su N° 9 Campioni di terreno comprendenti: concentrazione di 10 metalli pesanti, Concentrazione di idrocarburi leggeri C<12 e pesanti C>12;

L'ubicazione delle indagini è rappresentata in scala 1:350 nella Tavola 01 Planimetria delle indagini allegata alla relazione che viene riportata in stralcio nella figura seguente.

Planimetria delle Indagini Geognostiche

Scala 1:350

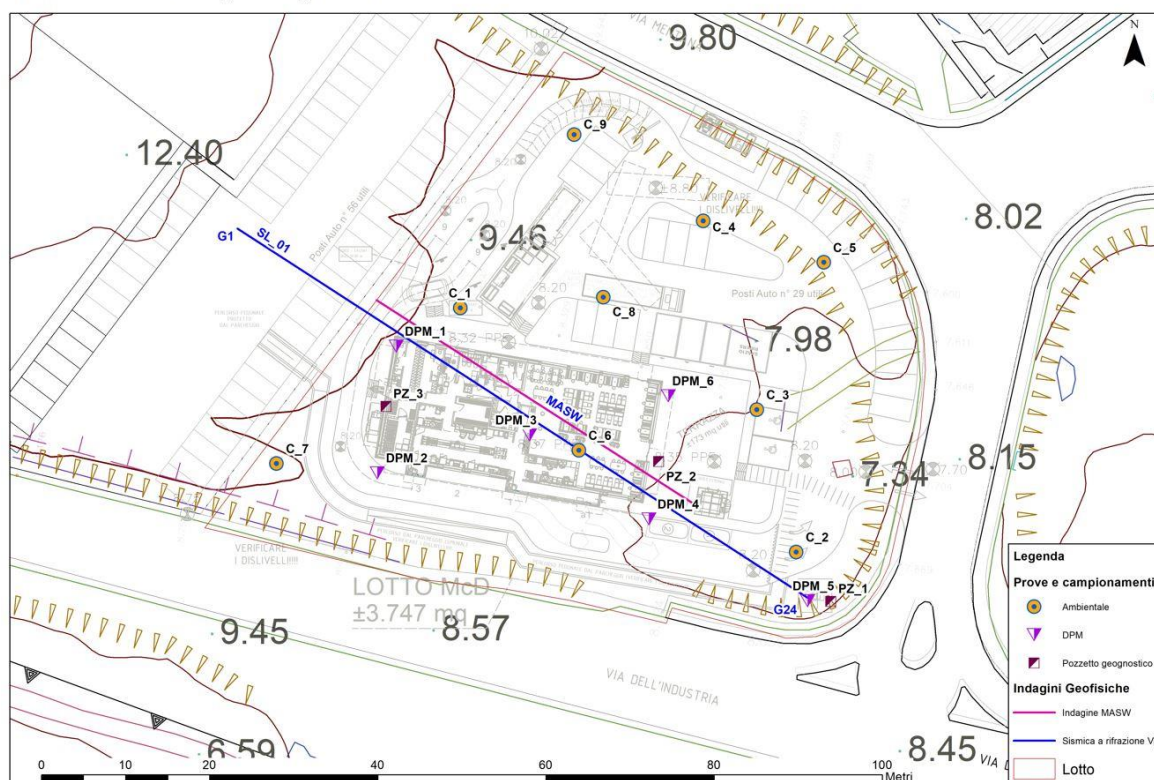


Figura 11 Stralcio della Planimetria delle indagini geognostiche

Relazione Geologica

Prove penetrometriche dinamiche continue (DPM)

Per verificare lo stato lo spessore e lo stato di consistenza dei terreni superficiali sono state eseguite sei prove penetrometriche dinamiche continue, con penetrometro di tipo medio, con maglio da 30 Kg.

La prova penetrometrica consiste nell'infissione, attraverso un apparecchio a percussione, di un sistema di aste con terminazione a punta conica.

Durante la prova viene misurato il numero di colpi necessario per l'infissione delle aste in relazione ad un intervallo di profondità noto che nel nostro caso è pari a 10 cm.

Questo valore viene successivamente correlato al numero di colpi della prova standard SPT attraverso un opportuno coefficiente teorico di energia, così da uniformare i dati utilizzati per la ricostruzione litotecnica del sottosuolo.

Le prove sono state eseguite con un penetrometro dinamico medio tipo DPM (Classificazione ISSMFE 1988) modello Deep Drill DM-30 di fabbricazione italiana con le seguenti caratteristiche tecniche:

Tabella 1 Caratteristiche strumentali del penetrometro Deep Drill DM30

Peso massa battente (Kg)	Altezza di caduta (cm)	Massa passiva (Kg)	Diametro punta conica (mm)	Angolo apertura (°)	Area di base punta (cm ²)	Lunghezza aste (cm cad.)	Peso aste (Kg/m)	Prof. giunzione 1° asta (cm)	Passo di lettura (cm)	Coeff. teor. Energia (J)
30	20	13	35.7	60	10	100	2.93	80	10	0.766

La prova consente di effettuare una valutazione qualitativa del grado di consistenza e addensamento dei terreni in funzione della profondità e raggiunge il rifiuto quando il numero di colpi necessario all'avanzamento delle aste di 10 cm (**N₁₀**) supera il valore di 50.

Attraverso un coefficiente teorico di correlazione **β_t** è quindi possibile correlare **N** al numero di colpi della prova SPT (**N_{SPT}**) e quindi, attraverso verifiche locali, è possibile risalire "indirettamente" alle caratteristiche stratigrafiche e meccaniche dei terreni indagati.

La prova permette inoltre di ricavare dal numero di colpi la resistenza dinamica alla punta (**Rpd**) tramite la formula Olandese:

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A + (M+P)]$$

dove **e** rappresenta il valore dell'infissione per colpo (**δ/N**) mentre **P** è il peso totale delle aste e del sistema di battuta.

Le 6 prove sono state eseguite in data 08 Giugno 2022, spinte fino alla profondità di rifiuto strumentale.

5 prove sono state realizzate in corrispondenza dell'edificio principale: distribuite lungo i vertici ed al centro della struttura; 1 prova è stata realizzata in corrispondenza del punto ove è prevista l'installazione del Totem.

Relazione Geologica

I risultati delle 6 prove sono riportati nell'Allegato 1, dove vengono rappresentati i diagrammi N° di colpi/profondità e RPD/profondità, insieme alla tabella dei valori registrata in campagna.

In sintesi le prove hanno raggiunto valori di rifiuto strumentale a profondità variabili da un minimo di 2.50 m (prova DPM 6) ad un massimo di 4.10 m (Prova DPM 1) interrompendosi sul substrato litoide calcareo miocenico come confermato dall'indagine sismica a rifrazione.

In tutte le prove si è registrata la presenza di un primo orizzonte molto addensato, caratterizzato da valori di resistenza NSPT compresi mediamente tra 24 e 28 colpi, corrispondente all'orizzonte di suolo asciutto e disseccato, seguito da un orizzonte sempre molto addensato, caratterizzato da valori di resistenza NSPT compresi mediamente tra 14 e 17 colpi, corrispondente alle argille sabbiose/sabbie argillose, umide, che precedono il substrato calcareo.

Nel corso delle prove non è stata rilevata la presenza di falda libera.

I dati principali scaturiti dalle prove sono riassunti nella tabella seguente

Tabella 2 dati consuntivi prove penetrometriche dinamiche (DPM)

Prova	Ubicazione	Quota p.c (m slm)	Profondità di rifiuto (m da p.c.)	Spessore 1° strato (m)	NSPT 1° Strato	Spessore 2° strato (m)	NSPT 2° Strato
1	Spigolo NW	9.85	4.1	1.2	28.6	2.8	15.5
2	Spigolo NW	9.9	3.5	1.2	27.1	2.10	16.6
3	Centro	9	2.7	1.0	26.7	1.50	17.3
4	Spigolo SE	8	2.7	1.2	24.2	1.40	15.9
6	Spigolo SE	8.31	2.5	1.1	26.3	1.3	17.6
5	Totem	7.76	3.9	0.8	24.2	2.90	13.7

Pozzetti geognostici e prelievo campioni indisturbati

Nel corso dell'indagine sono stati realizzati tre pozzetti geognostici con escavatore meccanico finalizzati a verificare in maniera diretta la natura dei terreni di copertura e permettere il prelievo di campioni indisturbati destinati alle analisi geotecniche di laboratorio.

I pozzetti sono stati realizzati in corrispondenza dei due estremi NW e SE del fabbricato ed in corrispondenza del sito dove è previsto il posizionamento del Totem ed hanno raggiunto profondità comprese tra un minimo di 2.30 m ad un massimo di 2.80m.

Da ciascun pozzetto geognostico sono stati prelevati 2 campioni indisturbati (per un totale di 6 campioni) utilizzando delle fustelle in acciaio infisse nel terreno.

Le stratigrafie emerse dai pozzetti hanno permesso di distinguere tre orizzonti caratteristici, dall'alto verso il basso:

Orizzonte 1: Suolo organico di composizione sabbioso limosa, con ciottoli centimetrici di rocce calcaree, colore bruno scuro, asciutto, spessore 0.4 – 0.7 m;

Relazione Geologica

Orizzonte 2: Suolo residuale di composizione limoso sabbiosa, colore bruno giallastro, asciutto, spessore 0.5 – 0.6 m;

Orizzonte 3: Sabbie fini con argilla e limo / Argille con sabbia e limo, colore giallastro, debolmente cementate, molto consistenti, umide.

Solo il pozzetto PZ_2 ha intercettato il substrato litoide ad una profondità di 2.30 m.

I Logs stratigrafici, insieme alle fotografie dei pozzetti sono riportati in Allegato 3, mentre nella tabella che segue vengono riassunti gli elementi più significativi scaturiti dai pozzetti.

Tabella 3 Dati consuntivi pozzetti e campionamenti

Pozzetto	Ubicaz.	Quota p.c (m slm)	Profondità di scavo (m da p.c.)	Spessore 1° orizzonte (m)	Spessore 2° orizzonte (m)	Spessore 3° orizzonte (m)	Sigla campione	Prof. di prelievo
PZ_1	Totem	7.75	2.6	0.7	0.6	0.8	C5	1.30 - 1.56
							C6	1.90 - 2.45
Pz_2	Lato SE	8.04	2.3	0.5	0.6	0.8	C3	1.40 - 1.55
							C4	2.00 - 2.15
Pz_3	Lato NW	9.64	2.8	0.4	0.5	1.2	C1	1.80 - 1.97
							C2	2.60 – 2.75

Sui campioni raccolti sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio finalizzate a definire le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni di fondazione.

Il quadro riassuntivo delle prove eseguite è rappresentato nella tabella seguente.

Ubicazione/Sigla	Profondità (m da p.c.)	Prove eseguite						
		GR	LIM	PVol	PSpec	W	TG	ELL
PZ_3/C1	1.30 - 1.56	X	X	X	X	X	X	X
PZ_3/C2	1.90 - 2.45	X	X	X	X	X	X	
PZ_2/C3	1.40 - 1.55	X	X	X	X	X	X	
PZ_2/C4	2.00 - 2.15	X	X	X	X	X	X	
Pz1_C5	1.80 - 1.97	X	X	X	X	X	X	
Pz1_C6	2.60 – 2.75	X	X	X	X	X	X	
GR=Analisi granulometrica; LIM=Limiti di Atterberg; PVol=Peso di volume naturale; PSpec=Peso specifico; W=Umidità naturale; TG=Prova di taglio CD; ELL=Prova di compressione a espansione laterale libera.								

Relazione Geologica

Indagini sismiche a rifrazione

L'indagine ha compreso la realizzazione di uno stendimento di sismica a rifrazione, allineato in direzione NW-SE, parallelamente alla direzione di allungamento del fabbricato.

Lo schema di acquisizione ha previsto l'utilizzo di 24 geofoni con interdistanza di 3.5 metri per una lunghezza complessiva di 80.5m.

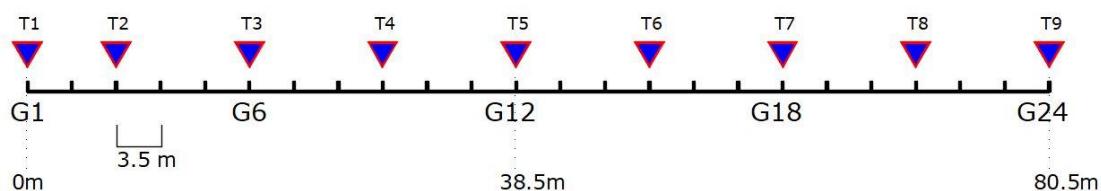
Per la registrazione del segnale è stato utilizzato un sismografo digitale a 24 canali, modello DAQLINK III della Seismic Source Co, in grado di acquisire informazioni con dinamica a 24 bit. Le caratteristiche tecniche dello strumento sono riassunte nella tabella sottostante:

Tabella 4 Caratteristiche tecniche del sismografo DAQLINK III

A/D	24 bit sigma delta converter
Anti-Alias Filters	85% of Nyquist frequency
Low Cut Filter	User Selectable – DC, 0.1 Hz, 2 Hz
Filter Type	Linear Phase
Sample Rates	1/48, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16 ms
PreAmp Gain	x2 (6 dB) & x32 (30 dB) standard x1 (0 dB) & x16 (24 dB) optional
Max Input at x2 (Standard)	3.58 Volts P-P x2 (Standard) 7.16 Volts P-P x1 (Optional)
Bandwidth	DC to 15 kHz
Power	Less than 0.4 watts per channel
Input Impedance	100k Ohms
Clock Sync	GPS

Per l'acquisizione delle onde di compressione sono stati utilizzati geofoni verticali OYO a 14 Hz con sistema di energizzazione costituito da una mazza metallica da 8 Kg battente su piastra in teflon.

Lo schema di acquisizione ha previsto 9 tiri sismici distribuiti lungo il profilo secondo lo schema rappresentato nella figura sotto.



Relazione Geologica

Nelle fotografie seguenti si riportano alcune immagini delle fasi di acquisizione dei dati di campagna.



Foto 2 Una immagine dello stendimento in direzione del geofono 1



Foto 1 Strumentazione utilizzata

Il profilo topografico è stato ricostruito utilizzando il Modello digitale del terreno DTM ad 1 metro messo a disposizione della Regione Sardegna.

I dati acquisiti sono stati processati con due differenti software al fine di ricostruire una sezione tomografica del sottosuolo che rappresenta la distribuzione della velocità di propagazione delle onde P; in particolare, per il picking degli istanti di primo arrivo delle vibrazioni generate nei vari punti di tiro ai vari geofoni è stato utilizzato il software REFLEX che permette tutte le operazioni di filtraggio e di signal enhancement, utili alla migliore individuazione dell'istante di arrivo dei segnali.

Per la ricostruzione della tomografia sismica è stato invece utilizzato il software RAYFRAC (Rowdewahl, 2003).

In generale, la qualità delle registrazioni è risultata sempre molto soddisfacente, a titolo di esempio si riportano le registrazioni relative ai tiri eseguiti in corrispondenza del geofono 12 (T2) e del Geofono 24 (T9) con evidenziato il piking dei tempi di primo arrivo.

Relazione Geologica

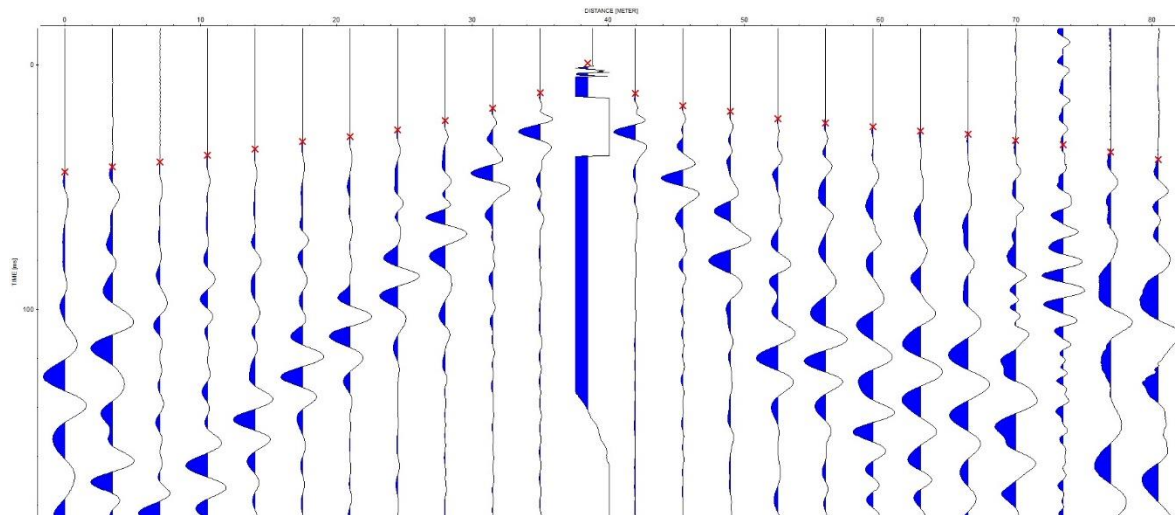


Figura 12 Registrazione del tiro al geofono 12 (T5)

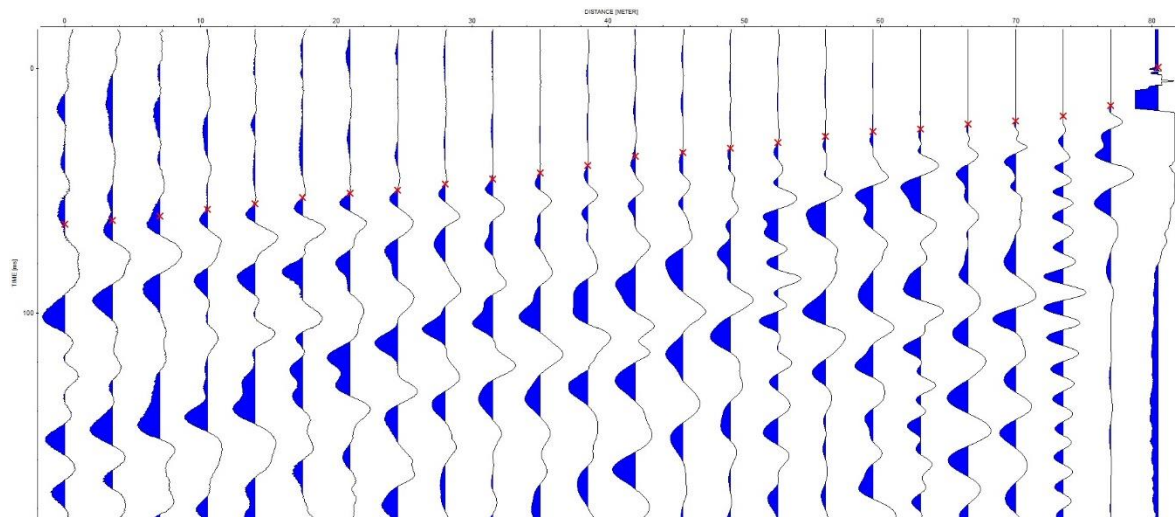
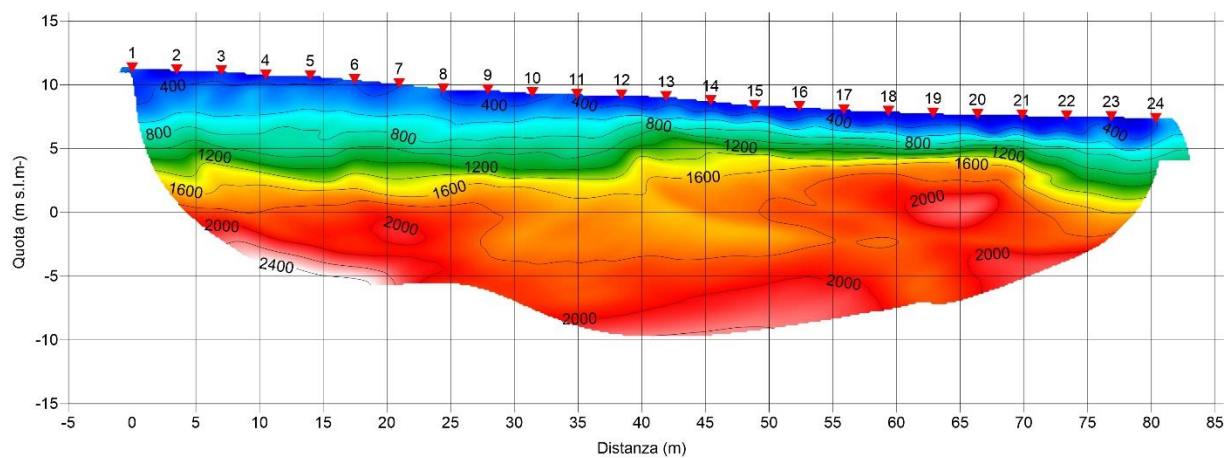


Figura 13 Registrazione del tiro al geofono 24 (T9)

Il risultato finale dell'indagine è la tomografia sismica rappresentata nella Tavola 01, allegata alla relazione che riportiamo in stralcio nella figura seguente.

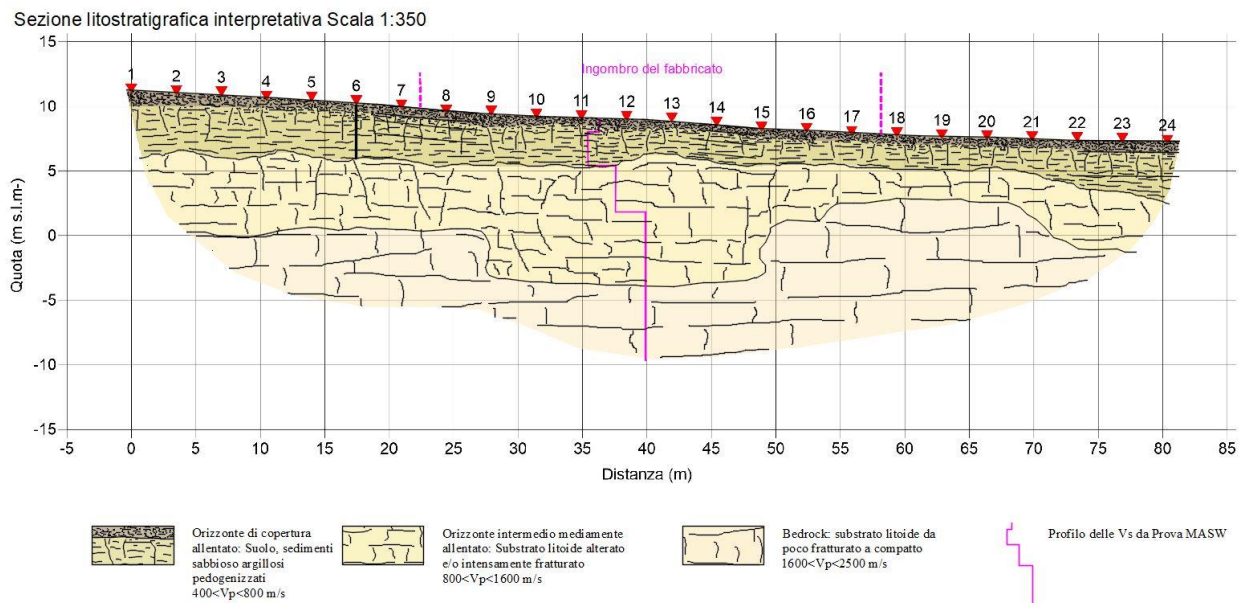


Relazione Geologica

La tomografia è stata rappresentata mediante una scala cromatica che parte da colori blu scuro, per i valori più bassi della velocità, fino a colori rosso-bianco, per i valori più elevati.

Oltre alla rappresentazione mediante variazioni cromatiche è stata sovrapposta anche la rappresentazione a linee isovalore per una immediata individuazione dei valori di velocità.

Basandosi sulla distribuzione delle velocità sismiche è possibile ricavare informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche di insieme dei vari orizzonti che compongono il sottosuolo, in questo modo, è stata ricostruita la sezione litostratigrafica interpretativa rappresentata nella Tavola 01 e riportata in stralcio nella figura sottostante.



In sintesi l'indagine ha permesso di evidenziare la presenza di un orizzonte superficiale caratterizzato da velocità sismiche inferiori a 800 m/sec che rappresenta l'orizzonte di copertura costituito dal suolo e dai sedimenti sabbioso argillosi che ricopre il substrato roccioso; il livello immediatamente sottostante caratterizzato da velocità sismiche comprese tra 800 e 1600 rappresenta invece il basamento calcareo alterato e/o attraversato da fratture aperte. Il substrato più compatto è individuato invece da velocità comprese tra 1.600 e 2.500 m/s.

In definitiva la tomografia sismica ha evidenziato la presenza di una coltre continua di suoli di copertura con spessore variabile tra 2.5 e 4.5 m, in buon accordo con le informazioni ottenute attraverso le prove penetrometriche dinamiche.

Relazione Geologica

Indagine Masw

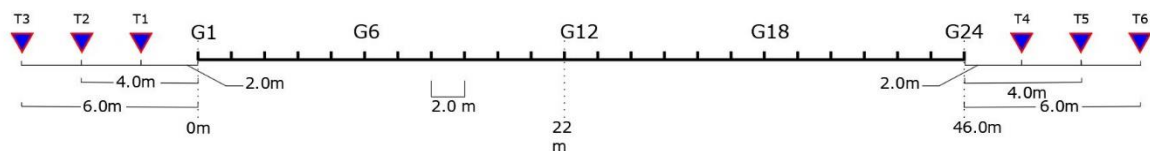
Parallelamente all'indagine sismica a rifrazione e centrata sull'area di progetto è stata eseguita un'indagine geofisica con tecnica MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves) finalizzata alla ricostruzione del profilo delle Vs nel sottosuolo e alla definizione della Categoria di Sottosuolo come individuate dalle NTC 2018.

Per le registrazioni è stata utilizzata la stessa strumentazione impiegata per l'indagine sismica a rifrazione.

Come sorgente energizzante per le onde di Rayleigh è stato utilizzato un una mazza con peso di 8 kg fatta cadere da un'altezza di 2 m su una piastra di teflon poggiata al suolo.

Il dispositivo di acquisizione è stato realizzato allineando sul terreno 24 Geofoni con frequenza di 4.5 Hz ad una interdistanza di 2 m.

Sono state eseguite 6 energizzazioni: 3 esterne al geofono 1 e tre esterne al geofono 24 come da schema illustrato sotto, il tempo di registrazione ha avuto una durata di 2 secondi.:



L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il software Geopsy e può essere schematizzata nelle seguenti fasi fondamentali.

- Analisi di Cross-Correlazione tra i segnali registrati ai diversi sensori
- Analisi spettrale in tecnica V-F (velocità di fase -frequenza) e picking dei massimi di energia corrispondenti alle fasi superficiali.
- Ricostruzione di una relazione tra velocità di fase e frequenza (curva di dispersione)
- Inversione con metodo dei minimi quadrati della curva di dispersione con lo scopo di risalire al profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.
- Caratterizzazione geotecnica sismica e determinazione del tipo di suolo sulla base del profilo di velocità finale delle onde di taglio Vs.

Per lo stendimento in oggetto sono stati analizzati i profili sismici ottenuti dalle sei battute ed ai fini della modellazione è stato utilizzato il profilo delle velocità relativo al tiro T2 eseguito ad una distanza di 4m dal geofono 1 che è risultato avere il fit migliore.

Nella figura che segue si riporta un'immagine della registrazione T2 utilizzata in fase di elaborazione.

Relazione Geologica

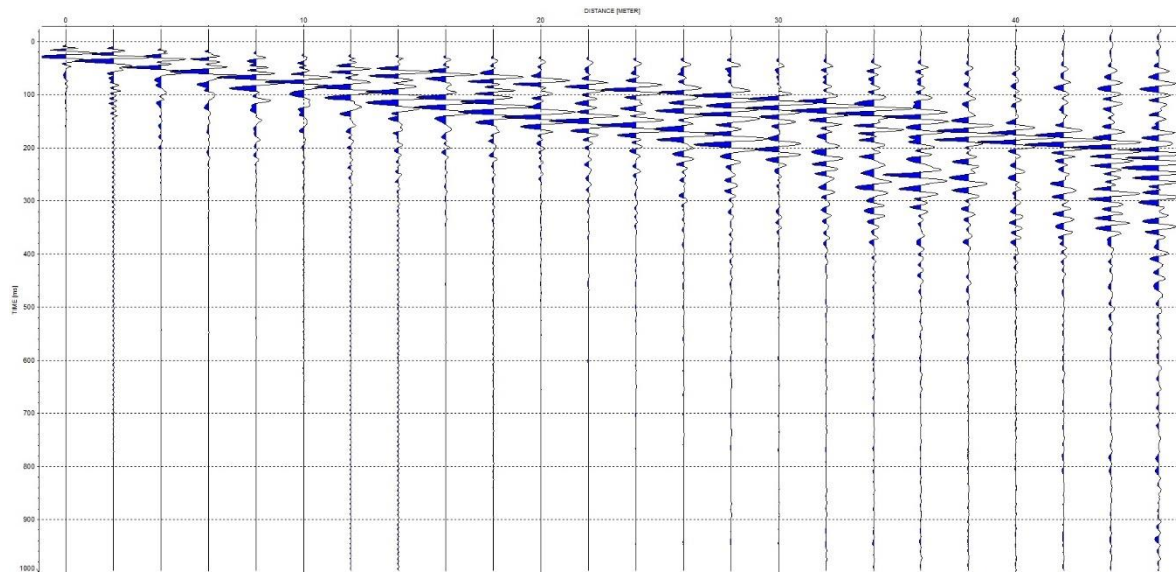


Figura 14 File di registrazione della prova MASW, T2

Lo spettro Velocità di fase – Frequenza ottenuto a partire dalla registrazione del tiro T2 è riportato nella figura seguente, insieme al piking dei massimi di energia corrispondenti alle fasi superficiali.

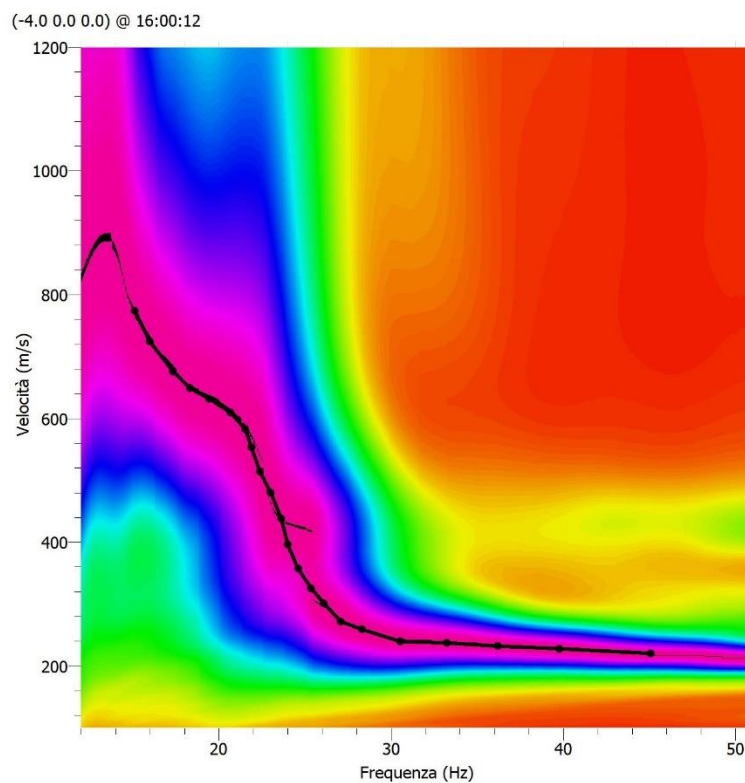


Figura 15 Spettro Velocità di fase - Frequenza e piking dei massimi di energia relativo al tiro T2

Attraverso il processo di inversione della curva di dispersione è stato ricostruito il seguente modello medio di velocità delle onde di dettaglio, rappresentativo dell'area investigata:

Relazione Geologica

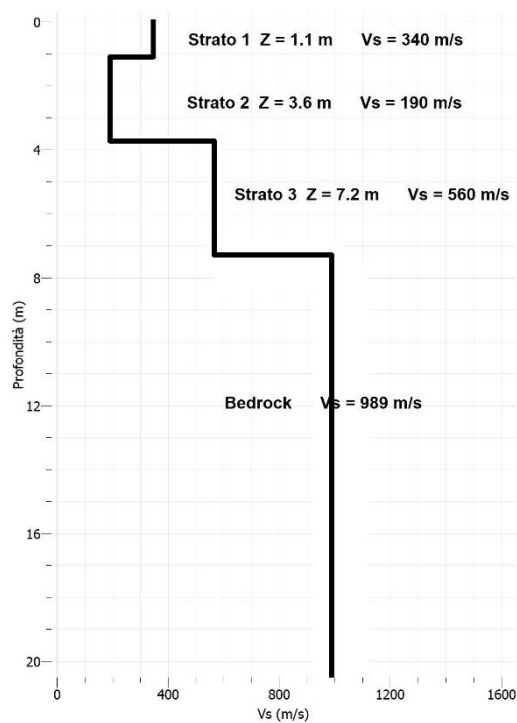
Tabella 5 Modello di velocità monodimensionale (4 strati)

Strato	Spessore (m)	Vs (m/s)	Profondità (m)
1	1.10	340	1.10
2	2.50	190	3.60
3	3.60	560	7.20
4	-	989	

In sintesi la prova ha evidenziato la presenza di un orizzonte superficiale con spessore pari di circa 1.10m costituito da materiali addensati caratterizzati da Velocità sismiche pari a circa 340 m/s, presumibilmente comprendente l'orizzonte di suolo ed i depositi superficiali asciutti, seguito da un secondo orizzonte costituito da materiali mediamente addensati caratterizzati da Vs pari a circa 190 m/s che si approfondisce fino ad una quota media di 3.60 m correlabile con le argille sabbiose umide, seguito ancora da un terzo orizzonte caratterizzato da Vs pari a circa 560 m/s verosimilmente rappresentativo del substrato carbonatico alterato e fratturato.

Il substrato rigido con Vs > 800 m/s è risultato posizionato ad una profondità media di 7.20 m, in buon accordo con quanto ricostruito attraverso l'indagine sismica a rifrazione.

Nella figura che segue si riporta il profilo sismo-stratigrafico ricostruito dal software nel processo di inversione.



Relazione Geologica

Calcolo delle $V_{s,eq}$

A partire dal modello sismico monodimensionale ricavato dall'analisi, è stato calcolato il valore delle $V_{s,eq}$, che rappresenta la velocità delle onde di taglio relativa alle formazioni superficiali poggianti sul substrato rigido con velocità superiori a 800 m/s

Per il calcolo si fa riferimento alla espressione, riportata nelle NTC 2018:

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

Dove: h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo; N è il numero di strati superficiali; e H è la profondità del substrato definito come formazione rocciosa o molto rigida con V_s non inferiore a 800 m/s.

Utilizzando la formula sopra riportata si è ottenuto il seguente valore:

$$V_{s,eq} = 315 \text{ m/s}$$

Il valore calcolato corrisponde a un sottosuolo di categoria C con caratteristiche di velocità delle onde $V_{s,eq}$ comprese tra 180 m/s e 360 m/s.

Tenendo conto che il substrato rigido si trova ad una profondità inferiore a 30 m e superiore a 3 m il sottosuolo va a collocarsi in **Categoria E** ovvero: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30m.*

Tabella 6 Categorie di sottosuolo da NTC 08

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Relazione Geologica

Campionamenti ed indagini ambientali

Ai fini delle verifiche sulla qualità ambientale delle terre e rocce da scavo è stata realizzata una caratterizzazione ambientale del sito che ha previsto la realizzazione di 9 scavi esplorativi con prelievo di 9 campioni compositi nell'intervallo 0 – 1.0 m da p.c destinati al laboratorio chimico.

Il set analitico adottato ha compreso le seguenti determinazioni:

Arsenico;
Cadmio;
Cobalto;
Nichel;
Piombo;
Rame ;
Zinco;
Mercurio;
Cromo Totale;
Cromo VI;
Idrocarburi C>12.

La distribuzione di punti di campionamento è rappresentata nella Planimetria delle Indagini allegata al rapporto, mentre i certificati di laboratorio sono riportati nell'Allegato 3.

In sintesi nessun campione analizzato ha presentato superamenti delle CSC sia in riferimento ai limiti indicati nelle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Azione sismica

Pericolosità sismica di Base

La Sardegna presenta una sismicità molto bassa legata alla elevata stabilità mostrata da tutto il Blocco Sardo Corso almeno negli ultimi 7 milioni di anni.

La pericolosità sismica di base viene definita sulla base dei valori riportati nella Tabella 2 dell'allegato B delle NCT 2008 riportata nella figura seguente:

TABELLA 2: Valori di a_g , F_0 , T_C^* per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,243	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Relazione Geologica

Categoria del sottosuolo e condizioni topografiche

Sulla base dei risultati dell'indagine MASW il sito di progetto può essere inquadrato in **Categoria E** di cui alla tabella 3.2.II delle NTC che rientra nella seguente descrizione:

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

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, facendo riferimento alle categorie della tabella 3.2.IV delle NCT, il sito può essere inserito in:

Categoria T1: aree pianeggianti

Sintesi del modello geologico del sito

Sulla base dei risultati delle indagini effettuate si è potuto riscontrare un quadro stratigrafico relativamente omogeneo caratterizzato dalla presenza di una coltre detritica superficiale con potenza complessiva variabile tra 2.5 e 4.5 m soprastante un substrato di natura litoide rappresentato da calcari bioclastici e calcareniti di età miocenica.

La stratigrafia può essere rappresentata, a partire dal piano di campagna dai seguenti livelli:

- Livello 1. da p.c. a -0.4 – 0.7m, suolo organico di composizione sabbioso limosa, con ciottoli centimetrici di rocce calcaree, colore bruno scuro, asciutto:
- Livello 2. sino a -2.3 – 4.0m, sabbie fini con argilla e limo / Argille con sabbia e limo, colore giallastro, debolmente cementate, molto consistenti.
- Livello 3. oltre -2.3 – 4.0m, substrato litoide costituito da calcareniti e calcari bioclastici, molto fratturati/alterati fino alla profondità di -7 – 12m e compatti in profondità.

Nel corso delle indagini non è stata riscontrata la presenza di falda, in base a dati di archivio la formazione calcarea miocenica ospita una falda freatica con superficie piezometrica prossima al livello del mare e dunque ad una profondità di circa 7 – 8 m rispetto alla quota media del lotto.

Il lotto è inserito in un contesto morfologico sub-pianeggiante con quote variabili da 10.0 a 7.5 m slm con debole pendenza verso SE.

Relazione Geologica

Analisi Geotecnica

Modello geotecnico del sottosuolo.

Partendo dal modello geologico descritto nel paragrafo precedente il modello geotecnico del sottosuolo può essere distinto nelle seguenti Unità Geotecniche:

Unità A: da p.c. a -0.4 – 0.7m, Depositi superficiali di composizione sabbioso limosa, con ciottoli centimetrici di rocce calcaree, contenenti materiale organico, colore bruno scuro, asciutti caratteristiche geotecniche scadenti;

Unità B. sino a -2.3 – 4.0m, sabbie fini con argilla e limo / argille con sabbia e limo, colore giallastro, debolmente cementate, molto consistenti.

Unità C. oltre -2.3 – 4.0m, substrato litoide costituito da calcareniti e calcari bioclastici, molto fratturati/alterati fino alla profondità di -7 – 12m e compatti in profondità.

La $V_{s,eq}$ calcolate secondo le indicazioni fornite dalle NTC 2018 sono risultate pari a **315 m/s** che in relazione alla profondità del substrato (inferiore a 30m) definiscono un suolo di **Categoria E** ovvero: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30m*

Caratteristiche del progetto

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una struttura mono-piano fuori terra con forma rettangolare e dimensioni in pianta pari approssimativamente a 32 x 16 m.

Esternamente è prevista la realizzazione della corsia Drive, di una terrazza attrezzata e di alcuni parcheggi interni.

Caratterizzazione geotecnica

Per la definizione dei parametri geotecnici rappresentativi dei terreni sciolti che ricoprono il basamento litoide carbonatico si può fare riferimento ai risultati delle prove penetrometriche dinamiche e ai risultati delle prove geotecniche di laboratorio.

Relazione Geologica

Caratterizzazione geomeccanica da prove DPM

Le prove penetrometriche dinamiche hanno restituito valori medi di resistenza del terreno, attraverso una suddivisione in strati omogenei, traducibili attraverso il valore N_{SPT} frequentemente utilizzato per la parametrizzazione dei terreni.

Attraverso il valore N_{SPT} , per ogni livello omogeneo, sono stati calcolati i parametri geomeccanici caratteristici utilizzando correlazioni derivate dalla letteratura tecnica.

In riferimento alle litologie incontrate sono state utilizzate le seguenti correlazioni:

Densità relativa (%)

- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie.

Angolo di attrito

- Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati.

Cesione non drenata

- Sanglerat, correlazione valida per argille limose-sabbiose poco coerenti.

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Buisman- Sanglerat, valida per sabbia e sabbia argillosa,

Modulo Di Young (E_Y)

- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Otha e Goto 1978 correlazione valida per terreni incoerenti sabbiosi recenti.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- • Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per limo sabbioso .

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

I risultati ottenuti sono sintetizzati nella tabella seguente:

Relazione Geologica

Tabella 7 Sintesi dei parametri geomeccanici ricavati dalle prove penetrometriche dinamiche

Prova	Strato	Prof. Strato	Nspt	Gamma	Gamma saturo	Fi	Cu	Modulo Edometrico	Modulo Elastco	Modulo di Poisson	Modulo di taglio G	Velocità onde di taglio
		(m)		(t/m ³)	(t/m ³)	(°)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)		(Kg/cm ²)	(m/s)
DPM 1	1	1.2	28.58	2.12	2.5	28.17	2.86	228.64	139.46	0.3	1510.86	110.71
	2	4	15.15	1.88	1.95	24.33	1.52	121.2	96.48	0.32	932.68	131.65
DPM 2	1	1.2	27.09	2.1	2.5	27.74	2.71	216.72	134.69	0.3	1450.62	109.69
	2	3.3	16.58	1.92	1.96	24.74	1.66	132.64	101.06	0.32	998.85	130.04
DPM 3	1	1	26.68	2.1	2.5	27.62	2.67	213.44	133.38	0.3	1433.9	105.62
	2	2.5	17.27	1.94	1.96	24.93	1.73	138.16	103.26	0.32	1030.29	124.76
DPM 4	1	1.2	24.25	2.07	2.48	26.93	2.43	194	125.6	0.31	1333.52	107.61
	2	2.6	15.91	1.9	1.95	24.55	1.59	127.28	98.91	0.32	968.03	124.97
DPM 5	1	0.8	24.21	2.07	2.48	26.92	2.42	193.68	125.47	0.31	1331.84	99.48
	2	3.7	13.66	1.84	1.94	23.9	1.37	109.28	91.71	0.33	862.1	125.76
DPM 6	1	1.1	26.26	2.09	2.5	27.5	2.63	210.08	132.03	0.3	1416.71	107.29
	2	2.4	17.59	1.94	1.96	25.03	1.76	140.72	104.29	0.32	1044.77	125.16

Strato 1

In tutte le prove si è registrata la presenza di un primo orizzonte molto addensato, caratterizzato da valori di resistenza NSPT compresi mediamente tra 24 e 28 colpi, corrispondente all'orizzonte di suolo e sabbie argillose asciutte e disseccate.

Si ritiene che i valori di resistenza riscontrati in sito siano fortemente influenzati dallo stato di umidità del terreno riscontrato al momento delle prove e che abbiano fornito dei valori di resistenza sovrastimati, pertanto i parametri geomeccanici ricavabili attraverso i valori di resistenza hanno una affidabilità limitata e sono da intendersi come parametri di massima.

I valori di densità relativa calcolati attraverso la formula di Skempton variano tra un minimo de 57% ad un massimo del 62% descrivendoli come terreni da mediamente addensati ad addensati.

La resistenza al taglio di picco valutata con la correlazione proposta da Meyerhof per sabbie argillose varia da un minimo di 26.9° ad un massimo di 28.17°.

il Modulo di Young calcolato secondo la formula proposta da Bowles per sabbie argillose è risultato variabile tra 125 e 139 Kg/cm², mentre il modulo Edometrico tra 193 e 228 Kg/cm².

Strato 2

Al di sotto del primo orizzonte asciutto si registra una riduzione dei valori di resistenza NSPT che risultano in media compresi tra 14 e 17 colpi che permettono di descriverli come terreni mediamente addensati. Tale orizzonte corrisponde alle argille sabbiose/sabbie argillose, umide, che precedono il substrato calcareo

La resistenza al taglio di picco valutata con la correlazione proposta da Meyerhof varia all'incirca tra 24 e 25°

il Modulo di Young calcolato secondo la formula proposta da Bowles per sabbie argillose è risultato variabile tra 92 e 104 Kg/cm², mentre il modulo Edometrico tra 110 e 140 Kg/cm².

Relazione Geologica

Parametri geomeccanici ricavati dalle prove di laboratorio geotecnico

Le prove di laboratorio eseguite sui sei campioni indisturbati prelevati dai pozzetti geognostici hanno permesso di ricavare le caratteristiche fisico meccaniche dei sedimenti fini che precedono il substrato litoide che sono stati raggruppati nell'Unità B.

I relativi certificati di laboratorio sono riportati in ALLEGATO 4, mentre di seguito si riassumano le principali caratteristiche ricavate attraverso le analisi.

Caratteri fisici

Sotto il profilo granulometrico i campioni analizzati ricadono in prevalenza tra le Argille Sabbiose e le Sabbie argillose con valori dell'Indice di plasticità variabili tra un minimo del 7% ad un massimo del 41% che li identificano perlopiù come terreni a comportamento plastico.

TERRENO	I_p
NON PLASTICO	0 - 5
POCO PLASTICO	5 - 15
PLASTICO	15 - 40
MOLTO PLASTICO	> 40

Il valore dell'Indice di consistenza, calcolato sulla base del limite liquido e dell'indice di plasticità è risultato variabile tra un minimo di 0.9 ad un massimo di 1.3 che li identificano come dei materiali di consistenza da Solido-Plastica a Semisolida o Solida.

CONSISTENZA	I_c
FLUIDA	< 0
FLUIDO-PLASTICA	0 - 0.25
MOLLE-PLASTICA	0.25 - 0.50
PLASTICA	0.50 - 0.75
SOLIDO-PLASTICA	0.75 - 1
SEMISOLIDA ($W > W_S$) o SOLIDA ($W < W_S$)	> 1

Tabella 8 Schema consuntivo delle caratteristiche granulometriche dei campioni analizzati

Sigla	Ghi (%)	Sa (%)	Li (%)	Ar (%)	WL	WP	IP	Classificazione ASTM - UCS	W_n (%)	I_c	Stato di consistenza
C1	0	45	55		59.6	18.5	41.1	CL - Argilla sabbiosa di alta plasticità	22.4	0.91	Solido plastica
C2	13	41	46		42.8	17.3	25.5	SC - Sabbia argillosa	17.6	0.99	Solido plastica
C3	1	35	64		40.8	18.5	22.4	CL - Argilla sabbiosa di bassa plasticità	15.2	1.14	Semisolida/Solida
C4	3	51	47		22.3	15.3	7	SC - Sabbia argillosa	13	1.33	Semisolida/Solida
C5	1	11	88		61.8	23.5	38.3	CH - Argilla di alta plasticità	21	1.07	Semisolida/Solida
C6	5	41	54		30.3	16.8	13.5	CL - Argilla sabbiosa di bassa plasticità	13.9	1.21	Semisolida/Solida

Una altro parametro utilizzabile per inquadrare lo stato di consistenza del materiale in situ è il valore di resistenza fornito dalle prove eseguite con poket penetrometer, riportate nei certificati delle prove di Taglio Diretto.

Di seguito si riassumono i risultati delle prove insieme alla definizione sullo stato di consistenza.

Relazione Geologica

Campione	Pocket Penetrometer (KPa)	Consistenza
C1	465.0	Duro
C2	> 600	Duro
C3	> 600	Duro
C4	nd	Duro
C5	> 600	Duro
C6	> 600	Duro

I risultati delle prove sono indicative di materiali molto consistenti, considerando che si tratta di materiali prelevati a modeste profondità si ritenere che tale stato sia dovuto a una debole cementazione legata a processi pedogenetici.

Il peso di volume naturale è risultato variabile tra 1.805 e 2.132 g/cm³ ed il contenuto d'acqua compreso tra il 13% ed il 22.4%.

Tenendo conto anche del peso specifico dei grani ricavato dalle analisi di laboratorio sono stati ricavati i seguenti parametri fisici:

Campione	Umidità	Peso specifico granuli	Peso di Volume	Peso volume secco	Peso di volume saturo	Peso di volume immerso	Indice dei vuoti	Porosità
	w (%)	γ_s (g/cm ³)	γ (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	γ_{sat} (g/cm ³)	γ_{imm} (g/cm ³)	e	n
C1	22%	2.703	2.086	1.704	2.074	1.074	0.586	0.369
C2	18%	2.698	2.132	1.813	2.141	1.141	0.488	0.328
C3	15%	2.705	1.805	1.567	1.988	0.988	0.726	0.421
C4	13%	2.694	1.988	1.759	2.106	1.106	0.531	0.347
C5	21%	2.730	1.909	1.578	2.000	1.000	0.730	0.422
C6	14%	2.713	1.974	1.733	2.094	1.094	0.565	0.361

La permeabilità può essere stimata sulla base delle caratteristiche granulometriche come di grado Molto basso con coefficiente di permeabilità K compreso tra 10⁻⁵ – 10⁻⁷ cm/sec.

Relazione Geologica

Parametri di resistenza al taglio

I parametri di resistenza al taglio sono stati ottenuti attraverso prove di taglio consolidate-drenate con apparecchiatura di Casagrande, i risultati ottenuti sono riassunti nella tabella sottostante.

Campione	Profondità di prelievo (m da p.c.)	Angolo di attrito (°)	Coesione (KPa)
C1	1.30 - 1.56	20.26	40.0
C2	1.90 - 2.45	23.15	26.27
C3	1.40 - 1.55	21.53	48.4
C4	2.00 - 2.15	25.73	17.2
C5	1.80 - 1.97	21.01	26.1
C6	2.60 – 2.75	20.20	19.5

Solamente il campione C1 ha permesso l'esecuzione della prova di compressione ad espansione laterale libera ELL che restituisce la resistenza a rottura q_u attraverso la quale è possibile ricavare la resistenza al taglio non drenata attraverso la formula: $s_u = \frac{q_u}{2}$.

i risultati ottenuti sono riassunti nella tabella seguente.

Campione	Pressione a rottura	Resistenza al taglio non drenata
	q_u (KPa)	$s_u = q_u/2$ (KPa)
C1	368.11	184

Relazione Geologica

Parametri di deformabilità

Attraverso i Limiti di Atterberg è possibile calcolare gli indici di compressione utilizzando alcune correlazioni di letteratura, si riportano le correlazioni proposte da Terzaghi e Peck (1967) e da Koppula (1986):

Terzaghi e Peck (1967) $C_c = 0.009(WL - 10);$

Koppula (1986) $C_c = 0.009 \cdot W_n + 0.005 \cdot WL$

Applicando le correlazioni proposte si è ottenuto:

Campione	Umidità	Lim Liquido	Lim Plastico	Indice Plastico	Terzaghi Peck (1967)	Koppula (1986)
	w (%)	WL	WP	IP	Cc	Cc
C1	22%	0.596	0.185	0.411	0.45	0.50
C2	18%	0.428	0.173	0.255	0.30	0.37
C3	15%	0.408	0.185	0.224	0.28	0.34
C4	13%	0.223	0.153	0.07	0.11	0.23
C5	21%	0.618	0.235	0.383	0.47	0.50
C6	14%	0.303	0.168	0.135	0.18	0.28

Parametri geomeccanici del substrato litoide carbonatico

Il substrato litoide è costituito da calcari bioclastici appartenenti della Formazione calcarea Miocenica.

L'ammasso roccioso nel suo insieme presenta un aspetto massivo, con fratturazione molto spaziata e un alterazione da media a intensa.

Sotto il profilo geomeccanico, il substrato può essere descritto come una roccia da molto tenera (resistenza a compressione uniassiale compresa tra 1-5 MPa) a una roccia tenera (resistenza a compressione uniassiale compresa tra 2-25 MPa) .

Per la definizione dei parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso si fa riferimento al sistema descrittivo individuato da E. Hoek & E.T. Brown (1980) basato sul criterio di rottura descritto nel 1980.

Tale criterio è basato sulla definizione di alcuni parametri quali la resistenza a compressione uniassiale (σ_{ci}) e la costante m_i caratteristiche della roccia intatta; il parametro GS_i , ovvero Geological Strength Index, utilizzato per descrivere attraverso l'osservazione geologica il fattore di riduzione delle proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso ed infine il parametro D che descrive ulteriormente il fattore di disturbo dell'ammasso roccioso.

L'analisi è stata condotta sulla base dell'osservazione di alcuni affioramenti naturali presenti nell'intorno del lotto, utilizzando il programma RocLab della Rocscience Inc

Attraverso il programma sono stati ricavati anche i parametri di resistenza dell'ammasso roccioso secondo il criterio di Mohor Culomb (Coesione e coefficiente di attrito interno) che permettono una trattazione classica del problema geotecnico.

Relazione Geologica

I **Parametri input** inseriti per la valutazione sono:

Resistenza a compressione uniaassiale della roccia intatta $s_{ci}=3,0$ MPa (ammasso roccioso fortemente alterato)

(Geological Strength Index) $GSI = 30$ $m_i = 10$ Fattore di disturbo $D = 0.0$

Modulo di deformazione della roccia intatta E_i 525 MPa

Introducendo questi valori si è ottenuto:

Criterio di rottura di Hoek Brown:

$m_b = 0.821$ $s = 0,0004$ $a = 0,522$

Range di inviluppo a rottura

$s_{3max} = 0,75$ MPa

Parametri di resistenza con criterio Mohr-Coulomb

Coesione $C_u = 0,106$ MPa

Attrito interno $\varphi = 24,6^\circ$

Parametri dell'Ammasso roccioso

Resistenza a tensione $s_t = -0,002$ MPa

Resistenza a compressione uniaassiale $s_c = 0,052$ MPa

Resistenza globale $s_{cm} = 0,329$ MPa

Modulo di deformazione $E_m = 42,73$ MPa

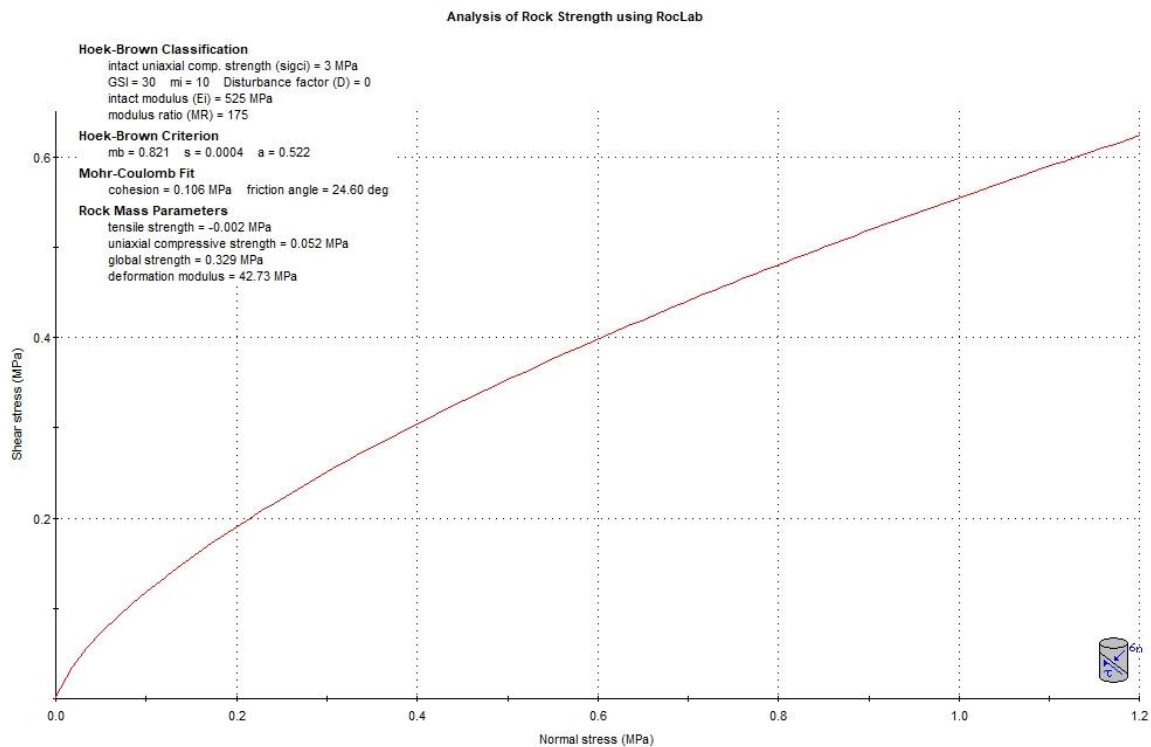


Figura 16 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Relazione Geologica

Sintesi dei parametri geomeccanici

In riferimento al modello geotecnico del sottosuolo esposto nel parametro precedente le caratteristiche geomeccaniche delle Unità distinte posso essere riassunte nel seguente schema:

Unità A Suolo organico

Comprende la coltre superficiale costituita da suoli organici con scadenti caratteristiche geomeccaniche che dovranno essere rimossi prima della realizzazione delle opere di fondazione o preparazione del piano di appoggio dei riporti.

Sono riconoscibili per il colore bruno scuro e per la presenza di sostanza organica, lo spessore è risultato variabile tra 0.4 e 0.7m.

Unità B Sabbie fini con argilla / argille con sabbia

Comprende l'orizzonte di coperture interposte tra il suolo ed il substrato litoide e rappresenta nel nostro caso il terreno di fondazione delle opere in progetto.

Lo spessore di questo orizzonte è risultato variabile tra un minimo di 1.80 m ad un massimo di 3.40m.

Sotto il profilo granulometrico si tratta di terreni a composizione mista comprendente una frazione argillosa ed una frazione di sabbie fini, in proporzioni simili che li fa ricadere a cavallo del campo delle Sabbie con argilla e delle Argille con sabbia. Lo stato di consistenza è risultato variabile tre Solido-Plastica a Semisolida o Solida

I parametri geomeccanici ottenuti dalle prove di laboratorio e dalle prove penetrometriche dinamiche sono schematizzati nella tabella seguente:

Parametri		Laboratorio		Prove SPT	
		Val_{Min}	Val_{Max}	Val_{Min}	Val_{Max}
Peso di volume	γ_n (KN/m ³)	17.7	20.9	18.04	19.02
Peso di volume secco	γ_d (KN/m ³)	15.36	17.77	-	-
Peso di volume saturo	γ_{sat} (KN/m ³)	19.49	20.99	19.02	19.22
Angolo di attrito	ϕ (°)	20.2	25.7	23.9	25.3
Coesione drenata	C' (KPa)	17.2	48.4	-	-
Coesione non drenata	C_u (Kpa)	184		137	176
Modulo Elastico	E_s (KPa)	-	-	8993	10.125
Coefficiente di Poissons	μ	-	-	0.32	0.33
Coefficiente di compressibilità	C_c	0.2	0.5	-	-
coefficiente di Permeabilità	K (cm/sec)	1×10^{-7}	1×10^{-5}		

Relazione Geologica

Unità C Substrato calcareo litoide

sotto i depositi di copertura è stata individuata la presenza di un substrato di natura litoide rappresentato da calcareniti e calcari bioclastici di età miocenica.

L'ammasso roccioso presenta una coltre di alterazione superficiale con spessore variabile nell'ordine di 3 – 8 m e diventa via via più compatto in profondità.

Tenendo conto dello stato più alterato, sono stati ricavati cautelativamente i seguenti parametri geomeccanici:

Peso di volume	$\gamma = 22 \text{ KN/mc}$
Angolo di attrito	$\varphi = 24.6^\circ$
Coesione	$c = 106 \text{ KPa}$
Modulo di deformazione	$E_s = 42.7 \text{ MPa}$

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti e approfondimenti;

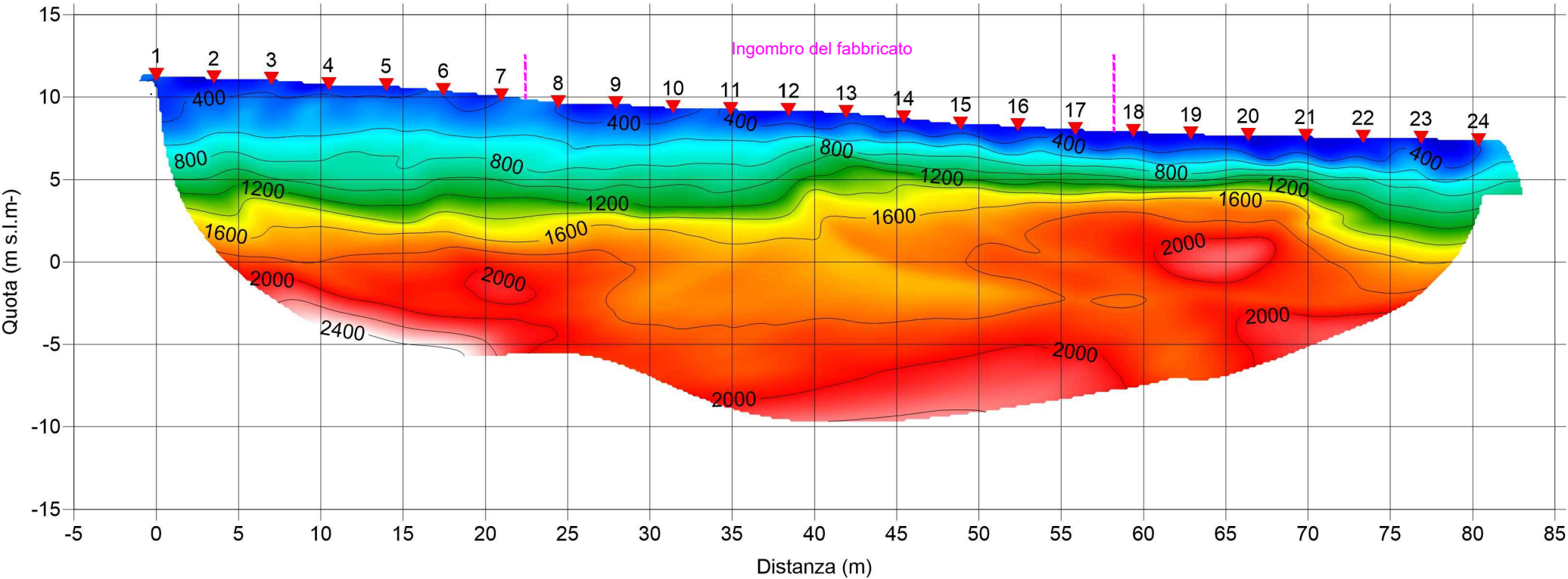
Porto Torres, Luglio 2022

Dott Geol Stefano Conti

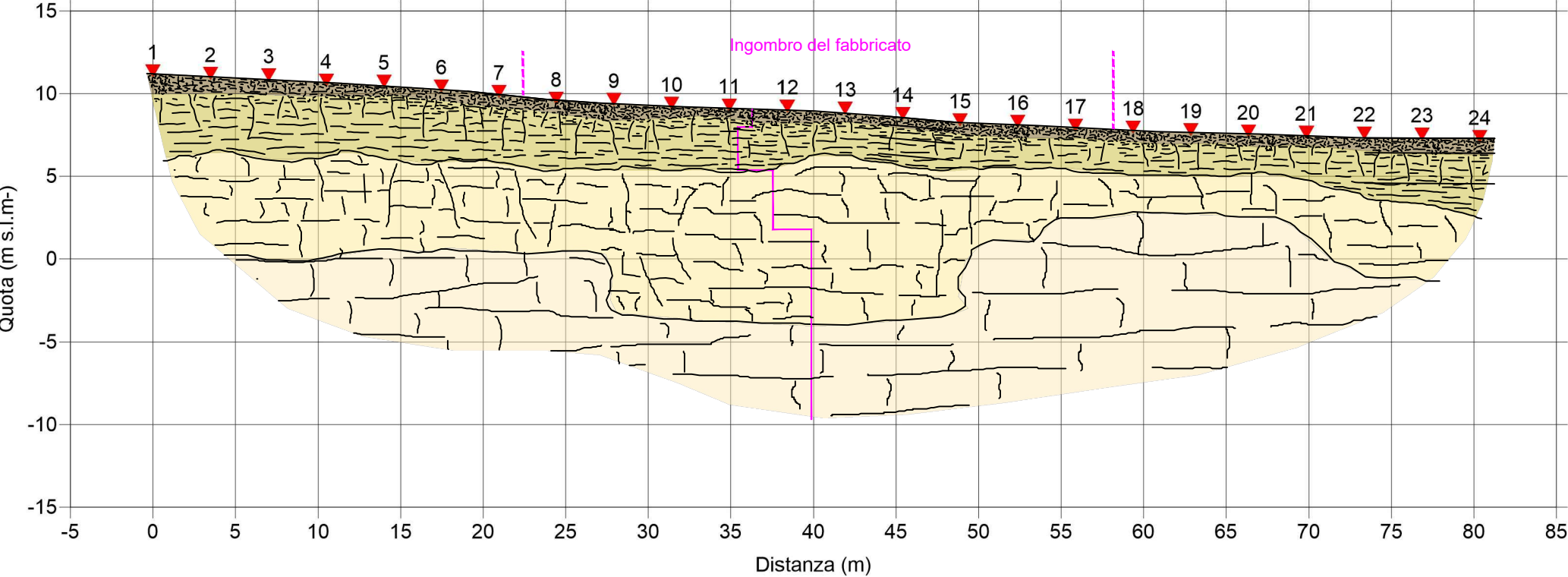


[illegible]

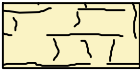
Tomografia sismica Scala 1:350



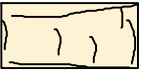
Sezione litostratigrafica interpretativa Scala 1:350



Orizzonte di copertura allentato: Suolo, sedimenti sabbioso argillosi pedogenizzati 400<Vp<800 m/s



Orizzonte intermedio mediamente allentato: Substrato litoide alterato e/o intensamente fratturato 800<Vp<1600 m/s

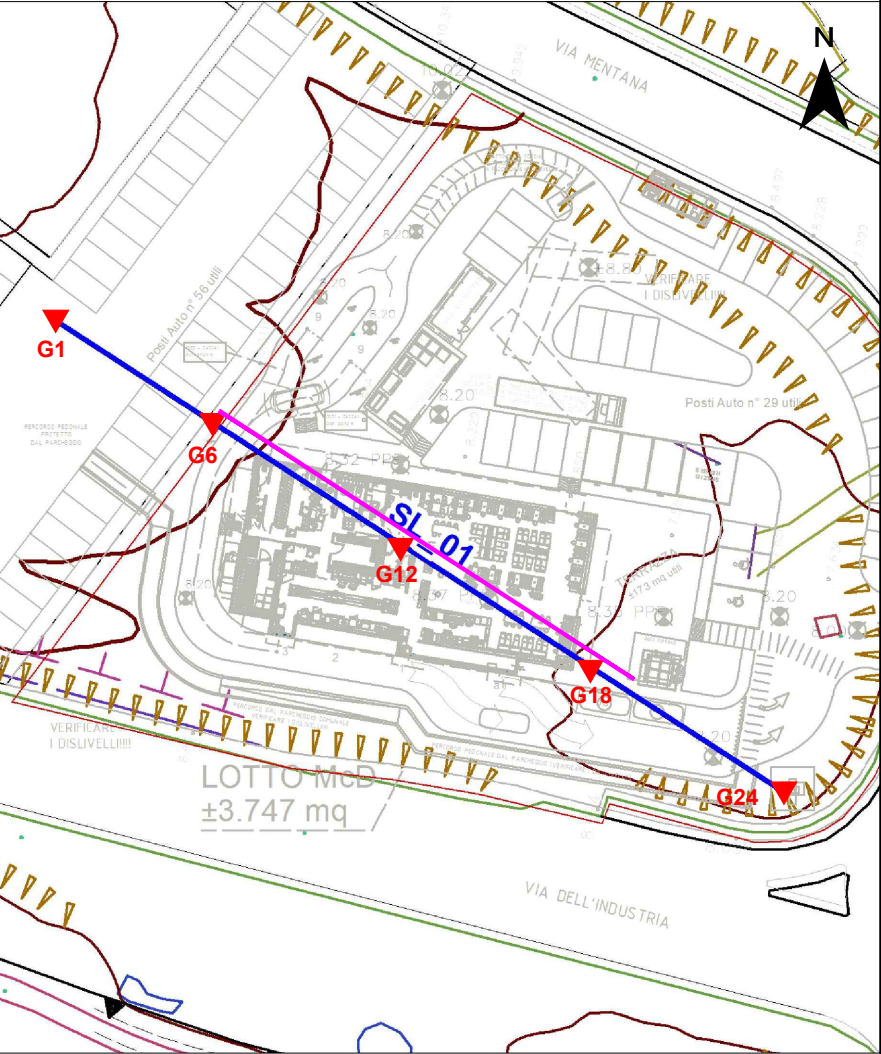


Bedrock: substrato litoide da poco fratturato a compatto 1600<Vp<2500 m/s



Profilo delle Vs da Prova MASW

Planimetria delle Indagini Geofisiche Scala 1:700



Legenda:

- Traccia del profilo MASW
- Traccia del profilo sismico a rifrazione
- G1 Simbolo e sigla del geofono

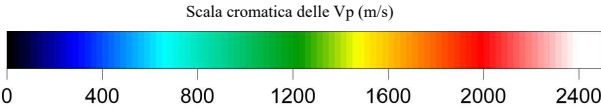


TAVOLA 02
RISULTATI DELLE INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE
Tomografia sismica e Sezione litostratigrafica interpretativa

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Società Edile Turritana Srl Cantiere: Fabbricato commerciale MCDrive Località: Porto Torres	Codice commessa: 2022_PT_MCDrive Numero certificati allegati: 0
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: Deep Drell DPM30

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	13 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,93 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,76
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVA ...DPM 1

Strumento utilizzato...

Deep Drell DPM30

Prova eseguita in data

08/06/2022

Profondità prova

4,10 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	35	0,707	96,92	137,17	4,85	6,86
0,20	40	0,655	102,62	156,76	5,13	7,84
0,30	38	0,703	104,65	148,92	5,23	7,45
0,40	50	0,651	127,52	195,95	6,38	9,80
0,50	39	0,649	99,18	152,84	4,96	7,64
0,60	40	0,647	101,42	156,76	5,07	7,84
0,70	33	0,695	89,90	129,33	4,50	6,47
0,80	29	0,743	84,48	113,65	4,22	5,68
0,90	36	0,692	91,71	132,62	4,59	6,63
1,00	42	0,640	98,99	154,73	4,95	7,74
1,10	34	0,688	86,18	125,26	4,31	6,26
1,20	31	0,686	78,37	114,20	3,92	5,71
1,30	23	0,735	62,24	84,73	3,11	4,24
1,40	24	0,733	64,80	88,42	3,24	4,42
1,50	23	0,731	61,96	84,73	3,10	4,24
1,60	22	0,730	59,13	81,05	2,96	4,05
1,70	21	0,728	56,32	77,36	2,82	3,87
1,80	20	0,776	57,20	73,68	2,86	3,68
1,90	18	0,775	48,47	62,56	2,42	3,13
2,00	17	0,773	45,68	59,08	2,28	2,95
2,10	16	0,772	42,91	55,61	2,15	2,78
2,20	17	0,770	45,50	59,08	2,28	2,95
2,30	17	0,769	45,41	59,08	2,27	2,95
2,40	17	0,767	45,33	59,08	2,27	2,95
2,50	21	0,716	52,24	72,99	2,61	3,65
2,60	22	0,714	54,61	76,46	2,73	3,82
2,70	19	0,763	50,37	66,04	2,52	3,30
2,80	21	0,711	51,92	72,99	2,60	3,65
2,90	23	0,710	53,72	75,66	2,69	3,78
3,00	28	0,709	65,27	92,11	3,26	4,61
3,10	26	0,707	60,50	85,53	3,02	4,28
3,20	21	0,706	48,77	69,08	2,44	3,45
3,30	23	0,705	53,32	75,66	2,67	3,78
3,40	22	0,703	50,90	72,37	2,55	3,62
3,50	20	0,752	49,48	65,79	2,47	3,29
3,60	21	0,701	48,42	69,08	2,42	3,45
3,70	20	0,750	49,32	65,79	2,47	3,29
3,80	15	0,748	36,93	49,34	1,85	2,47
3,90	9	0,797	22,40	28,10	1,12	1,41
4,00	12	0,796	29,82	37,47	1,49	1,87
4,10	50	0,595	92,86	156,11	4,64	7,81

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	37,6	144,84	Incoerente - coesivo	2,12	2,24	0,13	0,76	28,58	Suolo organico limoso sabbioso asciutto
4	19,93	68,53	Incoerente - coesivo	2,06	2,27	0,54	0,76	15,15	Argille sabbiose umide
4,1	50	156,12		0,0	0,0	0,83	0,76	38	Substrato calcareo alterato

PROVA ...DPM 2

Strumento utilizzato...

Deep Drell DPM30

Prova eseguita in data

08/06/2022

Profondità prova

3,50 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	29	0,757	85,99	113,65	4,30	5,68
0,20	33	0,705	91,13	129,33	4,56	6,47
0,30	31	0,703	85,37	121,49	4,27	6,07
0,40	29	0,751	85,33	113,65	4,27	5,68
0,50	35	0,699	95,86	137,17	4,79	6,86
0,60	33	0,697	90,14	129,33	4,51	6,47
0,70	38	0,695	103,52	148,92	5,18	7,45
0,80	36	0,693	97,82	141,08	4,89	7,05
0,90	44	0,642	103,99	162,10	5,20	8,10
1,00	48	0,640	113,13	176,83	5,66	8,84
1,10	34	0,688	86,18	125,26	4,31	6,26
1,20	31	0,686	78,37	114,20	3,92	5,71
1,30	22	0,735	59,53	81,05	2,98	4,05
1,40	21	0,733	56,70	77,36	2,83	3,87
1,50	18	0,781	51,80	66,31	2,59	3,32
1,60	18	0,780	51,69	66,31	2,58	3,32
1,70	21	0,728	56,32	77,36	2,82	3,87
1,80	23	0,726	61,54	84,73	3,08	4,24
1,90	24	0,725	60,45	83,41	3,02	4,17
2,00	26	0,723	65,35	90,36	3,27	4,52
2,10	24	0,722	60,20	83,41	3,01	4,17
2,20	26	0,720	65,07	90,36	3,25	4,52
2,30	19	0,769	50,76	66,04	2,54	3,30
2,40	18	0,767	47,99	62,56	2,40	3,13
2,50	23	0,716	57,21	79,94	2,86	4,00
2,60	21	0,714	52,13	72,99	2,61	3,65
2,70	20	0,763	53,02	69,51	2,65	3,48
2,80	22	0,711	54,40	76,46	2,72	3,82
2,90	24	0,710	56,06	78,95	2,80	3,95
3,00	23	0,709	53,62	75,66	2,68	3,78
3,10	22	0,707	51,19	72,37	2,56	3,62
3,20	21	0,706	48,77	69,08	2,44	3,45
3,30	22	0,705	51,00	72,37	2,55	3,62
3,40	50	0,603	99,24	164,47	4,96	8,22
3,50	65	0,602	128,74	213,82	6,44	10,69

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	35,64	136,31	Incoerente - coesivo	2,25	2,5	0,14	0,76	27,09	Suolo organico limoso sabbioso asciutto
3,3	21,81	76,03	Incoerente - coesivo	2,08	2,29	0,49	0,76	16,58	Argille sabbiose umide
3,5	57,5	189,14		0,0	0,0	0,71	0,76	43,7	Substrato calcareo alterato

PROVA ...DPM 3

Strumento utilizzato...

Deep Drell DPM30

Prova eseguita in data

08/06/2022

Profondità prova

2,70 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	38	0,707	105,23	148,92	5,26	7,45
0,20	45	0,655	115,45	176,36	5,77	8,82
0,30	47	0,653	120,22	184,19	6,01	9,21
0,40	40	0,651	102,02	156,76	5,10	7,84
0,50	42	0,649	106,80	164,60	5,34	8,23
0,60	39	0,647	98,89	152,84	4,94	7,64
0,70	34	0,695	92,63	133,25	4,63	6,66
0,80	27	0,743	78,65	105,81	3,93	5,29
0,90	20	0,792	58,32	73,68	2,92	3,68
1,00	22	0,740	59,96	81,05	3,00	4,05
1,10	18	0,788	52,25	66,31	2,61	3,32
1,20	18	0,786	52,14	66,31	2,61	3,32
1,30	24	0,735	64,95	88,42	3,25	4,42
1,40	26	0,733	70,20	95,78	3,51	4,79
1,50	28	0,731	75,42	103,15	3,77	5,16
1,60	27	0,730	72,57	99,47	3,63	4,97
1,70	26	0,728	69,72	95,78	3,49	4,79
1,80	23	0,726	61,54	84,73	3,08	4,24
1,90	22	0,725	55,42	76,46	2,77	3,82
2,00	20	0,773	53,75	69,51	2,69	3,48
2,10	21	0,722	52,67	72,99	2,63	3,65
2,20	21	0,720	52,56	72,99	2,63	3,65
2,30	20	0,769	53,43	69,51	2,67	3,48
2,40	20	0,767	53,33	69,51	2,67	3,48
2,50	27	0,716	67,16	93,84	3,36	4,69
2,60	38	0,664	87,73	132,07	4,39	6,60
2,70	60	0,613	127,79	208,53	6,39	10,43

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	35,11	136,5	Incoerente - coesivo	2,13	2,27	0,11	0,76	26,68	Suolo organico limoso sabbioso asciutto
2,5	22,73	81,65	Incoerente - coesivo	2,09	2,3	0,37	0,76	17,27	Argille sabbiose umide
2,7	49	170,3		0,0	0,0	0,53	0,76	37,24	Substrato calcareo alterato

PROVA ...DPM 4

Strumento utilizzato...

Deep Drell DPM30

Prova eseguita in data

08/06/2022

Profondità prova

2,70 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	31	0,707	85,84	121,49	4,29	6,07
0,20	38	0,705	104,94	148,92	5,25	7,45
0,30	36	0,703	99,14	141,08	4,96	7,05
0,40	39	0,651	99,46	152,84	4,97	7,64
0,50	38	0,699	104,08	148,92	5,20	7,45
0,60	36	0,697	98,34	141,08	4,92	7,05
0,70	33	0,695	89,90	129,33	4,50	6,47
0,80	33	0,693	89,67	129,33	4,48	6,47
0,90	27	0,742	73,76	99,47	3,69	4,97
1,00	25	0,740	68,13	92,10	3,41	4,60
1,10	22	0,738	59,81	81,05	2,99	4,05
1,20	24	0,736	65,10	88,42	3,25	4,42
1,30	21	0,735	56,83	77,36	2,84	3,87
1,40	18	0,783	51,91	66,31	2,60	3,32
1,50	20	0,781	57,56	73,68	2,88	3,68
1,60	20	0,780	57,44	73,68	2,87	3,68
1,70	21	0,728	56,32	77,36	2,82	3,87
1,80	23	0,726	61,54	84,73	3,08	4,24
1,90	22	0,725	55,42	76,46	2,77	3,82
2,00	21	0,723	52,78	72,99	2,64	3,65
2,10	21	0,722	52,67	72,99	2,63	3,65
2,20	19	0,770	50,86	66,04	2,54	3,30
2,30	17	0,769	45,41	59,08	2,27	2,95
2,40	19	0,767	50,66	66,04	2,53	3,30
2,50	24	0,716	59,70	83,41	2,98	4,17
2,60	27	0,714	67,03	93,84	3,35	4,69
2,70	65	0,613	138,44	225,91	6,92	11,30

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	31,91	122,96	Incoerente - coesivo	2,11	2,2	0,13	0,76	24,25	Suolo organico limoso sabbioso asciutto
2,6	20,93	74,57	Incoerente - coesivo	2,08	2,29	0,4	0,76	15,91	Argille sabbiose umide
2,7	65	225,91		0,0	0,0	0,54	0,76	49,4	Substrato calcareo alterato

PROVA ...DPM5

Strumento utilizzato...

Deep Drell DPM30

Prova eseguita in data

08/06/2022

Profondità prova

3,90 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	27	0,757	80,06	105,81	4,00	5,29
0,20	38	0,705	104,94	148,92	5,25	7,45
0,30	42	0,653	107,43	164,60	5,37	8,23
0,40	31	0,701	85,14	121,49	4,26	6,07
0,50	30	0,749	88,05	117,57	4,40	5,88
0,60	27	0,747	79,04	105,81	3,95	5,29
0,70	28	0,745	81,77	109,73	4,09	5,49
0,80	27	0,743	78,65	105,81	3,93	5,29
0,90	21	0,742	57,37	77,36	2,87	3,87
1,00	13	0,790	37,82	47,89	1,89	2,39
1,10	12	0,838	37,05	44,21	1,85	2,21
1,20	15	0,786	43,45	55,26	2,17	2,76
1,30	19	0,785	54,92	70,00	2,75	3,50
1,40	18	0,783	51,91	66,31	2,60	3,32
1,50	18	0,781	51,80	66,31	2,59	3,32
1,60	16	0,780	45,95	58,94	2,30	2,95
1,70	19	0,778	54,45	70,00	2,72	3,50
1,80	18	0,776	51,48	66,31	2,57	3,32
1,90	19	0,775	51,16	66,04	2,56	3,30
2,00	21	0,723	52,78	72,99	2,64	3,65
2,10	24	0,722	60,20	83,41	3,01	4,17
2,20	23	0,720	57,57	79,94	2,88	4,00
2,30	14	0,769	37,40	48,66	1,87	2,43
2,40	13	0,767	34,66	45,18	1,73	2,26
2,50	17	0,766	45,24	59,08	2,26	2,95
2,60	12	0,814	33,96	41,71	1,70	2,09
2,70	12	0,813	33,90	41,71	1,70	2,09
2,80	13	0,761	34,40	45,18	1,72	2,26
2,90	12	0,810	31,98	39,47	1,60	1,97
3,00	12	0,809	31,92	39,47	1,60	1,97
3,10	17	0,757	42,35	55,92	2,12	2,80
3,20	19	0,756	47,25	62,50	2,36	3,13
3,30	23	0,705	53,32	75,66	2,67	3,78
3,40	26	0,703	60,16	85,53	3,01	4,28
3,50	24	0,702	55,43	78,95	2,77	3,95
3,60	23	0,701	53,03	75,66	2,65	3,78
3,70	28	0,700	64,44	92,11	3,22	4,61
3,80	49	0,598	96,45	161,18	4,82	8,06
3,90	67	0,597	124,93	209,19	6,25	10,46

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,8	31,86	124,85	Incoerente - coesivo	2,11	2,2	0,08	0,76	24,21	Suolo organico limoso sabbioso asciutto
3,7	17,97	62,47	Incoerente - coesivo	2,05	2,25	0,47	0,76	13,66	Argille sabbiose umide
3,9	58	185,19		0,0	0,0	0,76	0,76	44,08	Substrato calcareo alterato

PROVA ... DPM6

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

Deep Drell DPM30
 08/06/2022
 2,50 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	36	0,707	99,69	141,08	4,98	7,05
0,20	38	0,705	104,94	148,92	5,25	7,45
0,30	40	0,653	102,32	156,76	5,12	7,84
0,40	36	0,701	98,87	141,08	4,94	7,05
0,50	37	0,699	101,34	145,00	5,07	7,25
0,60	35	0,697	95,60	137,17	4,78	6,86
0,70	33	0,695	89,90	129,33	4,50	6,47
0,80	29	0,743	84,48	113,65	4,22	5,68
0,90	36	0,692	91,71	132,62	4,59	6,63
1,00	31	0,690	78,77	114,20	3,94	5,71
1,10	29	0,738	78,84	106,84	3,94	5,34
1,20	24	0,736	65,10	88,42	3,25	4,42
1,30	21	0,735	56,83	77,36	2,84	3,87
1,40	22	0,733	59,40	81,05	2,97	4,05
1,50	20	0,781	57,56	73,68	2,88	3,68
1,60	18	0,780	51,69	66,31	2,58	3,32
1,70	26	0,728	69,72	95,78	3,49	4,79
1,80	23	0,726	61,54	84,73	3,08	4,24
1,90	24	0,725	60,45	83,41	3,02	4,17
2,00	21	0,723	52,78	72,99	2,64	3,65
2,10	20	0,772	53,64	69,51	2,68	3,48
2,20	18	0,770	48,18	62,56	2,41	3,13
2,30	26	0,719	64,94	90,36	3,25	4,52
2,40	38	0,667	88,11	132,07	4,41	6,60
2,50	63	0,616	134,81	218,96	6,74	10,95

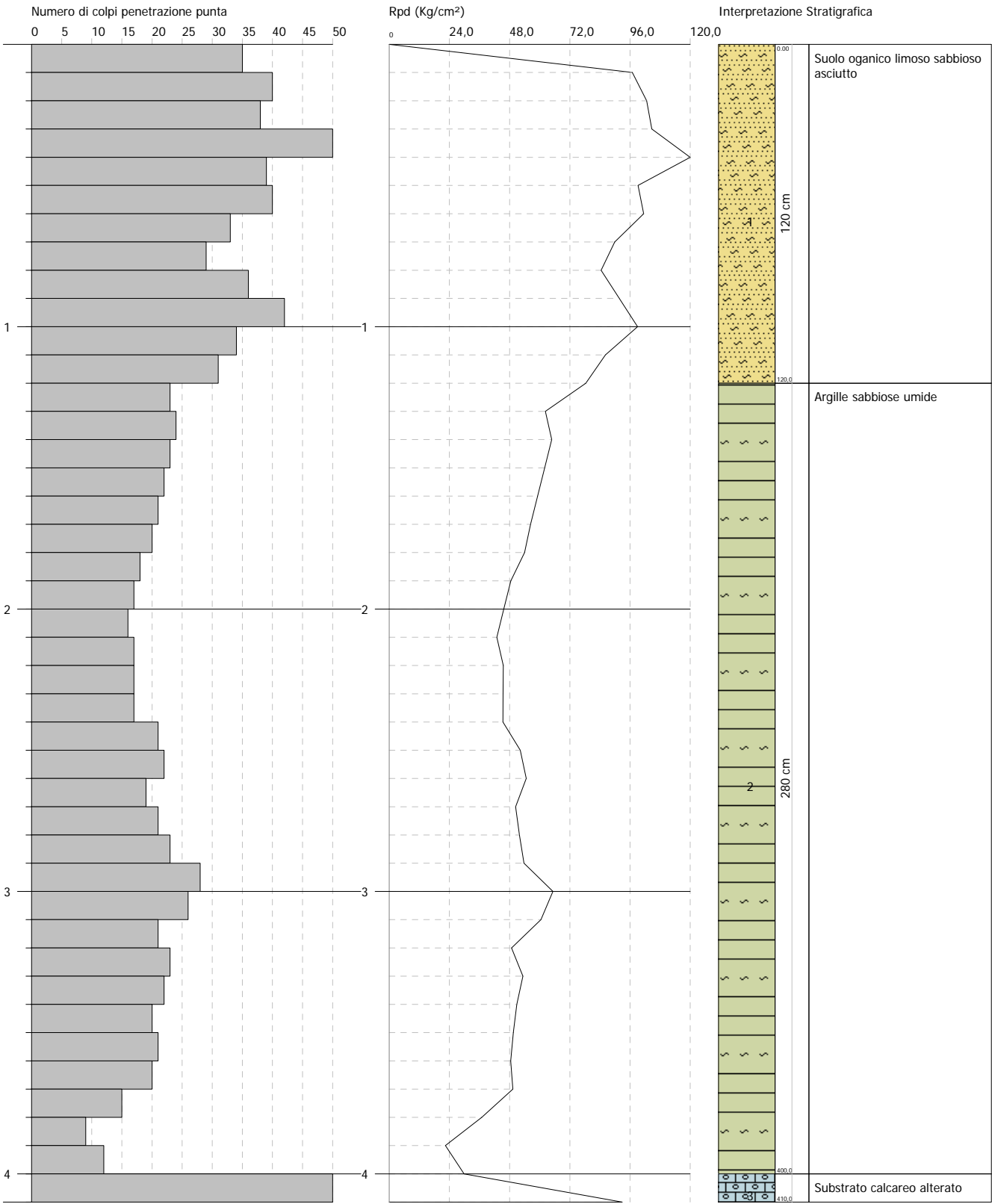
Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,1	34,55	133,33	Incoerente - coesivo	0	2,12	2,26	0,12	0,76	26,26	Suolo organico limoso sabbioso asciutto
2,4	23,15	82,94	Incoerente - coesivo	0	2,09	2,3	0,37	0,76	17,59	Argille limose umide
2,5	63	218,96		0	0,0	0,0	0,5	0,76	47,88	Substrato calcareo alterato

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 1
Strumento utilizzato... Deep Drell DPM30

Committente: Società Edile Turrutana Srl
Cantiere: Fabbricato commerciale MCDrive
Località: Porto Torres

Data: 08/06/2022

Scala 1:20

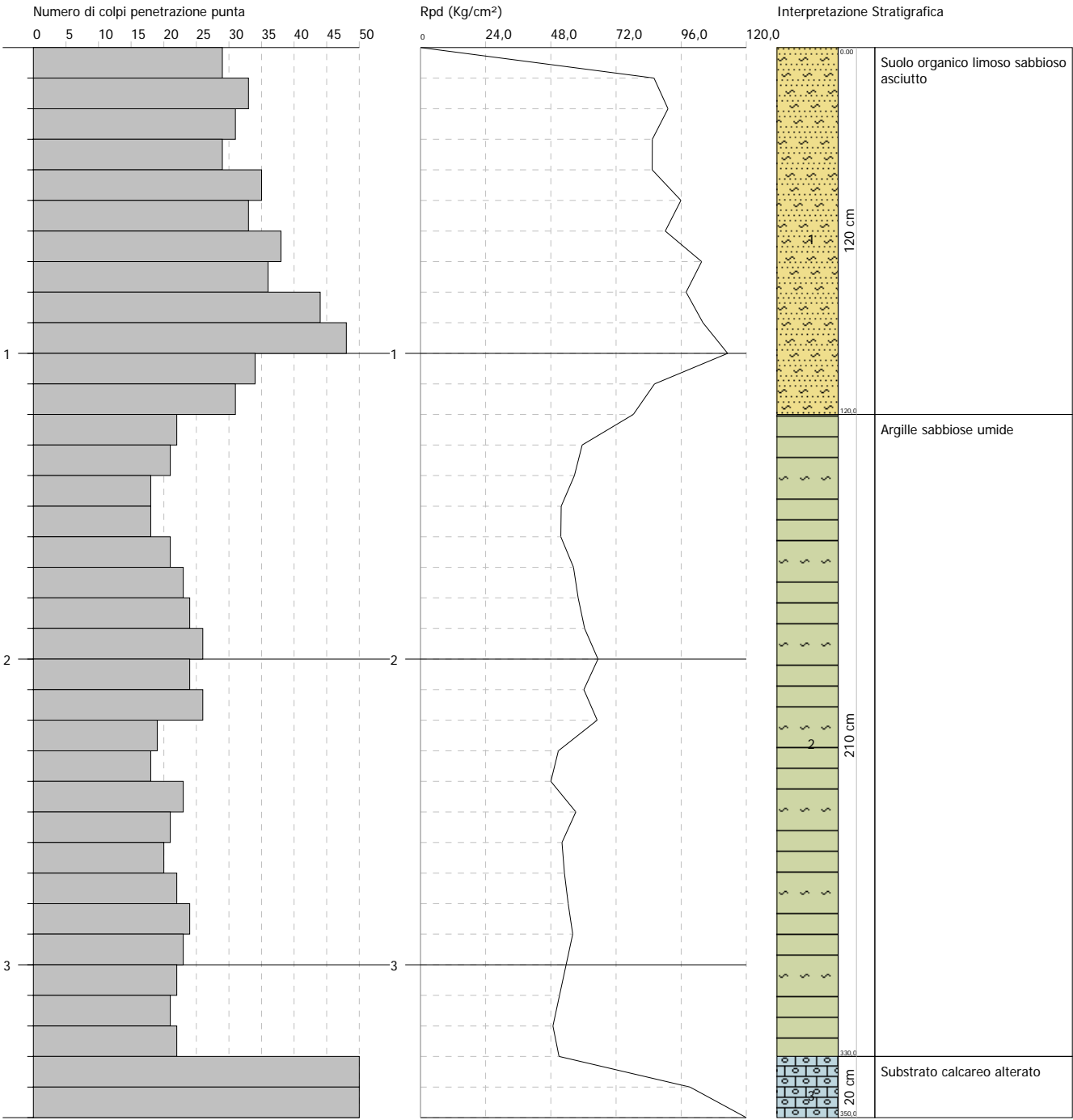


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 2
Strumento utilizzato... Deep Drell DPM30

Committente: Società Edile Turrutana Srl
Cantiere: Fabbricato commerciale MCDrive
Località: Porto Torres

Data: 08/06/2022

Scala 1:20

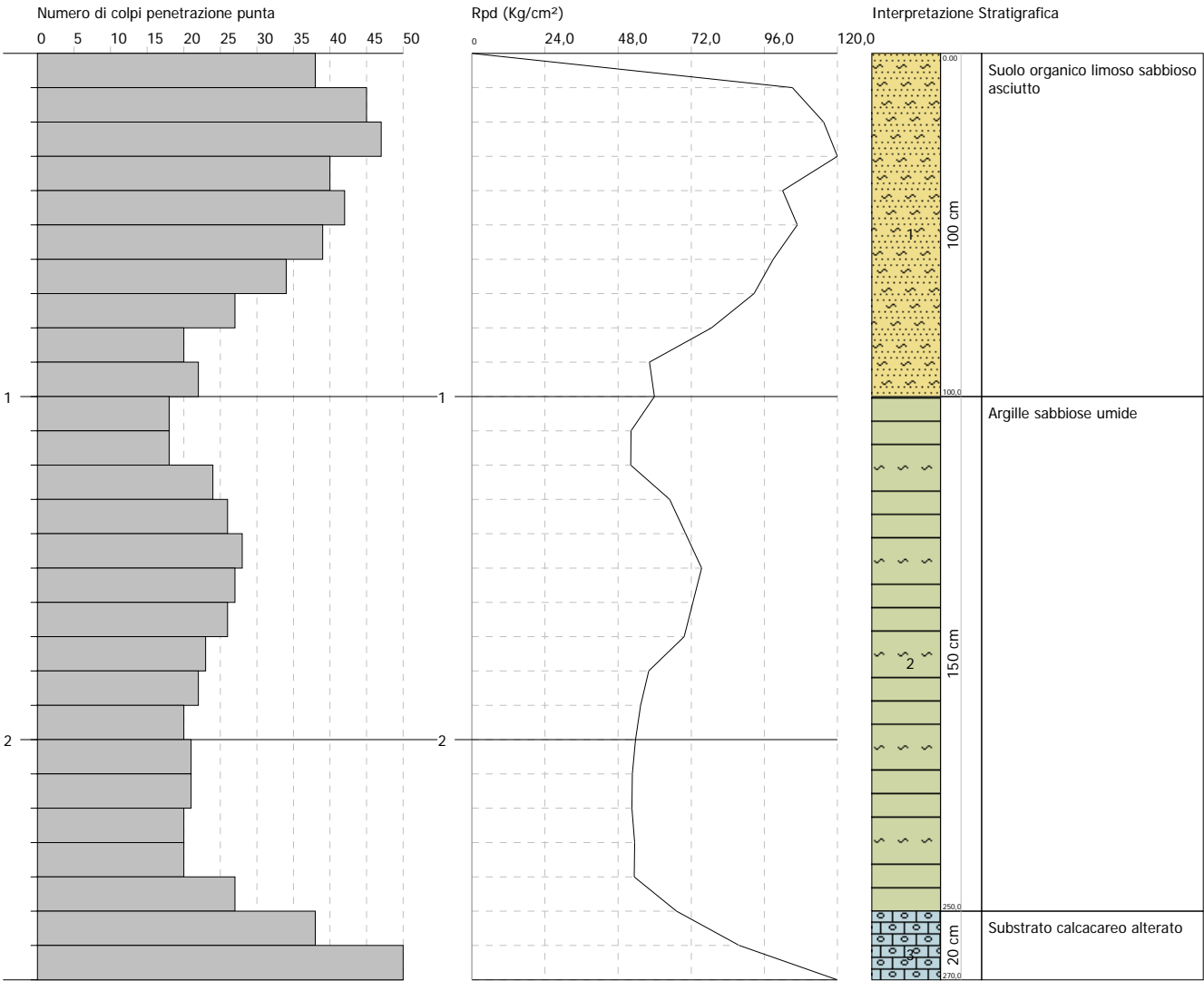


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 3
Strumento utilizzato... Deep Drell DPM30

Committente: Società Edile Turrutana Srl
Cantiere: Fabbricato commerciale MCDrive
Località: Porto Torres

Data: 08/06/2022

Scala 1:20

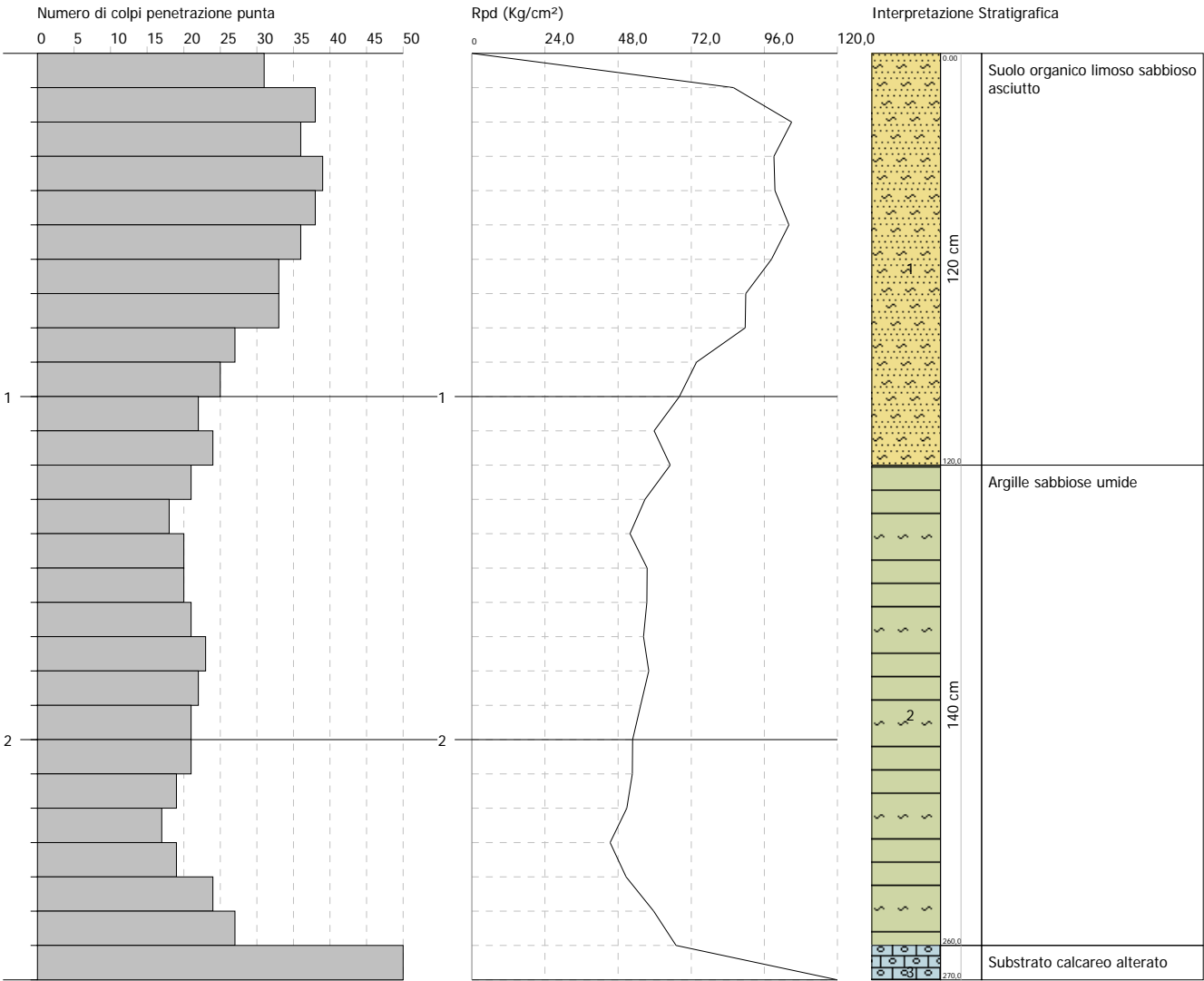


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 4
Strumento utilizzato... Deep Drell DPM30

Committente: Società Edile Turrutana Srl
Cantiere: Fabbriato commerciale MCDrive
Località: Porto Torres

Data: 08/06/2022

Scala 1:20

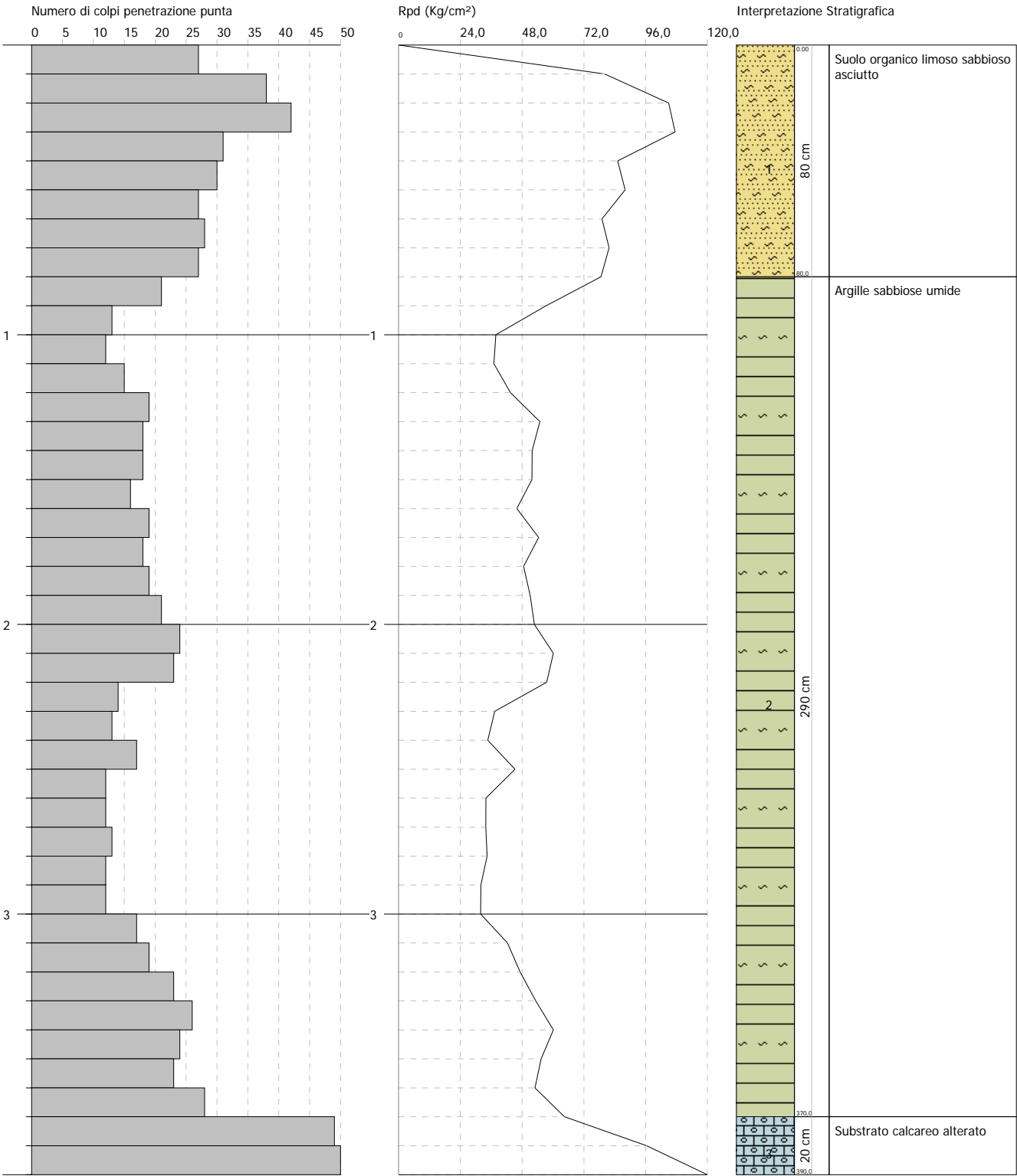


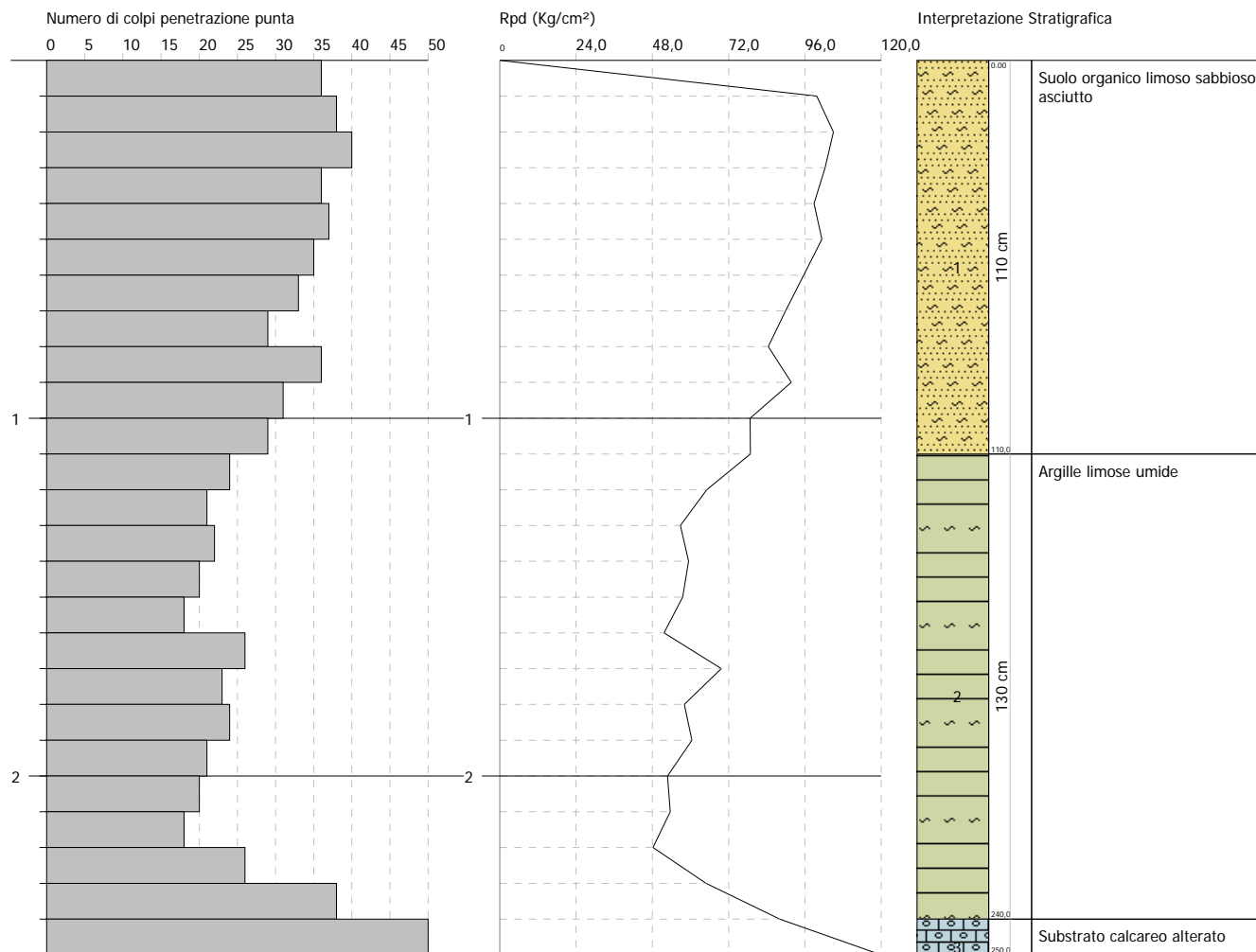
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM5
Strumento utilizzato... Deep Drell DPM30

Committente: Società Edile Turrutana Srl
Cantiere: Fabbicato commerciale MCDrive
Località: Porto Torres

Data: 08/06/2022

Scala 1:20





ALLEGATO 2
Logs stratigrafici dei Pozzetti Geognostici

Stratigrafia Pozzetti Geognostici

Pozzetto: PZ_1

Progetto: Progetto per la realizzazione di un fabbricato commerciale McDrive in Via dell'Industria – Via Mentana

Committente: Società Edile Turritana S.r.l.

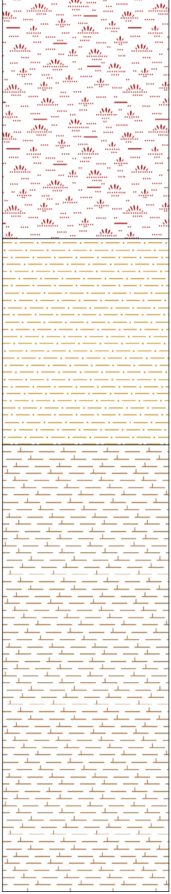
Località: Comune di Porto Torres Data di esecuzione: 01-Giu-2022

Metodo di perforazione: Escavatore gommato JBC 4CX

Ubicazione (UTM WGS84 32N): Est: 449321 Nord: 4519960 Quota: 9.97m slm

Scala della rappresentazione:1:20



(m) da p.c.	Stratigrafia	Prof.	Pot.	Descrizione	Campioni	Note
0		0.7	7.0	Suolo organico di colore bruno scuro, composizione sabbioso, limosa con ciottoli centimetrici di rocce calcaree, asciutto		
0.2			9.0	Sabbie fini con argilla e limo, di colore giallastro con screziature ocra, mediamente consistenti, asciutte		
0.4		1.3			C5	1.30-1.56
0.6			8.0	Sabbie fini con argilla e limo, di colore giallastro, debolmente cementate e consistenti, umide	C6	1.90-2.45
0.8						
1.0						
1.2						
1.4						
1.6						
1.8						
2.0						
2.2						
2.4						
2.6						



Vista generale



Foto pozzetto

Stratigrafia Pozzetti Geognostici

Pozzetto: PZ_2

Progetto: Progetto per la realizzazione di un fabbricato commerciale McDrive in Via dell'Industria – Via Mentana

Committente: Società Edile Turritana S.r.l.

Località: Comune di Porto Torres Data di esecuzione: 01-Giu-2022

Metodo di perforazione: Escavatore gommato JBC 4CX

Ubicazione (UTM WGS84 32N): Est: 449353 Nord: 4519955 Quota: 8.2m slm

Scala della rappresentazione: 1:20



(m) da p.c.	Stratigrafia	Prof.	Pot.	Descrizione	Campioni	Note
0		0.5	0.5	Suolo organico di colore bruno scuro, composizione sabbioso, limosa con ciottoli centimetrici di rocce calcaree, asciutto		
0.2		9.0	9.0	Suolo residuale di colore bruno giallastro a composizione sabbioso limosa, asciutto		
0.4		8.0	8.0	Sabbie fini con argilla e limo, di colore giallastro, debolmente cementate e consistenti, umide	C3	1.40-1.55
0.6					C4	2.00-2.15
0.8						
1.0						
1.2						
1.4						
1.6						
1.8						
2.0						
2.2						
2.4						



Vista generale



Foto pozzetto

Pozzetto: PZ_3

(m) da p.c.	Stratgrafia	Prof.	Pot.	Descrizione	Campioni	Note
0		0.4		Suolo organico di colore bruno scuro, composizione sabbioso, limosa con ciottoli centimetrici di rocce calcaree, asciutto		
0.2						
0.4						
0.6						
0.8		0.9		Suolo residuale di colore bruno giallastro a composizione sabbioso limosa, asciutto		
1						
1.2						
1.4						
1.6						
1.8						
2		1.2		Sabbie fini con argilla e limo, di colore giallastro, debolmente cementate e consistenti, umide	C1	1.80-1.97
2.2						
2.4						
2.6						
2.8		2.8			C2	2.60-2.75



Particolare delle sabbie con argilla consistenti



Foto pozzetto

ALLEGATO 3
Certificati di Analisi Ambientale

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: 1046

Rapporto di prova n. 1046

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL

ID: SOCUR22/1581

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: TERRENO

MATRICE: TERRENO

LUOGO CAMPIONAMENTO: COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO 4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: C1

METRO DI CAMPIONAMENTO: 0-1 metro

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	7,4	± 1,5	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,5	± 0,1	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,2	± 0,8	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	25,6	± 5,1	100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	24,6	± 4,9	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	68,6	± 13,7	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	32,0	± 6,4	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: **1047**

Rapporto di prova n. 1047

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: **SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL**

ID: **SOCUR22/1582**

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRENO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **C2**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **0-1 metro**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	11,7	± 2,3	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,5	± 0,1	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,8	± 1,0	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	12,8	± 2,6	120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	18,2	± 3,6	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	35,2	± 7,0	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	30,5	± 6,1	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBUTI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: **1048**

Rapporto di prova n. 1048

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: **SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL**

ID: **SOCUR22/1583**

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRENO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **C3**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **0-1 metro**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	5,6	± 1,1	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,4	± 0,1	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	3,8	± 0,8	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	38,2	± 7,6	100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	26,5	± 5,3	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	81,5	± 16,3	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	32,1	± 6,4	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: 1049

Rapporto di prova n. 1049

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL

ID: SOCUR22/1584

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRENO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **C4**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **0-1 metro**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	7,2	± 1,4	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,5	± 0,1	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,6	± 0,9	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	40,4	± 8,1	100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	29,5	± 5,9	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	90,1	± 18,0	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	36,2	± 7,2	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: 1050

Rapporto di prova n. 1050

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL

ID: SOCUR22/1585

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRENO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **C5**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **0-1 metro**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	8,7	± 1,7	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,6	± 0,1	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,5	± 0,9	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	37,3	± 7,5	100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	29,2	± 5,8	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	97,0	± 19,4	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	37,3	± 7,5	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: 1051

Rapporto di prova n. 1051

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: **SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL**

ID: **SOCUR22/1586**

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRENO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **C6**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **0-1 metro**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	8,4	± 1,7	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,6	± 0,1	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,5	± 0,9	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	31,0	± 6,2	100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	33,8	± 6,8	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	89,7	± 17,9	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	37,4	± 7,5	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: 1052

Rapporto di prova n. 1052

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: **SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL**

ID: **SOCUR22/1587**

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRENO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **C7**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **0-1 metro**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	3,5	± 0,7	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,2	± 0,0	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	3,3	± 0,7	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	< 10,0		100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	12,7	± 2,5	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	31,3	± 6,3	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	22,5	± 4,5	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: 1053

Rapporto di prova n. 1053

Data : 16/06/2022

COMMITTENTE: SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL

ID: SOCUR22/1588

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 14/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: TERRENO

MATRICE: TERRENO

LUOGO CAMPIONAMENTO: COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: C8

METRO DI CAMPIONAMENTO: 0-1 metro

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
14/6/22	14/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	8,8	± 1,8	20	50
14/6/22	14/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	0,2	± 0,0	2	15
14/6/22	14/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,8	± 1,0	20	250
14/6/22	14/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	12,3	± 2,5	120	500
14/6/22	14/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	30,9	± 6,2	100	1000
14/6/22	14/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	83,5	± 16,7	120	600
14/6/22	14/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	101,7	± 20,3	150	1500
14/6/22	14/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
14/6/22	14/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	37,4	± 7,5	150	800
14/6/22	14/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
14/6/22	14/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

Analisi Chimiche e Microbiologiche
Acqua – Aria – Terreni Alimenti
Rifiuti – Consulenze tecniche
AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2015



Laboratorio Leonardi s.a.s.

C.so Vittorio Emanuele 92
07046 Porto Torres (SS)
p.iva: 02075740908
mail: wellcome@tiscali.it - tel/fax : 079 512327
www.laboratorioleonardi.it

Prot. 22R N°: **1054**

Rapporto di prova n. 1054

Data : **16/06/2022**

COMMITTENTE: SOCIETA' EDILE TURRITANA SRL

ID: SOCUR22/1589

DATA RICEVIMENTO: 13/06/2022

INIZIO PROVE: 13/06/2022

FINE PROVE: 16/06/2022

ORA INIZIO CAMPIONAMENTO: N.D.

ORA FINE CAMPIONAMENTO: N.D.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Il presente Rapporto di prova può essere riprodotto soltanto per intero. Il presente Rapporto di prova non può essere alterato o riprodotto a scopo pubblicitario senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Leonardi s.a.s..

DESCRIZIONE CAMPIONE: **TERRENO**

MATRICE: **TERRENO**

LUOGO CAMPIONAMENTO: **COMUNE DI PORTO TORRES - FOGLIO4- MAPPALI 1398,1432,1327,1325,1331**

PUNTO DI CAMPIONAMENTO: **C9**

METRO DI CAMPIONAMENTO: **0-1 metro**

QUANTITA' CAMPIONE Kg: 1,0 KG

PREVENTIVO/CONTRATTO N°: SOCURPREV329

PROCEDURA CAMPIONAMENTO: A CURA DEL COMMITTENTE

CAMPIONAMENTO ESEGUITO DA: A CURA DEL COMMITTENTE

NOTE: //

inizio analisi	fine analisi	PROVA	METODO ANALITICO	LDR	U.D.M.	VALORE	IM	Limiti TAB 1 colonna A ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale	Limiti TAB 1 colonna B ALL.5 D.Lgs 152/06 - Siti ad uso Commerciale e Industriale
METALLI									
16/6/22	16/6/22	Arsenico	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	7,5	± 1,5	20	50
16/6/22	16/6/22	Cadmio	EPA 3051 + EPA 6010	0,2	mg/Kg	1,0	± 0,2	2	15
16/6/22	16/6/22	Cobalto	EPA 3051 + EPA 6010	2	mg/Kg	4,6	± 0,9	20	250
16/6/22	16/6/22	Nichel	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	< 12,0		120	500
16/6/22	16/6/22	Piombo	EPA 3051 + EPA 6010	10	mg/Kg	22,8	± 4,6	100	1000
16/6/22	16/6/22	Rame	EPA 3051 + EPA 6010	12	mg/Kg	20,3	± 4,1	120	600
16/6/22	16/6/22	Zinco	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	58,7	± 11,7	150	1500
16/6/22	16/6/22	Mercurio	EPA 3051 + EPA 6010	0,1	mg/Kg	< 0,1		1	5
16/6/22	16/6/22	Cromo totale	EPA 3051 + EPA 6010	15	mg/Kg	34,9	± 7,0	150	800
16/6/22	16/6/22	Cromo VI	EPA 3060 + EPA 7196	0,2	mg/Kg	< 0,2		2	15
IDROCARBURI TOTALI									
16/6/22	16/6/22	Idrocarburi C>12	EPA 3540 +EPA 8270	5	mg/Kg	< 5,0		50	750

Giudizio: il campione di terreno sottoposto ad analisi non presenta nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., e pertanto risulta idoneo ad attività di recupero e riutilizzo previste dalla normativa vigente fatte salve il rispetto delle disposizioni e autorizzazioni disposte dalle autorità competenti.

Il Chimico Analista

ALLEGATO 4
Certificati di Laboratorio Geotecnico

DOCUMENTO DI PROVAData consegna campione: 14/06/2022Certificato n° : 13495/22COMMITTENTE : Società Edile Turritana srlProvenienza campione : Mc Drive, Porto Torres**PESO DI VOLUME - MASSA VOLUMICA REALE-CONTENUTO D'ACQUA**

METODO DELLA FUSTELLA TARATA (NORME UNI)

Sigla campione	Profondità prelievo <i>m da p.c.</i>	Contenuto d'acqua <i>%</i>	Peso specifico dei <i>g/cmc</i>	Caratteristiche del provino		Peso di volume <i>g/cmc</i>
				Volume <i>cmc</i>	Peso <i>g</i>	
C1	1,80 - 1,97	22,4	2,703	922,9	1924,79	2,086
C2	2,60 - 2,75	17,6	2,698	603,2	1286,3	2,132
C3	1,40 - 1,55	15,2	2,705	1219,4	2200,68	1,805
C4	2,00 - 2,15	13,0	2,694	609,9	1212,53	1,988
C5	1,30 - 1,46	21,0	2,730	919,2	1755,05	1,909
C6	1,90 - 2,05	13,9	2,713	1170,2	2310,51	1,974

Data: 21-giu-22

DOCUMENTO DI PROVA

Certificato n° : 13478/22

Committente: **Società Edile Turritana srl**

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione: **Mc Drive, Porto Torres**Campione : **C1**

Profondità (m dal p.c.): 1,80-1,97

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR BU N°23 - CNR UNI 10014 - CNR UNI 10006

Analisi granulometrica eseguita per setacciatura (via umida)

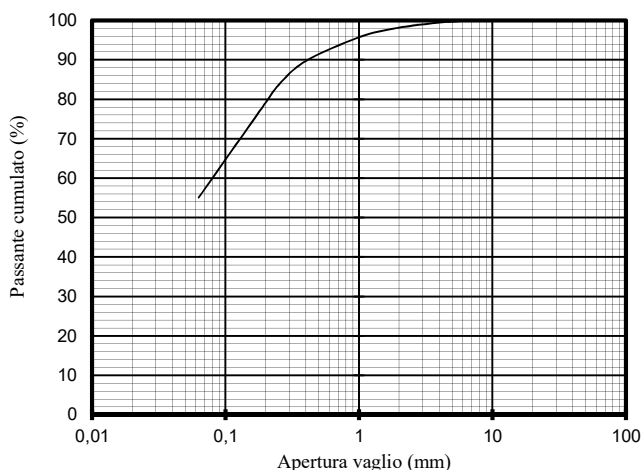
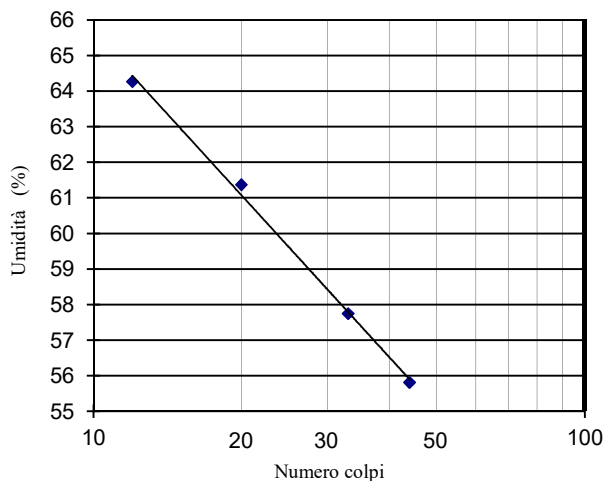
Aperture mm	Pass.cum. %
0,0	100,0
100,0	100,0
75,0	100,0
60,0	100,0
40,0	100,0
20,0	100,0
10,0	100,0
5,0	99,7
2,00	98,1
1,00	95,7
0,400	89,7
0,250	83,6
0,18	77,0
0,063	55,1

Limiti di consistenza

Limite di liquidità :	%	59,6
Limite di plasticità	%	18,5
Indice di plasticità :	%	41,1

Classi granulometriche (ASTM)

Contenuto in ciottoli (> 75 mm) :	%	0
Contenuto in ghiaia (4,75-75 mm) :	%	0
Contenuto in sabbia (0,075-4,75 mm) :	%	45
Contenuto in limo + argilla (<0,075mm):	%	55

CLASSE (UNI 10006):
CLASSE (ASTM - USCS):**A7-6**
CHDescrizione tecnica
(USCS)**Argilla sabbiosa di alta
plasticità****Curva granulometrica****Limite di liquidità**

DATA: 22-giu-22



DOCUMENTO DI PROVA

Certificato n° : 13481/22

Committente: **Società Edile Turritana srl**

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione: **Mc Drive, Porto Torres**Campione : **C2**

Profondità (m dal p.c.): 2,60 - 2,75

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR BU N°23 - CNR UNI 10014 - CNR UNI 10006

Analisi granulometrica eseguita per setacciatura (via umida)

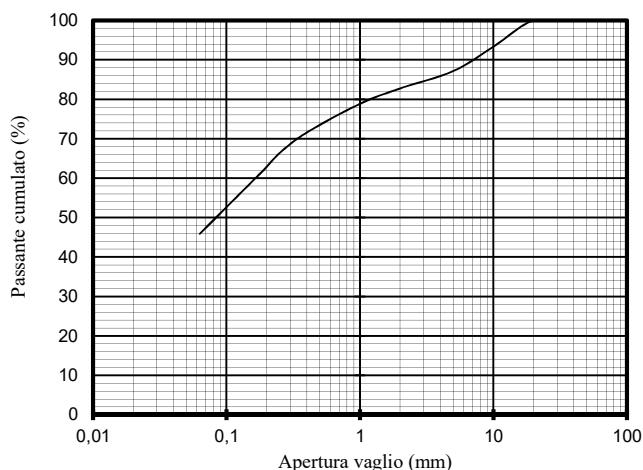
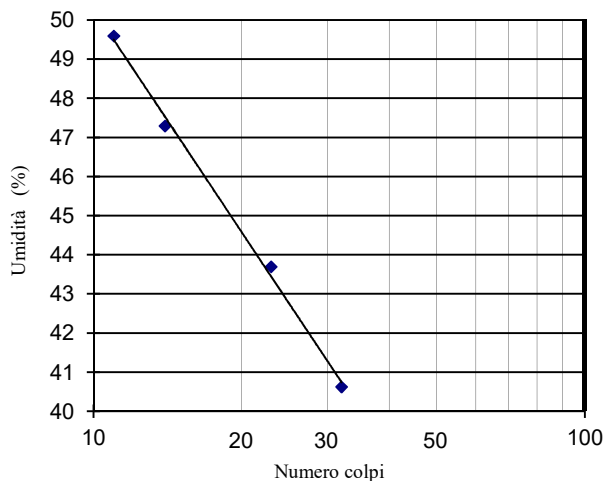
Aperture mm	Pass.cum. %
0,0	100,0
100,0	100,0
75,0	100,0
60,0	100,0
40,0	100,0
20,0	100,0
10,0	93,3
5,0	87,1
2,00	82,7
1,00	78,8
0,400	71,6
0,250	66,3
0,18	61,3
0,063	45,9

Limiti di consistenza

Limite di liquidità :	%	42,8
Limite di plasticità	%	17,3
Indice di plasticità :	%	25,5

Classi granulometriche (ASTM)

Contenuto in ciottoli (> 75 mm) :	%	0
Contenuto in ghiaia (4,75-75 mm) :	%	13
Contenuto in sabbia (0,075-4,75 mm) :	%	41
Contenuto in limo + argilla (<0,075mm):	%	46

CLASSE (UNI 10006):
CLASSE (ASTM - USCS):**A7-6**
SCDescrizione tecnica
(USCS)**Sabbia argillosa****Curva granulometrica****Limite di liquidità**

DATA: 20-giu-22



DOCUMENTO DI PROVA

Certificato n° : 13483/22

Committente: **Società Edile Turritana srl**

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione: **Mc Drive, Porto Torres**Campione : **C3**

Profondità (m dal p.c.): 1,40-1,55

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR BU N°23 - CNR UNI 10014 - CNR UNI 10006

Analisi granulometrica eseguita per setacciatura (via umida)

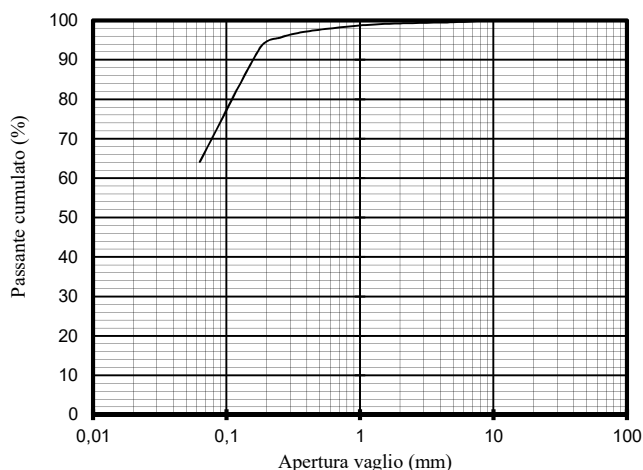
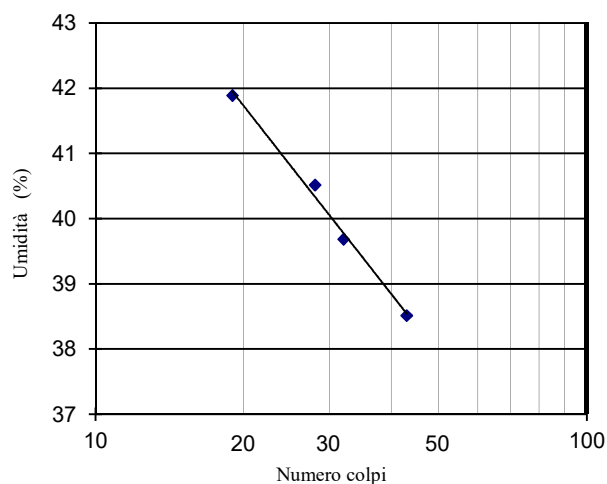
Aperture mm	Pass.cum. %
0,0	100,0
100,0	100,0
75,0	100,0
60,0	100,0
40,0	100,0
20,0	100,0
10,0	100,0
5,0	99,5
2,00	99,2
1,00	98,7
0,400	97,2
0,250	95,6
0,18	93,2
0,063	64,1

Limiti di consistenza

Limite di liquidità :	%	40,8
Limite di plasticità	%	18,5
Indice di plasticità :	%	22,4

Classi granulometriche (ASTM)

Contenuto in ciottoli (> 75 mm) :	%	0
Contenuto in ghiaia (4,75-75 mm) :	%	1
Contenuto in sabbia (0,075-4,75 mm) :	%	35
Contenuto in limo + argilla (<0,075mm):	%	64

CLASSE (UNI 10006):
CLASSE (ASTM - USCS):**A7-6**
CLDescrizione tecnica
(USCS)**Argilla sabbiosa di
bassa plasticità****Curva granulometrica****Limite di liquidità**

DATA: 20-giu-22



DOCUMENTO DI PROVA

Certificato n° : 13486/22

Committente: **Società Edile Turritana srl**

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione: **Mc Drive, Porto Torres**Campione : **C4**

Profondità (m dal p.c.): 2,00-2,15

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR BU N°23 - CNR UNI 10014 - CNR UNI 10006

Analisi granulometrica eseguita per setacciatura (via umida)

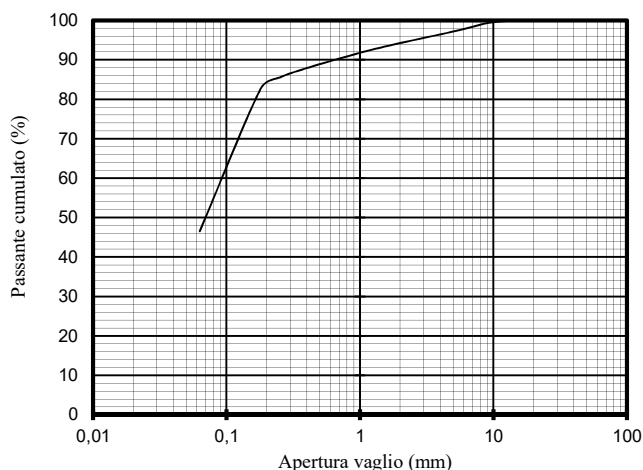
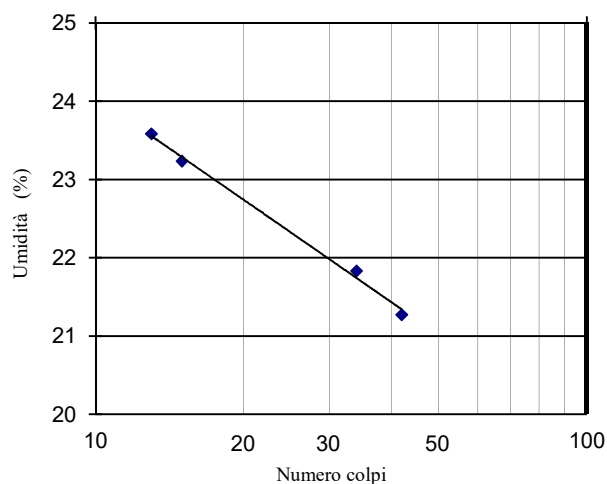
Aperture mm	Pass.cum. %
0,0	100,0
100,0	100,0
75,0	100,0
60,0	100,0
40,0	100,0
20,0	100,0
10,0	99,5
5,0	97,1
2,00	94,2
1,00	91,8
0,400	87,9
0,250	85,5
0,18	82,6
0,063	46,6

Limiti di consistenza

Limite di liquidità :	%	22,3
Limite di plasticità	%	15,3
Indice di plasticità :	%	7,0

Classi granulometriche (ASTM)

Contenuto in ciottoli (> 75 mm) :	%	0
Contenuto in ghiaia (4,75-75 mm) :	%	3
Contenuto in sabbia (0,075-4,75 mm) :	%	51
Contenuto in limo + argilla (<0,075mm):	%	47

CLASSE (UNI 10006):**A4****CLASSE (ASTM - USCS):****SC**Descrizione tecnica
(USCS)**Sabbia argillosa****Curva granulometrica****Limite di liquidità**

DATA: 21-giu-22



DOCUMENTO DI PROVA

Certificato n° : 13484/22

Committente: **Società Edile Turritana srl**

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione: **Mc Drive, Porto Torres**Campione : **C5**

Profondità (m dal p.c.): 1,30-1,46

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR BU N°23 - CNR UNI 10014 - CNR UNI 10006

Analisi granulometrica eseguita per setacciatura (via umida)

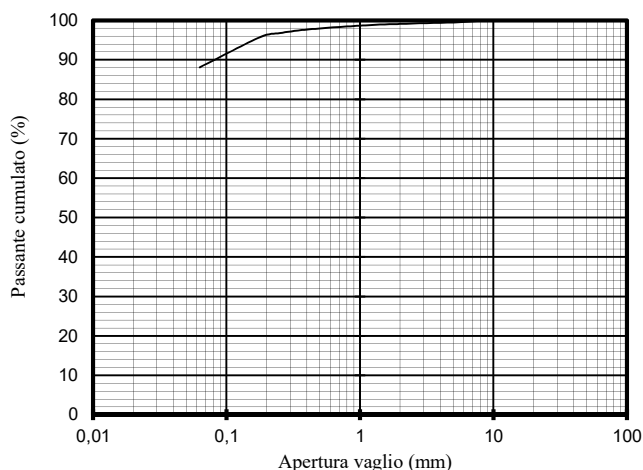
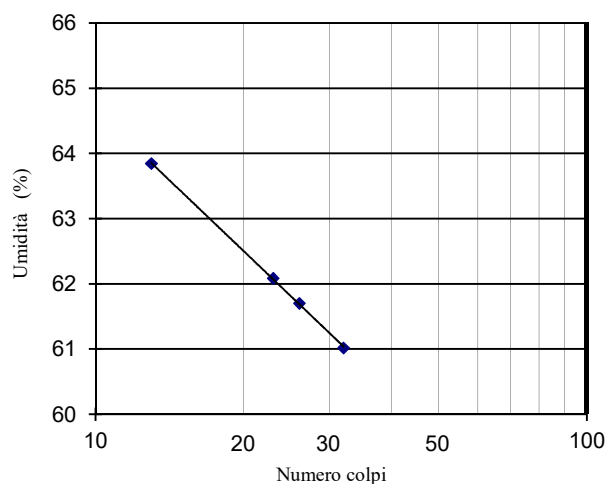
Aperture mm	Pass.cum. %
0,0	100,0
100,0	100,0
75,0	100,0
60,0	100,0
40,0	100,0
20,0	100,0
10,0	100,0
5,0	99,5
2,00	99,1
1,00	98,7
0,400	97,7
0,250	96,8
0,18	95,8
0,063	88,1

Limiti di consistenza

Limite di liquidità :	%	61,8
Limite di plasticità	%	23,5
Indice di plasticità :	%	38,3

Classi granulometriche (ASTM)

Contenuto in ciottoli (> 75 mm) :	%	0
Contenuto in ghiaia (4,75-75 mm) :	%	1
Contenuto in sabbia (0,075-4,75 mm) :	%	11
Contenuto in limo + argilla (<0,075mm):	%	88

CLASSE (UNI 10006):
CLASSE (ASTM - USCS):**A7-6**
CHDescrizione tecnica
(USCS)**Argilla di alta plasticità****Curva granulometrica****Limite di liquidità**

DATA: 22-giu-22



DOCUMENTO DI PROVA

Certificato n° : 13492/22

Committente: **Società Edile Turritana srl**

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione: **Mc Drive, Porto Torres**Campione : **C6**

Profondità (m dal p.c.): 1,90-2,05

ANALISI GRANULOMETRICA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE

ASTM D421 D422 D2217 - ASTM 4318 - CNR BU N°23 - CNR UNI 10014 - CNR UNI 10006

Analisi granulometrica eseguita per setacciatura (via umida)

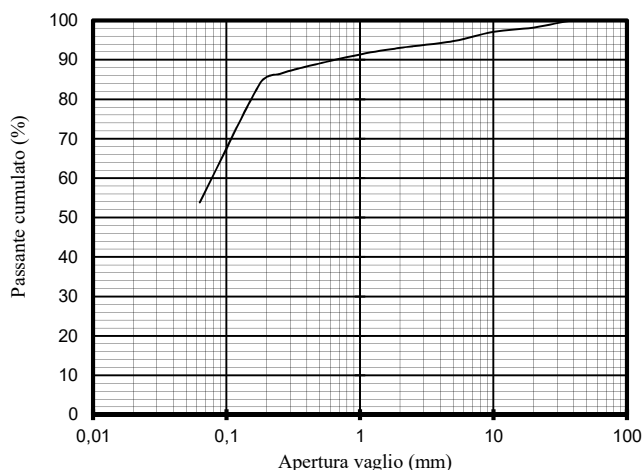
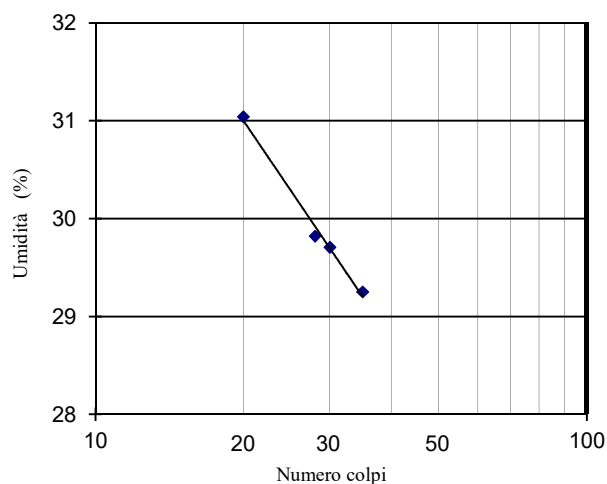
Aperture mm	Pass.cum. %
0,0	100,0
100,0	100,0
75,0	100,0
60,0	100,0
40,0	100,0
20,0	98,2
10,0	97,1
5,0	94,7
2,00	93,0
1,00	91,3
0,400	88,3
0,250	86,4
0,18	84,2
0,063	53,8

Limiti di consistenza

Limite di liquidità :	%	30,3
Limite di plasticità	%	16,8
Indice di plasticità :	%	13,5

Classi granulometriche (ASTM)

Contenuto in ciottoli (> 75 mm) :	%	0
Contenuto in ghiaia (4,75-75 mm) :	%	5
Contenuto in sabbia (0,075-4,75 mm) :	%	41
Contenuto in limo + argilla (<0,075mm):	%	54

CLASSE (UNI 10006):
CLASSE (ASTM - USCS):**A6**
CLDescrizione tecnica
(USCS)**Argilla sabbiosa di
bassa plasticità****Curva granulometrica****Limite di liquidità**

DATA: 21-giu-22



DOCUMENTO DI PROVACertificato n° : 13480/22Committente: Società Edile Turritana srlData consegna campione: 14/06/22

Località del campionamento: _____

Mc Drive, Porto Torres

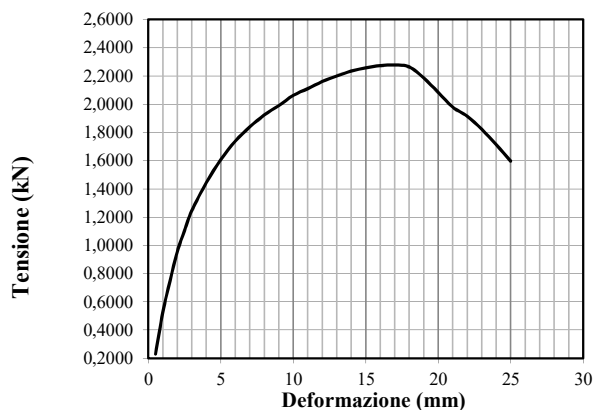
Sigla campione: C1Profondità (m dal p.c.): 1,80-1,97**PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL)**

ASTM 2166-85

Descrizione del campione: Argilla moderatamente sabbiosa, bruna, molto consistenteCondizioni del provino: Omogeneo**Caratteristiche del provino**

altezza (cm):	16,2	rapporto altezza/diametro :	1,9
diametro (cm):	8,4	peso di volume (g/cm ³):	2,096
sezione iniziale del provino (cm ²):	55,4	sezione media (cm ²):	61,9

Deformazione assiale mm	Deformazione anello dinamometrico kN
0,5	0,2301
1	0,5246
1,5	0,7489
2	0,9547
2,5	1,1041
3	1,2458
4	1,4437
5	1,6068
6	1,7379
7	1,8387
8	1,9233
9	1,9899
10	2,0620
11	2,1100
12	2,1600
13	2,2000
14	2,2340
15	2,2580
16	2,2740
17	2,2780
18	2,2640
19	2,1860
20	2,0840
21	1,9798
22	1,9153
23	1,8225
24	1,7137
25	1,5967



Velocità di esecuzione (mm/min) :	2,98
Deformazione assiale massima (mm)	17,0
Deformazione assiale massima (%)	10,5
Deformazione dell'anello dinamometrico (kN):	2,278
Pressione a rottura (kPa):	368,11

Data: 20-giu-22

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 13479/22

Committente: Società Edile Turritana srl

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione :

Mc Drive, Porto Torres

Campione : C1

Profondità (m dal p.c.): 1,80-1,97

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione :

Argilla sabbiosa bruna molto consistente

Caratteristiche della prova :

Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

si	no
----	----

Caratteristiche del provino

Caratteristiche del provino	Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%	22,4			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc	1,823	1,964	1,906	1,994
Pocket penetrometer	kPa	465,0			

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min	25,0		
Tempo minimo di durata della prova	min	317,5		
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min	0,0094		

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	58,3	82,6	107,9	154,6
Deformazione orizzontale alla rottura	%	4,3	6,2	10,1	11,6
Velocità di prova	mm/min	0,0090			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO

20,26 °

COESIONE

40,0 kPa

Data : 23/06/2022

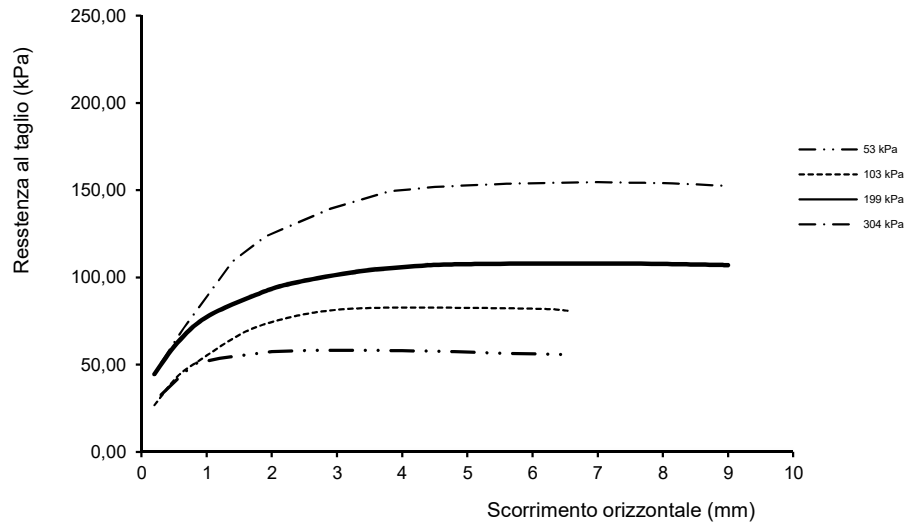
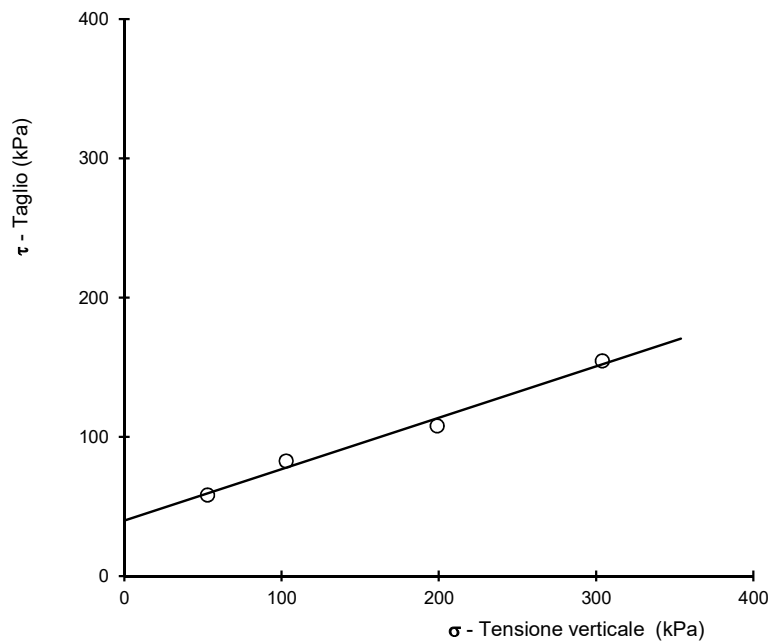
Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

Rif. Lab. : 13479/22**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 23/06/2022

Pag. : **2/2**

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 13482/22

Committente: Società Edile Turritana srl

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione :

Mc Drive, Porto Torres

Campione : C2

Profondità (m dal p.c.): 2,60 - 2,75

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione :

Sabbia con limo e argilla estremamente consistente

Caratteristiche della prova :

Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

si	no
----	----

Caratteristiche del provino

Caratteristiche del provino	Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%	17,6			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc	1,961	1,953	1,966	1,971
Pocket penetrometer	kPa	> 600			

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min	25,0		
Tempo minimo di durata della prova	min	317,5		
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min	0,0157		

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	49,7	70,8	110,8	157,2
Deformazione orizzontale alla rottura	%	13,6	7,4	9,3	9,2
Velocità di prova	mm/min	0,0100			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO

23,15 °

COESIONE

26,7 kPa

Data : 30/06/2022

Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.

Laboratorio prove geotecniche

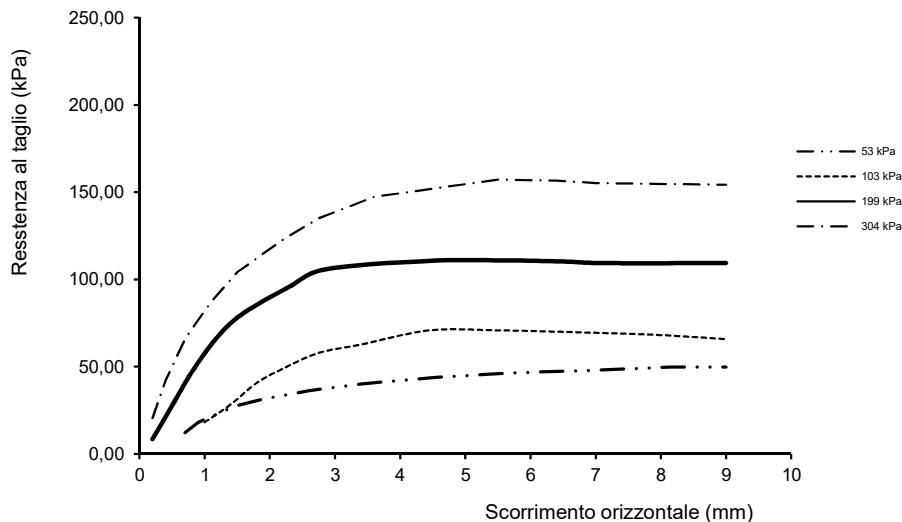
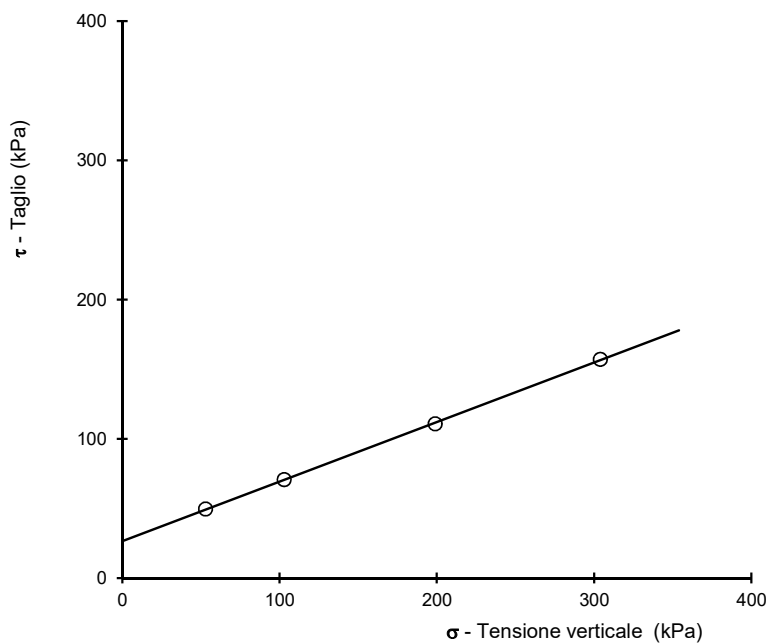
Il Responsabile della Sperimentazione

Dott. Geol. Paolo Caula

Rif. Lab. : 13482/22**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 30/06/2022

Pag. : **2/2**

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 13484/22

Committente: Società Edile Turritana srl

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione :

Mc Drive, Porto Torres

Campione : C3

Profondità (m dal p.c.): 1,40-1,55

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione :

Argilla limo-sabbiosa estremamente consistente

Caratteristiche della prova :

Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

si	no
----	----

Caratteristiche del provino

Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc			
Pocket penetrometer	kPa			
	1,846	1,850	1,853	1,858
	> 600			

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min			
Tempo minimo di durata della prova	min			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min			
	7,5			
	94,7			
	0,0845			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	69,3	92,8	119,9	171,7
Deformazione orizzontale alla rottura	%	2,4	2,4	1,7	4,0
Velocità di prova	mm/min	0,0800			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO

21,53 °

COESIONE

48,4 kPa

Data : 30/06/2022

Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.

Laboratorio prove geotecniche

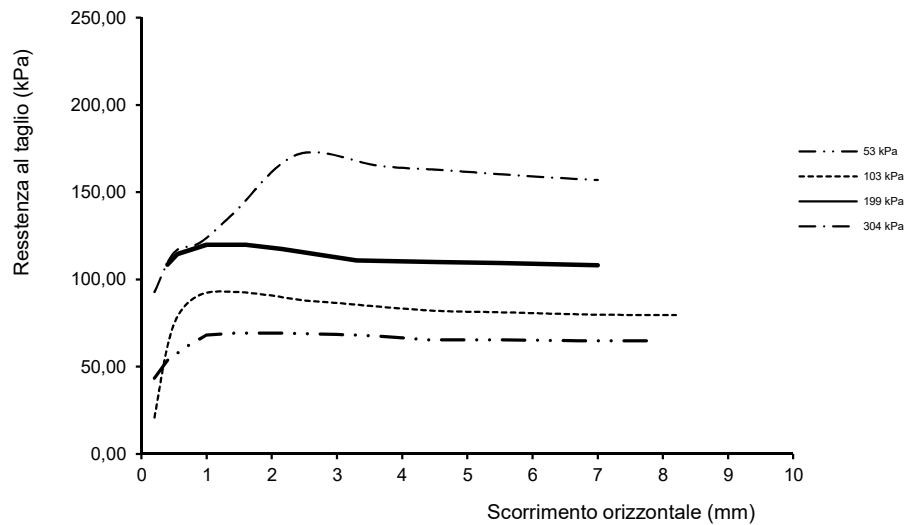
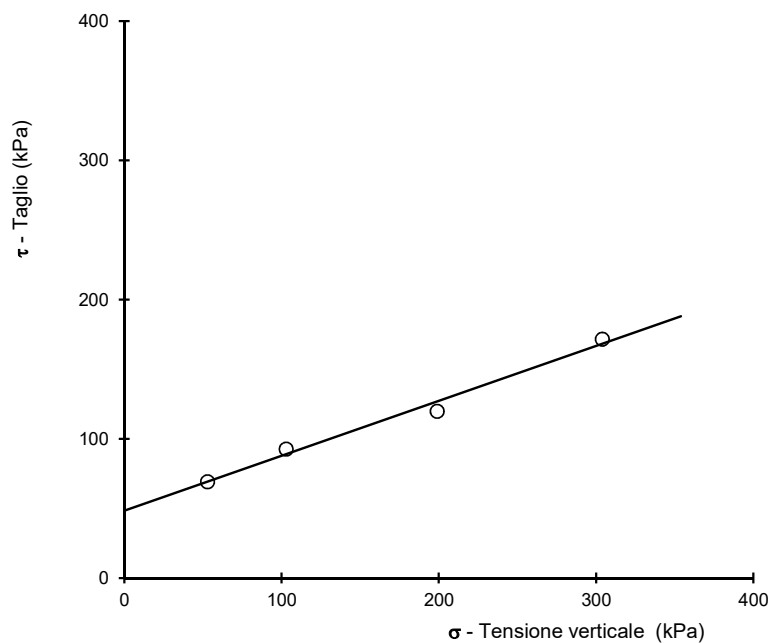
Il Responsabile della Sperimentazione

Dott. Geol. Paolo Caula

Rif. Lab. : 13484/22**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 30/06/2022

Pag. : **2/2**

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 13487/22

Committente: Società Edile Turritana srl

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione :

Mc Drive, Porto Torres

Campione : C4

Profondità (m dal p.c.): 2,00-2,15

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione :

Sabbia limo-argillosa molto addensata

Caratteristiche della prova :

Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

si	no
----	----

Caratteristiche del provino

Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	13,0			
Peso di volume umido iniziale	1,972	1,808	1,920	1,896
Pocket penetrometer	non rilevabile			

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min			
Tempo minimo di durata della prova	min			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	44,9	65,1	111,4	165,1
Deformazione orizzontale alla rottura	%	5,0	3,7	1,5	3,7
Velocità di prova	mm/min	0,0800			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO
25,73 °

COESIONE
17,2 kPa

Data : 30/06/2022

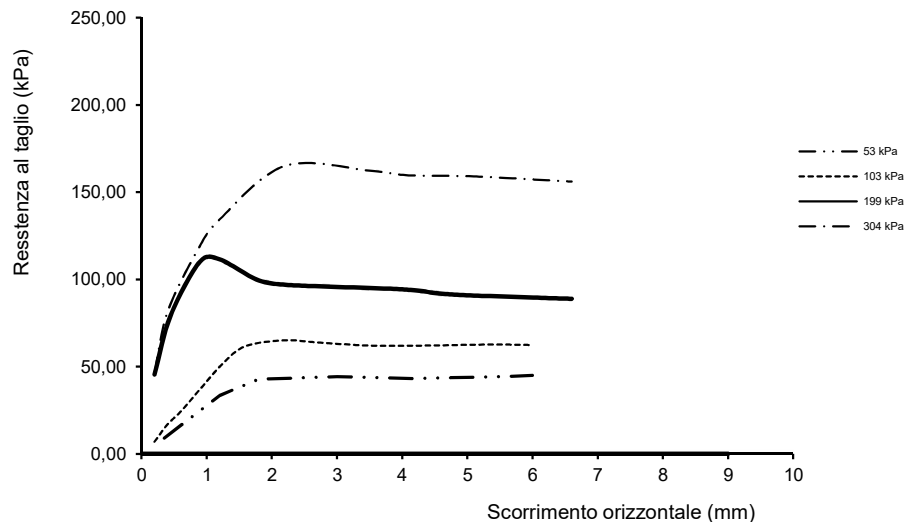
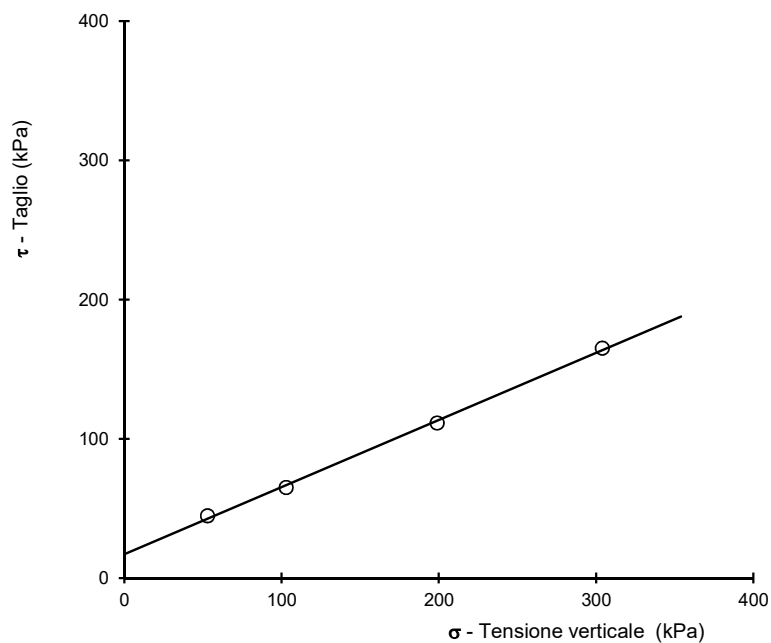
Pag. : 1/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

Rif. Lab. : 13487/22**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 30/06/2022

Pag. : **2/2**

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 13490/22

Committente: Società Edile Turritana srl

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione :

Mc Drive, Porto Torres

Campione : C5

Profondità (m dal p.c.): 1,30-1,46

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione :

Argilla estremamente consistente

Caratteristiche della prova :

Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

si	no
----	----

Caratteristiche del provino

Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	21,0			
Peso di volume umido iniziale	1,821	1,917	1,842	1,912
Pocket penetrometer	> 600			

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min			
Tempo minimo di durata della prova	min			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	47,3	66,0	100,0	144,3
Deformazione orizzontale alla rottura	%	1,0	2,2	2,5	2,2
Velocità di prova	mm/min	0,0090			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO
21,01 °

COESIONE
26,1 kPa

Data : 30/06/2022

Pag. : 1/2

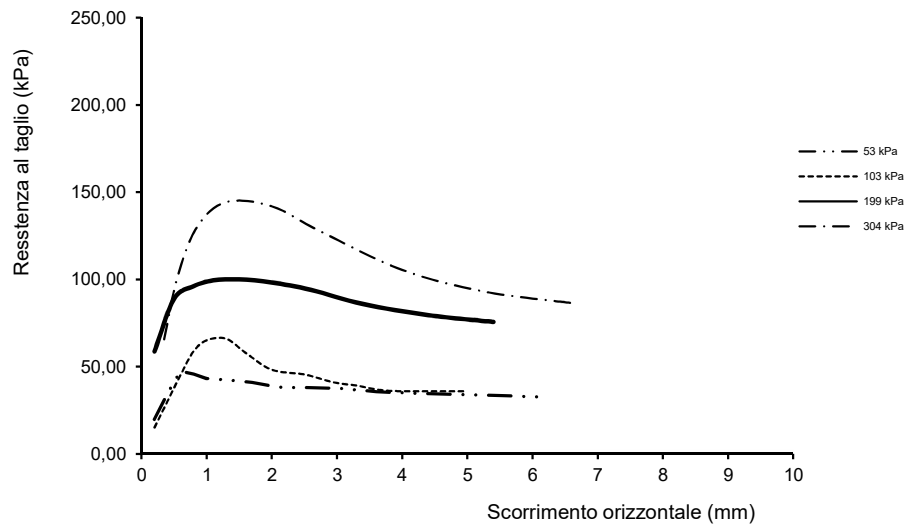
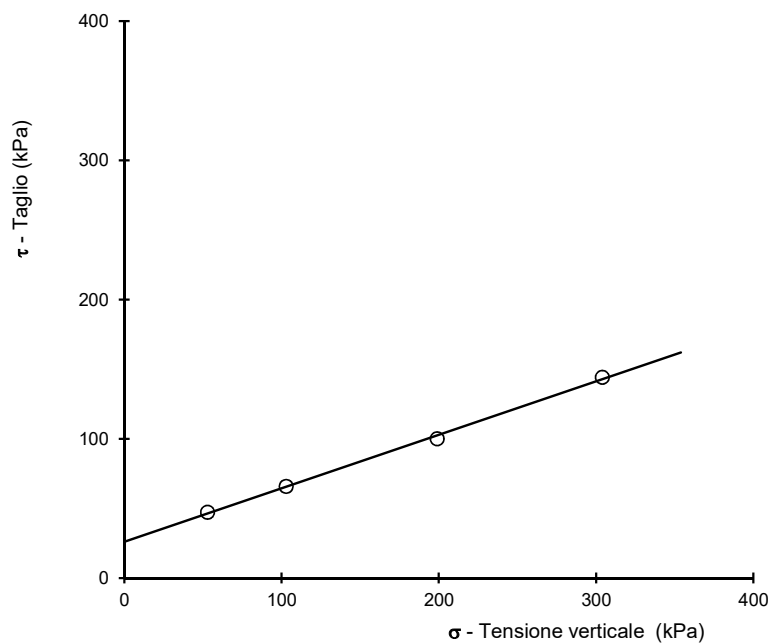
soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

Rif. Lab. : 13490/22

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI**INVILUPPO DI ROTTURA**

Data : 30/06/2022

Pag. : 2/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

DOCUMENTO DI PROVA

Rif. Lab. : 13493/22

Committente: Società Edile Turritana srl

Data consegna campione: 14/06/22

Provenienza campione :

Mc Drive, Porto Torres

Campione : C6

Profondità (m dal p.c.): 1,90-2,05

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

ASTM D 3080 - 98 / UNI CEN ISO/TS 17892-10

Descrizione visiva del campione :

Argilla sabbiosa estremamente consistente

Caratteristiche della prova :

Consolidata drenata su provini non ricostruiti

Immersione in acqua del provino durante la consolidazione e la fase di taglio :

si	no
----	----

Caratteristiche del provino

Provino n°	1	2	3	4
Contenuto d'acqua iniziale	%			
Peso di volume umido iniziale	g/cmc			
Pocket penetrometer	kPa			
	1,836	1,842	1,873	1,843
	> 600			

DATI DELLA CURVA DI CONSOLIDAZIONE

Provino n°	1	2	3	4
Tempo al 100% della consolidazione primaria	min			
Tempo minimo di durata della prova	min			
Velocità massima di esecuzione calcolata	mm/min			
	12,3			
	155,6			
	0,0096			

TAGLIO

Tensione verticale applicata	kPa	53	103	199	304
Resistenza massima al taglio	kPa	37,0	59,3	93,7	130,4
Deformazione orizzontale alla rottura	%	1,3	11,9	12,8	15,0
Velocità di prova	mm/min	0,0090			

PARAMETRI DI RESISTENZA DI PICCO

ANGOLO DI RESISTENZA AL
TAGLIO
20,20 °

COESIONE
19,5 kPa

Data : 30/06/2022

Pag. : 1/2

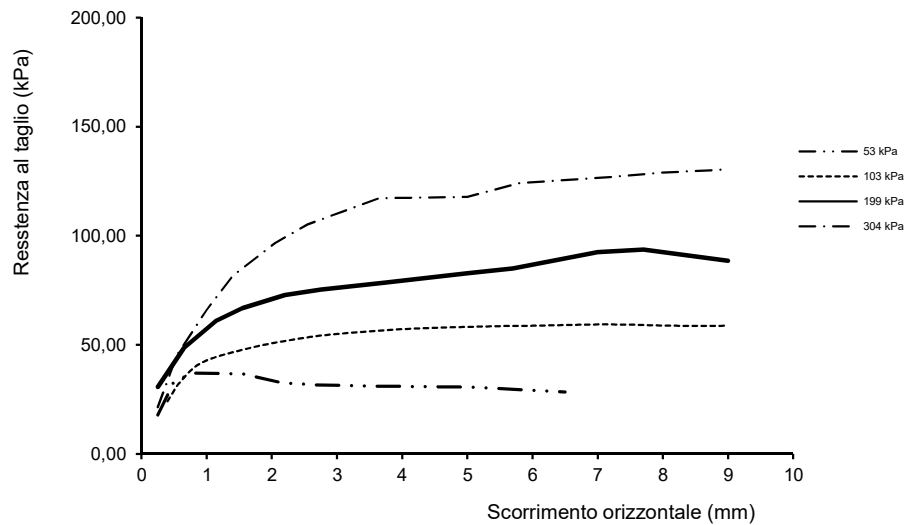
soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

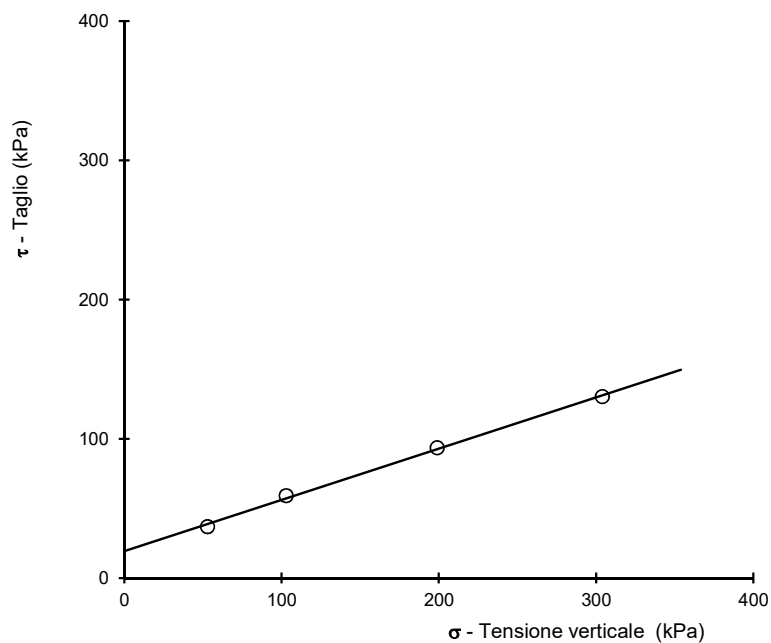
ASTM D 3080 - 98

(Direct Shear Test Under Consolidated Drained Conditions)

DIAGRAMMA SFORZI - DEFORMAZIONI



INVILUPPO DI ROTTURA



Data : 30/06/2022

Pag. : 2/2

soiltech s.n.c.
Laboratorio prove geotecniche
Il Responsabile della Sperimentazione
Dott. Geol. Paolo Caula