

COMMITTENTE:



APPALTATORE A.T.I.



(Capogruppo Mandataria)

ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A. (Mandante)

ESIM S.r.l. (Mandante)

ALPITEL S.p.A. (Mandante)

ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l. (Mandante)

**LINEA PALERMO-MESSINA RADDOPPIO FIUMETORTO-CEFALÙ-CASTELBUONO
TRATTA OGLIASTRILLO-CASTELBUONO**

PROGETTO COSTRUTTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA AREA LUOGO MARCHESE

Codice Elaborato

COMMESSA LOTTO FASE ENTE OPERA DISCIPLINA TIPO Progr. REV.

RS01 20 C ZZ RHIM 00 03 005 A

Scala:

-

File: RS0120CZZRHIM0003005A.pdf

Formato: pdf

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A	Settembre 2020	RELAZIONE GEOLOGICA			

PROGETTAZIONE:

APPROVAZIONI:



Tenuta Luogo Marchese

Progetto di rimodellamento ambientale sito in Pollina (PA) C.da Canne Masche snc, zona E del P.R.G. vigente Foglio 23 part. 6-41-28-7-82-8, Foglio 28 part. 70-5-6-80-72-81, realizzato mediante i materiali da scavo provenienti dai lavori per il raddoppio ferroviario della tratta Ogliastrillo-Castelbuono della linea Palermo - Messina

PROGETTO ESECUTIVO

SOGGETTO PROPONENTE E DITTA ESECUTRICE:



Codice Elaborato

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	OPERA	DISCIPLINA	TIPO	PROGR.	REV.
□□□□	□□	□	□□	□□□□	□□	□□	□□□□	□

Scala:

File:

Formato:

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
		RELAZIONE GEOLOGICA			

PROGETTAZIONE:

APPROVAZIONI:

Dott. Agr. Cirrito Nico
Via A. De Gasperi, n. 62
90010 Lascari (PA)



INDICE

1 – Premessa	pag. 2
2 – Descrizione sintetica del progetto	pag. 6
3 – Caratteristiche geologiche dell'area	pag. 7
4 – Idrogeologia e geomorfologica dell'area	pag. 10
5 – Cenni sulla sismicità del territorio	pag. 13
6 – Campagna di indagini geognostiche	pag. 18
6.1 – Caratterizzazione geognostica del sito	pag. 18
6.2 - Prove geotecniche di laboratorio	pag. 20
6.3 - Risultati delle prove di laboratorio	pag. 21
6.4 – Riepilogo delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni	pag. 22
6.5 – Indagini geofisiche	pag. 25
<i>Indagini MASW</i>	pag. 26
<i>Indagini HVSR</i>	pag. 32
7 – Moduli elastici dinamici	pag. 39
8 - Conclusioni	pag. 41

ALLEGATI

- Cartografia P.A.I.
- Colonne stratigrafiche
- Documentazione fotografica
- Certificati laboratorio geotecnico

1 – PREMESSA

Con incarico conferito al sottoscritto dal Dott. Agronomo Nico Cirrito è stato realizzato il presente studio di compatibilità geologica, geomorfologica e geotecnica per il progetto esecutivo di rimodellamento ambientale di un terreno sito il località C.da Canne Masche nel territorio comunale di Pollina.

La fattibilità del progetto di rimodellamento si basa sulla possibilità di disporre dei materiali da scavo provenienti dai lavori del raddoppio Fiumetorto-Cefalù-Castelbuono della linea ferroviaria Palermo- Messina tratta Ogliastrillo-Castelbuono, ai sensi del D.M. 10 agosto 2012, n.161, finalizzato a migliorare l'uso delle risorse naturali e prevenire la produzione di rifiuti in linea con l'art. 179 D.Lgs. 152/2006.

L'intervento consisterà nel rimodellare la morfologia del terreno tramite gradonature opportunamente dimensionate, nel regimare il ruscellamento delle acque superficiali provenienti da monte con una rete di canali e nella piantumazione di specie arboree ed arbustive per il rimboschimento dell'intera area.

Lo studio è stato redatto seguendo le direttive delle seguenti normative di riferimento:

- **D.P.R. 328/01** comma 1, Art. 41;
- **D.M. 17/01/2018**, *Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC 2018"*;
- Circolare 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- **Eurocodice 7**: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- **Eurocodice 8**: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

Lo studio ha previsto l'esecuzione di tutti i rilievi e le indagini necessarie per:

- determinare la costituzione geologica dell'area interessata dal progetto;
- studiarne le caratteristiche geomorfologiche con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti ante e post operam;
- definire l'assetto idrogeologico con riguardo alla circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- individuare tutte le problematiche geologico-tecniche che interferiscono con le opere in progetto;
- indicare eventuali opere di consolidamento o presidio per garantire la sicurezza delle opere in progetto.

Lo studio è stato, quindi, articolato come segue:

- a) Studio geologico dell'area comprendente la descrizione delle formazioni geologiche presenti, delle loro caratteristiche litologiche, dei reciproci rapporti di giacitura, dei loro spessori, nonché l'indicazione di tutti i lineamenti tettonici.
- b) Studio geomorfologico dell'area comprendente la descrizione dei principali lineamenti morfologici, degli eventuali fenomeni di erosione e dissesto, dei principali processi indotti da antropizzazione.
- c) Studio idrogeologico dell'area comprendente la descrizione dei lineamenti essenziali sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea in relazione alla loro interferenza con le problematiche geotecniche e alla regimazione delle acque di ruscellamento.
- d) Studio delle pericolosità geologiche comprendente tutto quanto necessario ad evidenziare le aree interessate da "pericolosità geologiche" quali frane, colate, crolli, erosioni, esondazioni, liquefazione dei terreni, rappresentando, cioè, un'attenta analisi ed interpretazione degli studi precedenti.
- e) Studio della pericolosità sismica locale comprendente l'esecuzione di specifiche indagini sismiche atte ad evidenziare le aree con particolari problematiche sismiche e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti ed instabilità.

In una prima fase il lavoro è stato organizzato eseguendo numerosi sopralluoghi finalizzati allo studio di una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale. L'interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico concentrando l'attenzione sulle condizioni di stabilità dei versanti, sullo stato degli agenti morfogenetici attivi e sulla presenza e profondità di eventuali falde freatiche.

Si è ritenuto utile, a tal fine, di integrare lo studio con una analisi aereofotogeologica che ha permesso di verificare ed individuare eventuali problematiche di carattere geomorfologico che con i rilievi di superficie non sempre è possibile studiare.

Per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale e per la ricostruzione del modello geologico sono stati utilizzati i dati derivanti dalle seguenti indagini in situ e dalle prove di laboratorio geotecnico:

- n°3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo denominati S1, S2 ed S3 spinti fino alla profondità di 15 m dal p.c. Durante le fasi di carotaggio sono stati prelevati alcuni campioni di terreno da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico.

- n° 1 sondaggio sismico attivo di tipo MASW (M1) per una caratterizzazione sismica e stratigrafica del sottosuolo e per la stima del parametro $V_{s,eq}$ come prescritto dalle NTC 2018.
- n°3 misure sismiche HVSR (TR1÷TR3) eseguite con un tromografo digitale modello “SR04 GeoBox”. Il metodo sismico passivo a stazione singola, che si basa sulla teoria del rapporto spettrale H/V, ha consentito di effettuare, come prescritto dalle NTC 2018, una caratterizzazione del sottosuolo ai fini della pericolosità sismica di base (frequenze di sito). Dette indagini sono state integrate con i dati acquisiti tramite 3 carotaggi ambientali eseguiti nella stessa area e denominati SA1 ÷ SA3.

Per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sono stati utilizzati i dati derivanti dalle prove di laboratorio effettuate sui terreni campionati nonché i dati acquisiti dalle pubblicazioni scientifiche e dall’esperienza maturata su questi terreni.

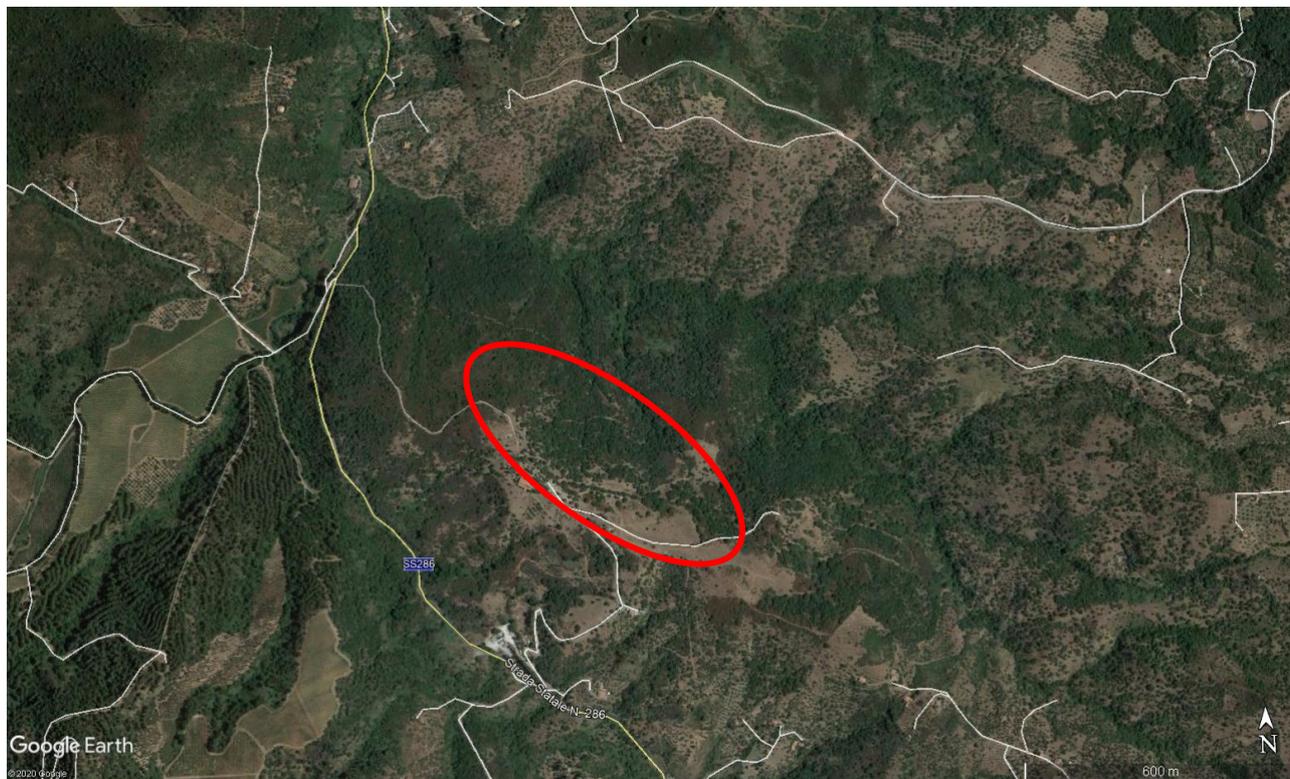
I risultati sono visibili negli allegati riportati nei capitoli successivi.

Alla presente relazione si allegano i seguenti elaborati:

- ✓ corografia con l’ubicazione dell’area in studio;
- ✓ carta geologica;
- ✓ stralci delle carte relative al “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)” redatte dall’Assessorato Territorio e Ambiente – Servizio 4 “Assetto del territorio e difesa del suolo”, con l’ubicazione dell’area interessata delle opere in progetto;
- ✓ planimetria con l’ubicazione delle indagini eseguite;
- ✓ elaborati relativi ai sondaggi di sismici attivi e passivi;
- ✓ documentazione fotografica delle indagini eseguite;
- ✓ planimetria schematica con l’ubicazione delle fasi di rimodellamento e delle tracce delle sezioni geologiche rappresentative;
- ✓ n. 2 sezioni geologiche dello stato attuale e futuro in scala 1/100;
- ✓ Report delle analisi di laboratorio geotecnico
- ✓ Stralcio della Carta Forestale D. Lgs. 227/01;
- ✓ Stralcio della Carta delle zone SIC e ZPS della Regione Siciliana;
- ✓ Stralcio della carta del vincolo idrogeologico.

FOTO SATELLITARE

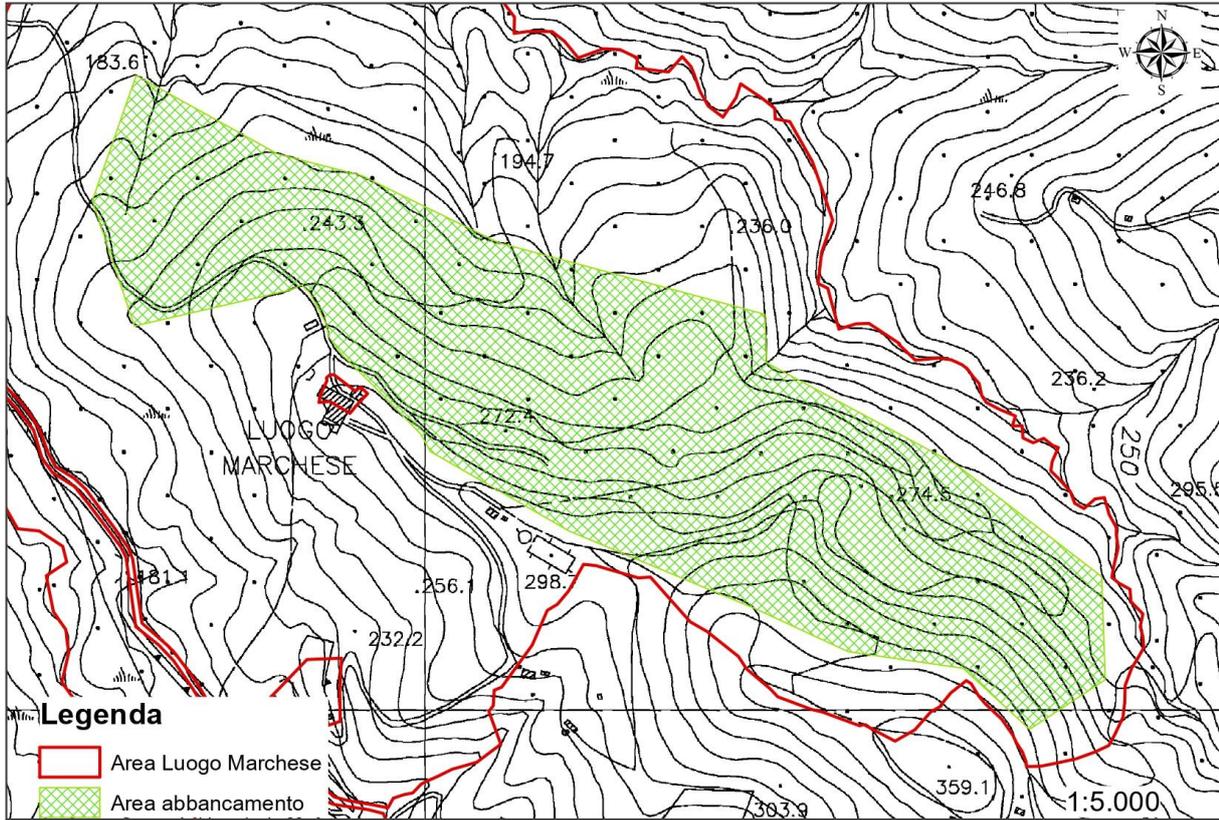
Google Earth



Area in studio

COROGRAFIA

C.T.R. n. 610020



2 – DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il rimodellamento in progetto si propone di riconfigurare la morfologia del luogo nel rispetto del ruscellamento superficiale e subsuperficiale, di realizzare rilevati con scarpate rinforzate ed inerbite mediante le più diffuse tecniche di ingegneria naturalistica, effettuando al contempo una rinaturalizzazione volta a promuovere l'insediamento di specie vegetazionali caratteristiche della zona. Tutti gli interventi rispetteranno elevati standard di sicurezza ed impatto ambientale.

In modo schematico, gli obiettivi essenziali del progetto sono:

- Riconfigurazione di una morfologia dei luoghi ottenuta mediante l'apporto dei materiali provenienti dagli scavi per il raddoppio Fiumetorto-Cefalù-Castelbuono della linea ferroviaria Palermo- Messina tratta Ogliastrillo-Castelbuono;
- Esecuzione di opere accessorie per raccordare l'andamento morfologico delle superfici ottenute al termine delle operazioni di deposito con quello dei versanti naturali circostanti;
- Convogliamento delle acque meteoriche in canali e tubazioni al fine di disciplinarne i flussi;
- Realizzazione di una strada di accesso a mezza costa dal lato ovest del sito;
- Restituzione dell'area alla destinazione verde attraverso la predisposizione di opere di rinverdimento e rimboschimento delle superfici ottenute con specie autoctone.

L'intervento prevede, inoltre, la realizzazione di una rete di canalette in terra che avranno lo scopo di captare e allontanare le acque superficiali derivanti dalle precipitazioni, da emergenze idriche oppure stagnanti all'interno di eventuali depressioni.

Le canalette saranno disposte sia longitudinalmente sia trasversalmente rispetto al pendio; quelle trasversali dovranno raccordarsi con sistemi di drenaggio longitudinali, al fine di consentire il corretto smaltimento delle acque raccolte.

I sistemi di drenaggio saranno realizzati in maniera tale che gli scarichi delle canalizzazioni confluiscono nel più vicino fosso o impluvio; è necessario evitare l'innescò di processi erosivi in corrispondenza dei punti di scarico.

Inoltre sarà previsto, a monte dell'area di intervento, un sistema di fossi di guardia in terra che avranno lo scopo di intercettare le acque che scorrono sul versante allontanandole dall'area.

3 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA

L'area oggetto di studio ricade nella C.T.R. n° 610020 (Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000) ad una quota topografica compresa tra circa 300 m e 200 m s.l.m. nel territorio comunale di Pollina.

Lo studio è stato supportato da una campagna di indagini dirette ed indirette, da prove di laboratorio e da un rilievo di campagna che ha consentito di riconoscere e caratterizzare, in un areale più vasto e significativo, i litotipi affioranti e i relativi rapporti stratigrafici e strutturali.

È stata inoltre consultata la letteratura scientifica di riferimento ben riassunta nelle "Note illustrative" del progetto CARG pubblicato dal Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA.

L'assetto geologico generale dell'area interessata dal progetto non presenta particolari criticità, in modo schematico esso risulta costituito da affioramenti di terreni di natura argillosa che caratterizzano la *litofacies pelitica* del complesso del Flysch Numidico.

La Sicilia centro-occidentale è costituita da un frammento di catena caratterizzata da diverse falde tettoniche impilate, derivanti dalla deformazione dei domini paleogeografici Imerese, Trapanese, Sicano e Saccense. Tali domini costituivano, durante il Mesozoico-Paleogene, il margine continentale siciliano e, a partire dal Miocene inferiore e fino al Pleistocene, hanno subito processi di deformazione tettonica di tipo compressivo. In particolare le Unità tettoniche derivanti dai Domini Imeresi e Trapanesi, presenti in affioramento nel settore settentrionale del bacino del Belice, con le loro coperture postorogene, ricoprono tettonicamente le Unità Saccensi e Sicane, presenti nelle aree centro-meridionali del bacino. Le Unità Imeresi sono rappresentate da depositi di bacino di mare profondo, di natura carbonatica e silico-carbonatica; esse, con le coperture neogeniche, costituite essenzialmente dai terreni del Flysch Numidico, sono state deformate e trasportate con vergenza meridionale a ricoprire le Unità Trapanesi e Sicane.

A partire dal Miocene inferiore i domini paleogeografici Panormide e Imerese, con le coperture terrigene numidiche, sono stati deformati via via verso l'esterno (cioè da Nord verso Sud) dando origine a diverse unità strutturali che durante l'intervallo Langhiano-Tortoniano si sono sovrapposte le une alle altre con vergenza meridionale a formare l'edificio tettonico delle Madonie nelle quali, le unità geometricamente più alte, corrispondono a corpi geologici derivanti da domini paleogeografici più interni e che quindi hanno subito un maggiore trasporto.

Dal Miocene medio sulle unità della catena sovrascorrono le unità Sicilidi formate da terreni derivanti da domini più interni rispetto ai domini Panormidi ed i cui depositi più tipici sono legati alle argille varicolori.

Come rappresentato nella carta geologica allegata, tratta dal Foglio geologico n. 610 sezione IV "Castelbuono" in scala 1:25.000 (Carta geologica d'Italia - ISPRA), l'area in esame è caratterizzata dall'affioramento di depositi argillosi del Flysch Numidico (FYN₅)

In relazione a quanto sopra esposto, dal punto di vista stratigrafico, le sequenze dei terreni affioranti nella zona in studio sono rappresentate dalle formazioni visibili nella carta geologica allegata:

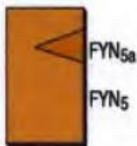
- **Flysch Numidico (Oligocene Superiore – Miocene Inferiore)** membro di Geraci Siculo FYN₅ – questa formazione geologica è data, in tutta la sua estensione verticale da un'alternanza di argille e di quarzareniti gradate di colore grigio-giallastre o rossastre. In generale nella parte bassa della formazione predominano le argille brune, nella parte mediana le quarzareniti mentre la parte superiore è caratterizzata da argille siltose o marnose grigio-azzurre con intercalazioni di livelli sabbiosi e quarzarenitici. Le argille brune di base sono a struttura scagliosa, con superfici lucide e con striature dovute a sforzi tettonici. La stratificazione non è evidente, la giacitura è caotica e sono presenti intercalazioni di livelli sabbiosi. Le quarzareniti sono, invece, a grana medio-grossolana fortemente cementate da cemento siliceo secondario. Tra i vari banchi si ritrovano intercalazioni di argille siltose grigio scure sottilmente stratificate. Le argille siltose o marnose che costituiscono la parte terminale del deposito sono, generalmente, omogenee, compatte, prive di stratificazione evidente.

CARTA GEOLOGICA

Foglio geologico n. 610 sezione IV "Castelbuono"
scala 1:25.000

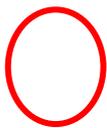


FLYSCH NUMIDICO (FYN)



membro Geraci Siculo (FYN₅). Argilliti nerastre a stratificazione indistinta, passanti verso l'alto ad argille brune (FYN₅) cui si intercalano, areniti e ruditi quarzose giallastre in grossi banchi (FYN_{5a}). Microfaune a *Globigerinoides primordius*, *Catapsidrax dissimilis*, *Paragloborotalia* cfr. *kugleri*. Nelle argille brune apicali microfaune a *Globigerinoides trilobus*, *Dentoglobigerina altispira*, *Globoquadrina dehiscens* e *P. siakensis*, e associazioni a nannofossili calcarei caratterizzate da *Helicosphaera ampliaperta* e *Sphenolithus heteromorphus* (biozona MNN4a). Limite inferiore continuo e graduale su GPM. Spessore apparente tra 400 e 800 m. Ambiente di scarpata-conoide sottomarina.

OLIGOCENE SUPERIORE-MIOCENE INFERIORE



Area in studio

4 – IDROGEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Idrogeologia

In relazione alle complesse condizioni stratigrafico-strutturali descritte nei capitoli relativi alla geologia generale, il territorio in esame risulta caratterizzato da particolari condizioni idrogeologiche determinate dai rapporti tra i complessi carbonatici ed i termini argilloso-arenacei estesamente affioranti.

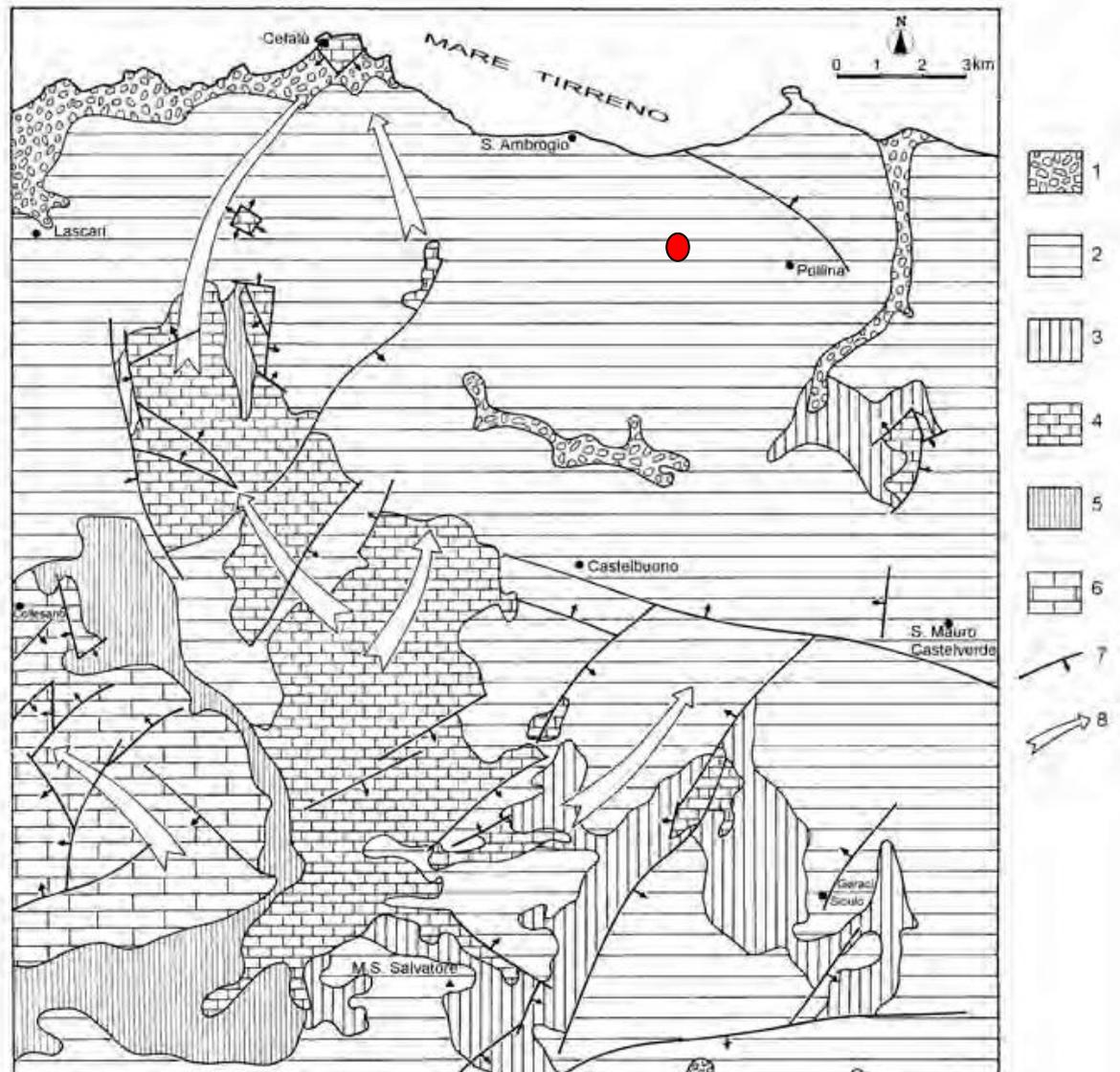
Questi presentano, infatti, sostanziali differenze di comportamento nei confronti dell'infiltrazione delle acque meteoriche e della circolazione idrica al loro interno, in dipendenza della litologia e delle caratteristiche strutturali che ne condizionano la permeabilità. Si hanno così acquiferi dotati di elevata potenzialità idrica in quanto sede di falde ben alimentate da abbondanti precipitazioni meteoriche, rappresentate da piogge e neve alle alte quote, e terreni a permeabilità bassa o molto bassa che costituiscono acquicludi o aquitarde che sostengono o confinano le falde contenute negli acquiferi. Nei depositi terrigeni in alternanza flyschoidi le condizioni risultano molto variabili da luogo a luogo per la presenza di termini a permeabilità differente per tipo e grado. Nella zona costiera e lungo i fondovalle, dove più estesi e consistenti sono i depositi alluvionali, si ha la presenza di falde di limitata produttività.

In particolare, i terreni affioranti nel sito in studio sono costituiti da litotipi di natura argillosa. Rilievi freaticometrici eseguiti in pozzi idrici limitrofi all'area in studio, consentono di escludere la presenza di una falda idrica superficiale la quale si attesta a profondità superiori a 50 m dal p.c..

Pertanto, le litologie rappresentate nella carta geologica possono essere riunite nei seguenti complessi idrogeologici:

- **Complesso argilloso:** questo complesso è costituito dalle argille scagliettate con intercalazioni di livelli quarzarenitici appartenenti alla Fm. Flysch Numidico. Si tratta di rocce che presentano fessure o pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica tanto lentamente da essere considerate praticamente impermeabili, i livelli quarzarenitici possono dar luogo solo a modeste falde intrappolate.

Nello schema che segue sono rappresentate le principali strutture idrogeologiche del settore Ovest delle Madonie con l'indicazione delle principali linee di deflusso sotterranee.



Carta idrostrutturale: 1) Acquiferi alluvionali; 2) Terreni prevalentemente impermeabili; 3) Aquiclude superiore; 4) Acquifero carbonatico superiore; 5) Aquiclude intermedio; 6) Acquifero carbonatico inferiore; 7) Faglia; 8) Direzione dei deflussi sotterranei. Area in studio ●

Geomorfologia

L'habitus geomorfologico dell'area presenta, in generale, tutti i caratteri tipici derivanti dall'azione di erosione selettiva ad opera degli agenti morfogenetici sui terreni di natura argillosa.

Dal rilievo effettuato, il sito in studio ricade alla quota di circa 300 metri s.l.m., su di un rilievo collinare di conformazione argillo-marnosa, avente una forma allungata secondo la direzione NE-SW. A est del sito di progetto sono presenti depositi quarzarenitici che formano rilievi con una morfologia più aspra tipica dei rilievi di natura lapidea.

La zona interessata dall'intervento in progetto, in particolare, si presenta debolmente acclive, degradante verso valle lungo la direzione nord-ovest, e costituita da sedimenti di natura argillo-marnosa.

Il reticolo idrografico è di tipo sub dendritico abbastanza regolare, caratterizzato da numerose linee d'impluvio che, in prossimità del sito di progetto confluiscono ad sud nel Vallone Marchese.

La dinamica dei pendii, nell'area in studio, risulta caratterizzata dalla erosione incanalata esercitata dalle acque di ruscellamento all'interno di solchi di ruscellamento o di aste torrentizie che risultano essere a luoghi di modeste entità ed altrove maggiormente incise.

Dal rilievo geologico di superficie nell'area in studio non sono stati riscontrati fenomeni franosi in atto e/o potenziali che possono modificare l'habitus geomorfologico locale, infatti la stabilità dei versanti è garantita dalle buone caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti.

A conferma di ciò sono state eseguite le verifiche di stabilità del pendio in condizioni sismiche ante-operam e post-operam; i risultati dei calcoli hanno evidenziato, per tutte le sezioni considerate, coefficienti di sicurezza maggiori di 1.3.

L'area non presenta fenomeni di dissesto imputabili a movimenti gravitativi e risulta, pertanto, stabile; ciò è confermato anche dall'assenza di elementi di rischio o pericolosità geomorfologica censiti da Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sicilia (vedi stralcio della cartografia allegata, 2006).

5 – CENNI SULLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Il territorio italiano, secondo la legislazione nazionale non più vigente, veniva ripartito in zone sismiche di I, II, e III categoria, alle quali veniva assegnato un grado di sismicità “S” pari rispettivamente a 12, 9 e 6.

Con Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003, l'intero territorio italiano è stato successivamente suddiviso in 4 zone sismiche, identificate con i numeri arabi 1, 2, 3 e 4.

Le vecchie categorie I, II, e III vengono sostituite rispettivamente dalle nuove zone sismiche 1, 2, 3, mentre le vecchie aree dichiarate non sismiche devono intendersi appartenere alla zona n° 4.

A partire dal 1° Luglio 2009 sono entrate in vigore e costituiscono l'unica normativa di riferimento per la progettazione le nuove norme tecniche per le costruzioni, approvate con D.M. 14 gennaio 2008, aggiornate con D.M. 17 gennaio 2018 - aggiornamento delle “norme tecniche per le costruzioni”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 – Suppl. Ord. n.8.

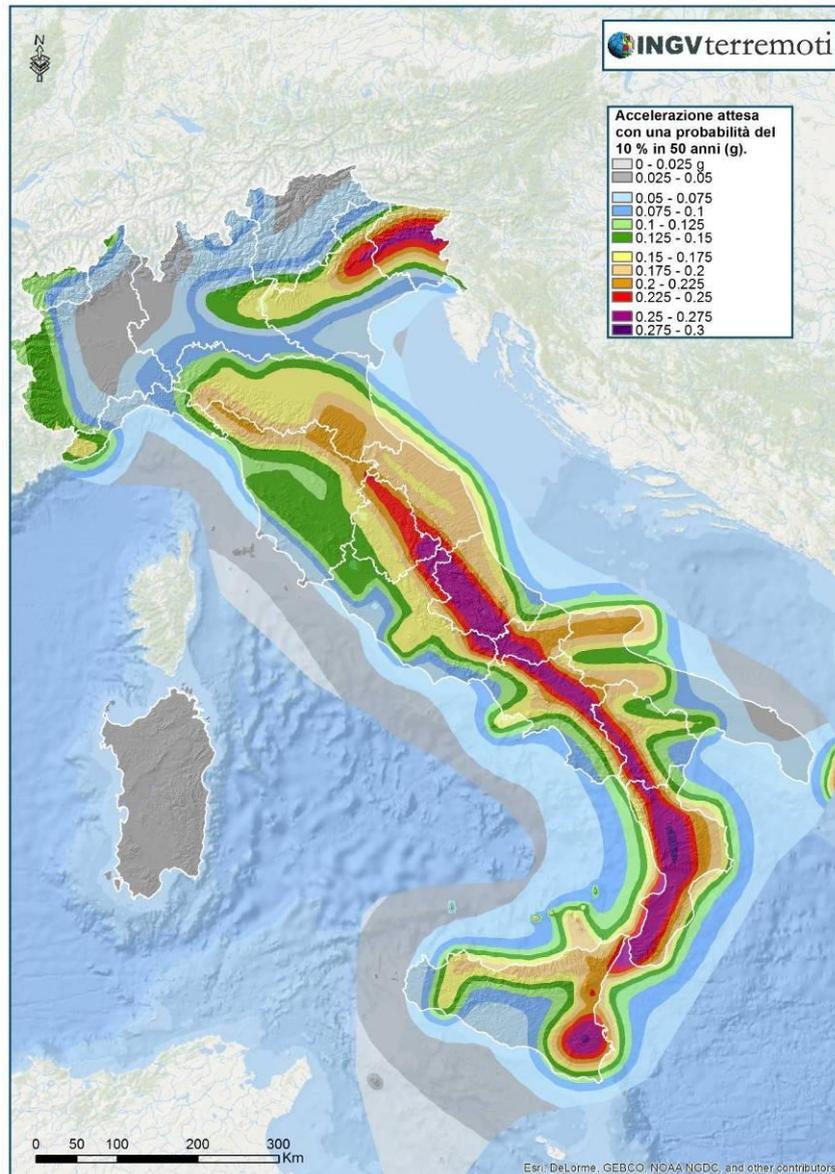
Tale norma introduce una nuova metodologia per definire la pericolosità sismica di un sito e, conseguentemente, le azioni sismiche di progetto per le nuove costruzioni e per gli interventi sulle costruzioni esistenti. Il territorio nazionale è stato suddiviso mediante una maglia di punti notevoli, al passo di 5 km, per ognuno dei quali sono noti i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta per i diversi stati limite di riferimento (tra i quali, la a_g). Mediante un procedimento di interpolazione tra i dati relativi ai quattro punti del reticolo più vicini al sito in esame, è possibile risalire alle caratteristiche spettrali specifici del sito stesso, necessari come dati di input per la progettazione strutturale.

Per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento “propria” individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base è, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.)

In seguito alla nuova classificazione, tutte le regioni italiane (compresa la Sardegna) risultano a rischio sismico. In tutto il territorio nazionale vige quindi l'obbligo di progettare le nuove costruzioni e intervenire sulle esistenti con il metodo di calcolo semiprobabilistico agli stati limite e tenendo conto dell'azione sismica. Le NTC 2018 eliminano completamente la divisione in zone sismiche e, di conseguenza, il metodo agli Stati Limite sarà applicato in tutta Italia.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'ultima revisione della norma prevede, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab.3.2.II, la possibilità di fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .



Con pericolosità sismica si intende lo scuotimento del suolo atteso in un sito a causa di un terremoto. Essendo prevalentemente un'analisi di tipo probabilistico, si può definire un certo scuotimento solo associato alla probabilità di accadimento nel prossimo futuro. Non si tratta pertanto di previsione deterministica dei terremoti, obiettivo lungi dal poter essere raggiunto ancora in tutto il mondo, né del massimo terremoto possibile in un'area, in quanto il terremoto massimo ha comunque probabilità di verificarsi molto basse.

Per ogni luogo del territorio nazionale l'azione sismica da considerare nella progettazione si basa su questa stima di pericolosità opportunamente corretta per tenere conto delle effettive caratteristiche del suolo a livello locale.

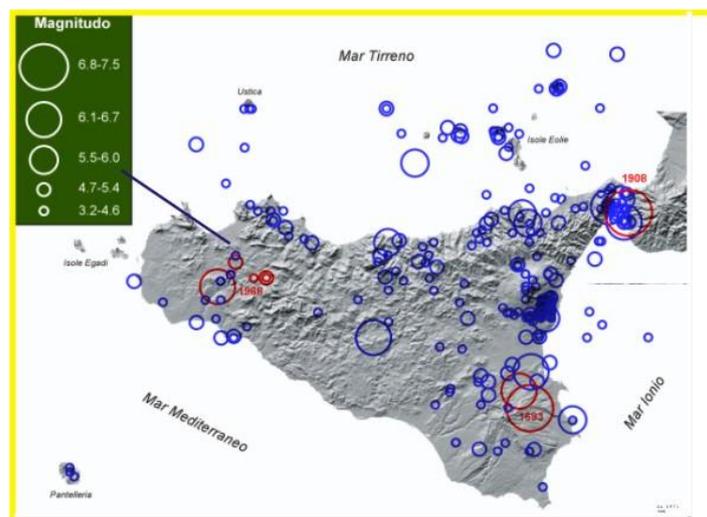
I colori indicano i diversi valori di accelerazione del terreno che hanno una probabilità del 10% di essere superati in 50 anni. Indicativamente i colori associati ad accelerazioni più basse indicano zone meno pericolose, dove la frequenza di terremoti più forti è minore rispetto a quelle più pericolose, ma questo non significa che non possano verificarsi.

L'area in studio presenta valori compresi tra 0.15 g e 0.175 g. Gli scuotimenti più forti, con valori delle accelerazioni del suolo superiori a 0.225 g ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$, accelerazione di gravità), sono attesi in Calabria, Sicilia sud-orientale, Friuli-Venezia Giulia e lungo tutto l'Appennino centro-meridionale.

I terremoti più significativi per il territorio della Sicilia avvengono:

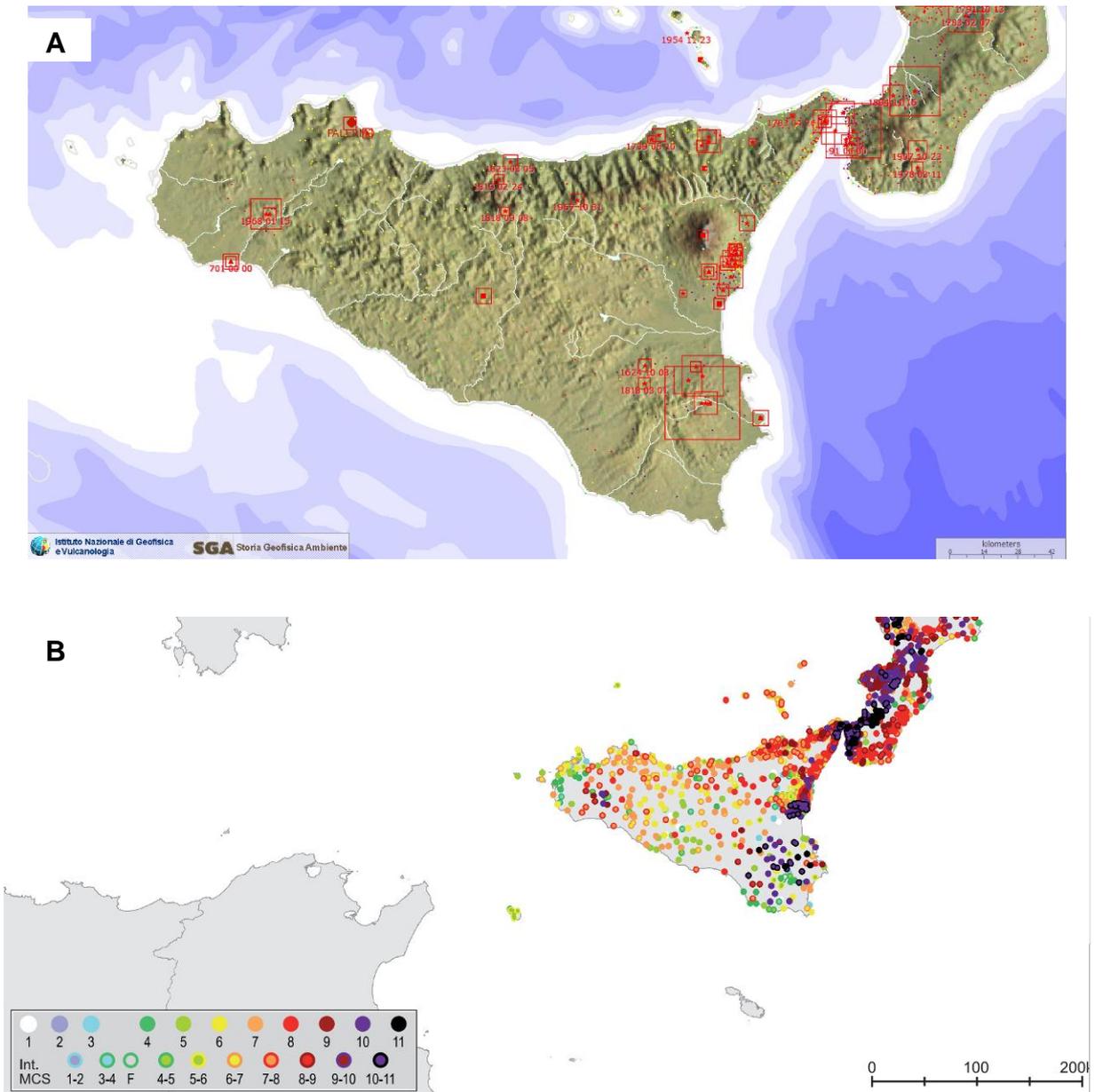
- nel settore orientale, soggetto a forti deformazioni determinate dall'apertura del bacino Ionico;
- lungo la catena dei Nebrodi-Madonie-Monti di Palermo, che rappresentano il prolungamento della catena appenninica e quindi una porzione del corrugamento determinato dallo scontro tra zolla Africana ed Europea;
- nella zona del Belice;
- nelle aree a vulcanismo attivo dell'Etna e delle Isole Eolie.

Terremoti di energia inferiore avvengono anche nel Mar Tirreno meridionale, nell'area delle isole Egadi e della fascia costiera occidentale, nel Canale di Sicilia.



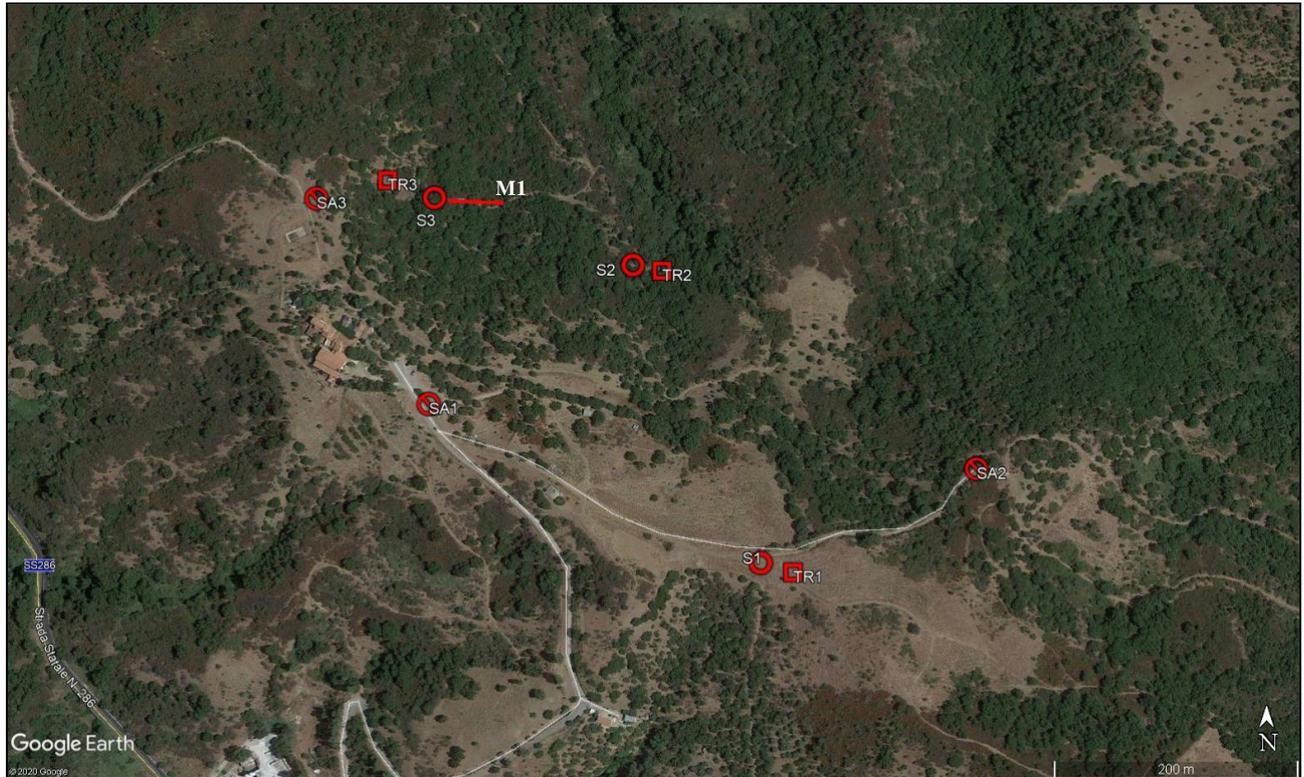
Epicentri dei terremoti storici in Sicilia

I grandi terremoti che hanno colpito la Sicilia Nord – Occidentale in epoca storica sono individuabili nella figura seguente A (Guidoboni et al., 2007) che riporta le intensità epicentrali dei maggiori terremoti avvenuti dopo il 461 a.C., mentre la figura B è estratta dal catalogo DBMI11 che contiene 86071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1684 terremoti avvenuti dopo il 1000. I dati sono riferiti a 15416 località (Locati et al., 2011) e ad ogni punto riportato in figura è associata la massima intensità ivi risentita.



A) Epicentri dei forti terremoti. B) massime intensità macrosismiche risentite in Sicilia.

UBICAZIONE INDAGINI



S – Sondaggio a carotaggio continuo



SA – Sondaggio ambientale a carotaggio continuo



M – Indagine sismica MASW



TR – Misura sismica passiva a stazione singola HVSR

6 – CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche sono state programmate in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18. L'obiettivo della campagna di indagini è stato quello di definire l'assetto litostratigrafico del sottosuolo a supporto della fase di progettazione delle opere strutturali.

Le perforazioni a carotaggio continuo, eseguite per una verifica diretta delle sequenze stratigrafiche, sono state supportate da un programma di indagini di laboratorio per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni che risultano fondamentali per la scelta e per il corretto dimensionamento delle strutture di fondazione e delle opere di sostegno. In sintesi, il programma di indagine ha previsto:

1) Metodologie dirette:

- esecuzione di n°3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo (S1-S2-S3) spinti fino ad una profondità di 15 m dal p.c.;
- prelievo di n°2 campioni indisturbati (*Cn) contenuti in fustella metallica;
- prelievo di n°9 campioni rimaneggiati (*CRn) conservati in sacchetti di plastica;
- analisi e prove geotecniche di laboratorio.

2) Metodologie indirette (prospezioni geofisiche):.

- esecuzione di un sondaggio sismico attivo di tipo MASW (M1) al fine di stimare la velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs) e attribuire una categoria di suolo di fondazione ai terreni analizzati così come richiesto dalla vigente normativa sismica.
- esecuzione di tre misure sismiche passiva a stazione singola HVSR (TR1-TR2-TR3), che si basa sulla teoria del rapporto spettrale H/V, che ha consentito di effettuare una caratterizzazione del sottosuolo ai fini della pericolosità sismica di base (frequenze di sito).

6.1 Caratterizzazione geognostica del sito

I sondaggi diretti sono stati eseguiti utilizzando un impianto di perforazione a circolazione di fluido della Ditta *Palmeri* di Palermo.

Durante le perforazioni è stata prelevata la campionatura nella misura percentuale consentita dalla tipologia dei terreni attraversati; detta campionatura, posta in apposite cassette catalogatrici, è stata depositata presso la proprietà della ditta committente.

I sondaggi a carotaggio continuo, denominati S1 – S2 – S3, sono stati eseguiti fino alle profondità indicate nella tabella seguente.

Sondaggio	Profondità raggiunta dal p.c.
S1	15 m
S2	15 m
S3	15 m

Le colonne stratigrafiche relative ai 3 sondaggi descrivono la sequenza dei terreni attraversati dai sondaggi e le profondità alle quali sono stati prelevati i campioni.

L'analisi e la comparazione tra le colonne stratigrafiche, congiuntamente ai risultati delle prove di laboratorio geotecnico, ha consentito di sintetizzare la seguente successione stratigrafica valida per l'intera area in studio:

- **“Terreno vegetale”** con spessori trascurabili medi di circa 0.5 m.
- **“Argilla sabbiosa alterata”** di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, localmente destrutturata, consistente e non plastica. Sono presenti livelli a struttura scagliettata con scaglie di natura argillitica localmente tenaci ed elementi lapidei eterodimensionali di natura quarzoarenitica. Il livello si presenta addensato e mediamente consistente e mostra spessori di circa 10 - 15 m.
- **“Argille grigie scagliettate”** di colore variabile dal marrone scuro al grigio scuro, si presentano molto consistente e non plastica. Le scaglie di natura argillitica sono localmente tenaci. Costituiscono i terreni di substrato.

In allegato è presentata la documentazione relativa a ciascun punto di sondaggio comprensiva di fotografie delle stazioni e delle cassette catalogatrici.

Dal punto di vista geologico generale, l'area in esame è caratterizzata dall'affioramento dei depositi argillosi del Flysch Numidico che in letteratura scientifica sono descritti come “arenarie quarzose torbiditiche in banchi e strati con intercalazioni di quarzoareniti e/o conglomerati con ciottoli di quarzo e di argilla in matrice arenaceo – pelitica”.

6.2 - Prove geotecniche di laboratorio

Nel corso dei sondaggi geognostici sono stati prelevati n°9 campioni rimaneggiati e n°2 campioni indisturbati che, immediatamente paraffinati ed imbustati dopo il prelievo, sono stati inviati presso il Laboratorio Geocima s.a.s di Palermo che ha provveduto ad eseguire le seguenti analisi e prove di identificazione su tutti i campioni per la classificazione geotecnica dei terreni:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);

I campioni indisturbati, prelevati dai fori di sondaggio con fustella metallica ad infissione, sono stati denominati Cn seguiti dalla sigla identificativa del sondaggio; per indicare i campioni rimaneggiati, prelevati dalle cassette catalogatrici e dal fondo dei pozzetti esplorativi, è stata utilizzata la dicitura CRn seguita dalla sigla identificativa del sondaggio.

Nella tabella seguente, estratta dalla relazione di laboratorio, è riportato l'elenco dei campioni, la profondità di prelievo e la tipologia di prova eseguita su ognuno di essi.

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	γ	γ^s	W_n	WI - Wp	Analisi granul.	Taglio CD	Prova di taglio Residuo	Compressione Edometrica	Compressione Triassiale	Prova di costipamento	E.L.L.	Classificazione funzionale	Prova di permeabilità
S1	CR1	3.80	*													
S1	CR2	7.60	*	*		*			*							
S1	CR3	10.75	*													
S1	CR4	14.00	*	*		*			*							
S2	C1	1.20	*	*		*			*							
S2	CR1	3.20	*													
S2	CR2	9.40	*													
S2	CR3	14.30	*													
S3	C1	1.25	*													
S3	CR1	5.00	*													
S3	CR2	14.30	*													

6.3 - Risultati delle prove di laboratorio

L'analisi e l'interpretazione dei risultati sperimentali delle prove eseguite in laboratorio ha consentito di pervenire ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni che possono essere descritti, ai fini dei calcoli e delle verifiche di progetto, tramite i seguenti parametri fisico-meccanici.

I certificati relativi a tutte le prove eseguite sono consultabili nella relazione redatta dal laboratorio geotecnico allegata al presente report.

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %
S1CR1	3.80								
S1CR2	7.60	20.91		18.58	12.51				
S1CR3	10.75								
S1CR4	14.00	20.32		18.69	8.76				
S2C1	1.20	20.06		17.49	14.69				
S2CR1	3.20								
S2CR2	9.40								
S2CR3	14.30								
S3C1	1.25								
S3CR1	5.00								
S3CR2	14.30								

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C' KN/m ²	ϕ' gradi	C'(Res) KN/m ²	ϕ' (Res) gradi	Q _{max} KN/m ²	C _u KN/m ²	ϕ_u gradi	Ed KN/m ²
S1CR2	7.60	23.0	29						
S1CR4	14.00	28.0	26						
S2C1	1.20	20.0	30						

6.4 – Riepilogo delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni

Al fine di caratterizzare da un punto di vista fisico-meccanico i terreni presenti sono stati utilizzati, in modo congiunto, i risultati delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio e confrontati con serie di dati stratigrafici e geotecnici in possesso dello scrivente riferibili a terreni della stessa natura di quelli presenti nell'area in studio. Grazie a tali dati si indicheranno, in termini di sicurezza, i parametri geotecnici medi da utilizzare per i calcoli e per le verifiche di stabilità del versante.

Come descritto nei capitoli precedenti, la successione dei terreni coinvolti nel progetto rimodellamento ambientale è la seguente:

- **“Argilla sabbiosa alterata”** di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, localmente destrutturata, consistente e non plastica. Sono presenti livelli a struttura scagliettata con scaglie di natura argillitica localmente tenaci ed elementi lapidei eterodimensionali di natura quarzoarenitica. Il livello si presenta addensato e mediamente consistente e mostra spessori di circa 10 - 15 m. I parametri geotecnici caratteristici di questo primo strato di terreno sono:

$$\varphi' = 28^\circ,$$

$$c' = 21.5 \text{ kN/m}^2,$$

$$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$$

- **“Argilla grigia scagliettata”** di colore variabile dal marrone scuro al grigio scuro, si presenta molto consistente e non plastica. Le scaglie di natura argillitica sono localmente tenaci. Costituiscono i terreni di substrato caratterizzati dai seguenti parametri geotecnici caratteristici:

$$\varphi' = 26^\circ,$$

$$c' = 28.0 \text{ kN/m}^2,$$

$$\gamma = 20.3 \text{ kN/m}^3$$

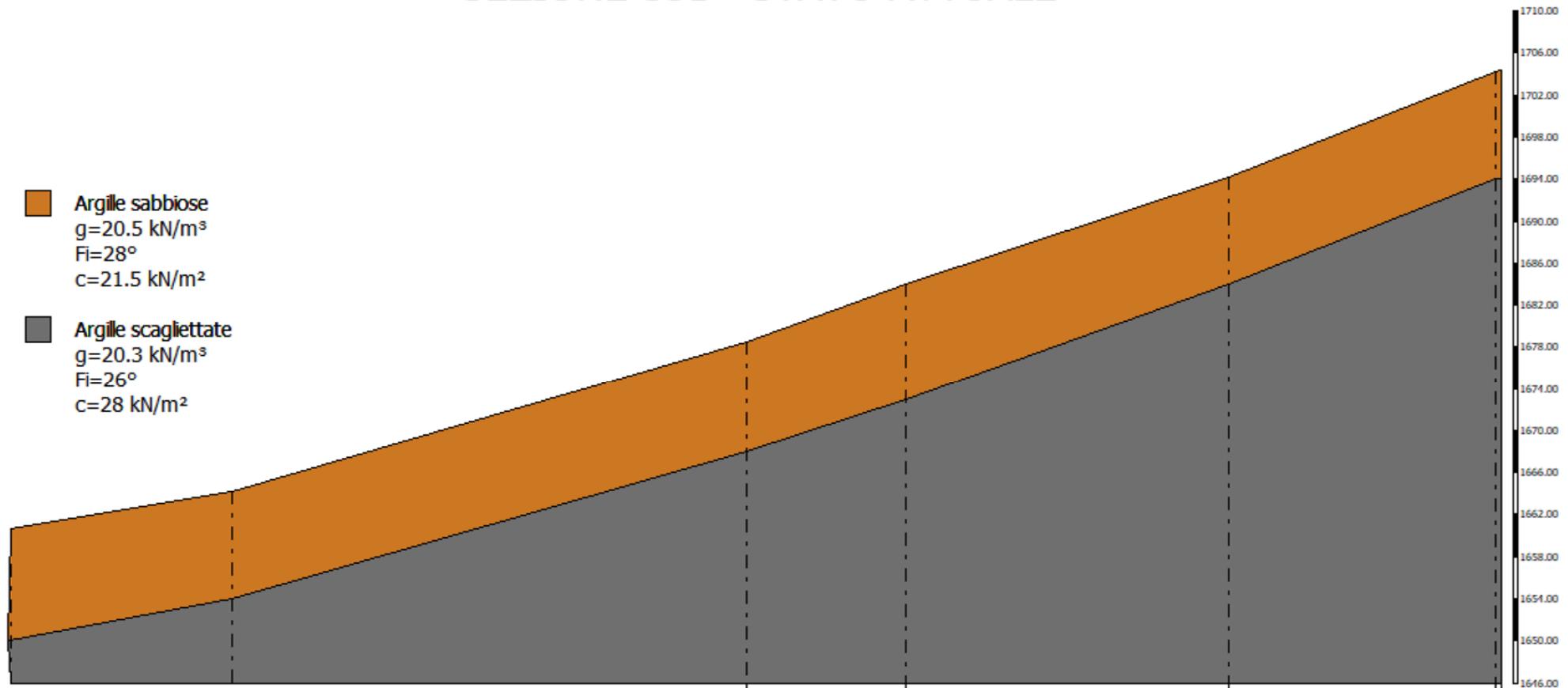
Ai sensi delle N.T.C. 2018 (Tab. 3.2 III) l'area appartiene alla **categoria T2** “*Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$* ”.

Nelle pagine seguenti si presentano due sezioni litotecniche, riferite alla sezione di progetto S31, rappresentative delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni allo stato attuale e successivamente al rimodellamento ambientale.

SEZIONE S31 - STATO ATTUALE

- Argille sabbiose**
 $g=20.5 \text{ kN/m}^3$
 $Fi=28^\circ$
 $c=21.5 \text{ kN/m}^2$

- Argille scagliettate**
 $g=20.3 \text{ kN/m}^3$
 $Fi=26^\circ$
 $c=28 \text{ kN/m}^2$



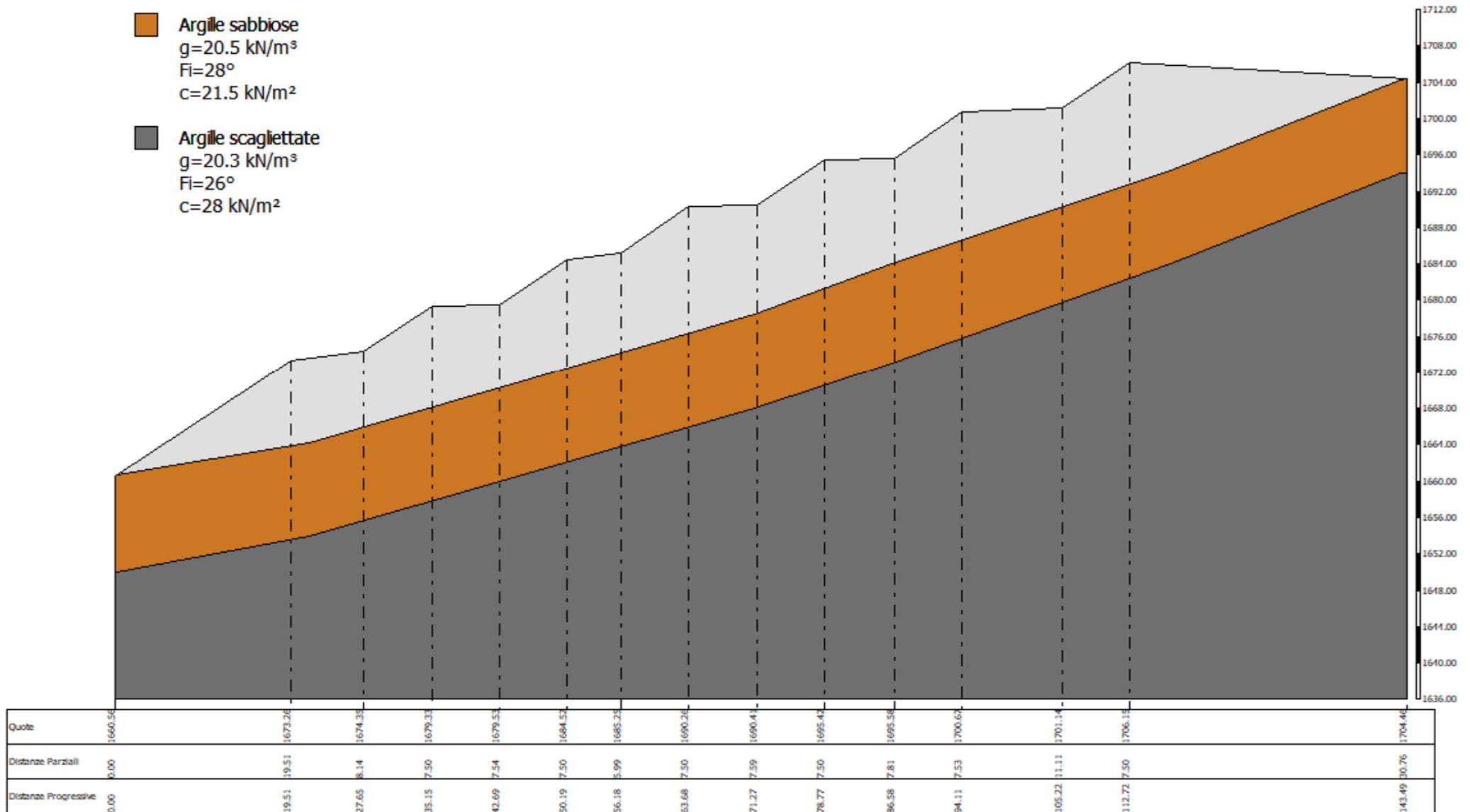
Quote	1660.66	1664.24	1678.41	1683.96	1694.24	1704.41
Distanze Parziali	0.00	21.16	49.46	15.24	30.95	25.67
Distanze Progressive	0.00	21.16	70.62	85.86	116.82	142.49

Riporto
 $g=19 \text{ kN/m}^3$
 $Fi=23^\circ$
 $c=10 \text{ kN/m}^2$

Argille sabbiose
 $g=20.5 \text{ kN/m}^3$
 $Fi=28^\circ$
 $c=21.5 \text{ kN/m}^2$

Argille scagliettate
 $g=20.3 \text{ kN/m}^3$
 $Fi=26^\circ$
 $c=28 \text{ kN/m}^2$

SEZIONE S31 - STATO FUTURO



6.5 - Indagini geofisiche

Il programma delle indagini ha previsto l'esecuzione di prospezioni geofisiche di superficie tramite metodologie sismiche attive di tipo MASW e passive di tipo HVSR. L'integrazione con i risultati dei sondaggi a carotaggio continuo e l'interpretazione comparata dei risultati geofisici ha consentito di ottenere, in modo non invasivo, una sezione bidimensionale del sottosuolo con un elevato dettaglio risolutivo fino a profondità di 30 m dal p.c. allo scopo di valutare la successione stratigrafica e la categoria di suolo di fondazione ai sensi delle NTC 2018.

L'ubicazione delle indagini è presentata nella planimetria allegata e nella tabella seguente è riportato un riepilogo delle prospezioni geofisiche eseguite.

PROSPEZIONI GEOFISICHE				
Indagine Sismica MASW				
Linea di indagine	N°geofoni	Interdistanza geofoni	Lunghezza profilo	Offset scoppi
M1	24	2 m	46 m	2-4 m
Misura sismica a stazione singola HVSR				
TR1		Tempo di acquisizione 20 min		

La velocità equivalente $V_{S,eq}$ è definita dall'espressione:

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

dove $V_{S,i}$ e h_i sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato i -esimo, N è il numero di strati e H è la profondità del substrato caratterizzato da valori di $V_S \geq 800$ m/s.

Le misure di tipo HVSR si basano sull'applicazione della metodologia di sismica passiva a stazione singola (tomografia) che si fonda sulla teoria del rapporto spettrale H/V . Per l'acquisizione dei dati sperimentali è stato utilizzato un tomografo digitale modello "SR04 GeoBox" della SARA Instruments, il quale racchiude al suo interno tre sensori veloci metrici, ortogonali tra loro, da 4.5 Hz.

Le indagini sismiche attive MASW (Multichannel Analysis of Surface) si utilizzano per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh al fine di stimare la velocità delle onde di taglio negli orizzonti litologici riconosciuti e per la valutazione del parametro

Vseq ai fini della caratterizzazione sismica del sottosuolo, come previsto dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018.

Indagini sismiche MASW

È stata eseguita un'indagine sismica attiva di tipo MASW (M1) al fine di stimare la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) e attribuire una categoria di suolo di fondazione ai terreni analizzati così come richiesto dalla vigente normativa sismica.

Basi Teoriche

Nelle prospezioni sismiche in cui si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica generata dalla sorgente si propaga sotto forma di onde superficiali di tipo Rayleigh le quali, allontanandosi dalla sorgente, subiscono un'attenuazione geometrica inferiore a quella delle onde di volume, in quanto si propagano su fronti d'onda cilindrici anziché sferici.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza delle onde di Rayleigh è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase). Inoltre le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori) sono caratterizzate da elevata energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda minori) hanno minori energia e capacità di penetrazione. Questa proprietà, detta dispersione, può essere sfruttata da una metodologia che utilizzi le onde superficiali allo scopo di fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. Pertanto, sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), nelle indagini sismiche per onde superficiali la loro proprietà dispersiva viene utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde secondarie o di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Dall'analisi e l'inversione della curva di dispersione delle onde di Rayleigh, ottenuta operando nel dominio della frequenza ed analizzando il grafico velocità di fase/frequenza (spettro di velocità), si ricava un modello stratigrafico della variazione della velocità V_R delle onde di Rayleigh con la profondità. Da questa infine si ricava empiricamente l'andamento delle onde di taglio V_s , molto vicina alla V_R .

L'esecuzione di un sondaggio MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) viene effettuata generando un treno d'onde superficiali a banda larga e registrando le oscillazioni prodotte con una serie di geofoni allineati.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle vS (profilo 1-D), che descrive la variazione di Vs con la profondità.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

Una mappa bidimensionale (mappa 2-D) può essere costruita accostando e sovrapponendo più profili 1-D consecutivi.

La profondità di penetrazione dell'indagine MASW è determinata dalla relazione tra velocità e frequenze rappresentate nella curva di dispersione. Strati più profondi influenzano frequenze inferiori (lunghezze d'onda maggiori) e, di conseguenza, sarà la frequenza più bassa a determinare la massima profondità di penetrazione (da cui l'importanza di generare un segnale con una sufficiente quantità di energia anche alle frequenze più basse). Questo valore è determinato attraverso l'approssimazione $\lambda/2.5$ ed è, quindi, chiaramente solo indicativo.

Acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati

L'acquisizione dei dati sul campo è stata eseguita utilizzando un sismografo multicanale **DoReMi** della *Sara Instruments* ad alta risoluzione in grado di registrare i segnali provenienti da 24 geofoni a componente verticale, con frequenza centrale pari a 10 Hz e con una distanza intergeofonica di 2 m. Al fine di incrementare il rapporto segnale/ rumore è stato effettuato, su tutte le registrazioni, un processo di stacking con numero di stack pari a quattro.

Le impostazioni dei parametri di acquisizione dello strumento sono rappresentate nella tabella seguente:

Profilo sismico	Tipo Di Indagine	Intervallo Di Campionamento	N° Campioni	Durata Di Registrazione	Stacks	Offset
M1	MASW	0.2 ms	4096	2018 ms	4	3-5 m

Parametri di acquisizione del profilo sismico

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati sismici di tipo MASW è stata eseguita con l'ausilio del software **winMASW**, che consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers*) acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato viene ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW.

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità (sul quale l'utente deve identificare la curva di dispersione);
- 2) inversione della curva di dispersione (precedentemente individuata) attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici (detti anche evolutivi).

I comuni metodi lineari forniscono, infatti, soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale). In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erronee.

Gli algoritmi evolutivi (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza, è invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (search space) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni. Quella finale viene, infine, proposta con una stima della sua attendibilità (deviazioni standard), ottenuta grazie all'utilizzo di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza di winMASW è quindi proprio quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli possibili con altre metodologie, arricchiti anche da una stima dell'attendibilità. Tali caratteristiche vengono ottenute a prezzo di uno sforzo computazionale piuttosto intensivo che si riflette in tempi macchina più lunghi rispetto a quelli comunemente necessari con i metodi di inversione lineare (che però rischiano di fornire risultati piuttosto imprecisi). Tali tempi di calcolo dipendono dai parametri scelti dall'utente per l'inversione dei dati.

Le informazioni dedotte dai sondaggi geognostici hanno consentito di interpretare i risultati vincolando l'inversione dei dati a modellistiche a 3 strati. Le curve di dispersione relative al sondaggio MASW sono mostrate di seguito. Per la determinazione del parametro $V_{s,eq}$ è stato analizzato esclusivamente il modo fondamentale della curva. L'analisi dei profili sismici MASW eseguiti ha permesso la definizione di un modello 1-D di velocità delle onde di taglio, localizzabile nel baricentro dello stendimento.

Come detto, ai sensi delle NTC 2018, la classificazione sottosuolo si effettua, utilizzando l'approccio semplificato (tab. 3.2.II), in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con

h_i = spessore dello stato i -esimo

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

N = numero di strati

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel nostro caso il calcolo del $V_{S,eq}$ è stato eseguito a partire dal piano campagna.

Entro i primi 30 m di profondità le indagini eseguite non hanno consentito di rilevare la presenza di substrato rigido così come indicato al paragrafo 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018; pertanto, in base alla suddetta norma che permette l'utilizzo dell'approccio semplificato (tab. 3.2.II), i terreni analizzati appartengono alla:

Categoria B: *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.*

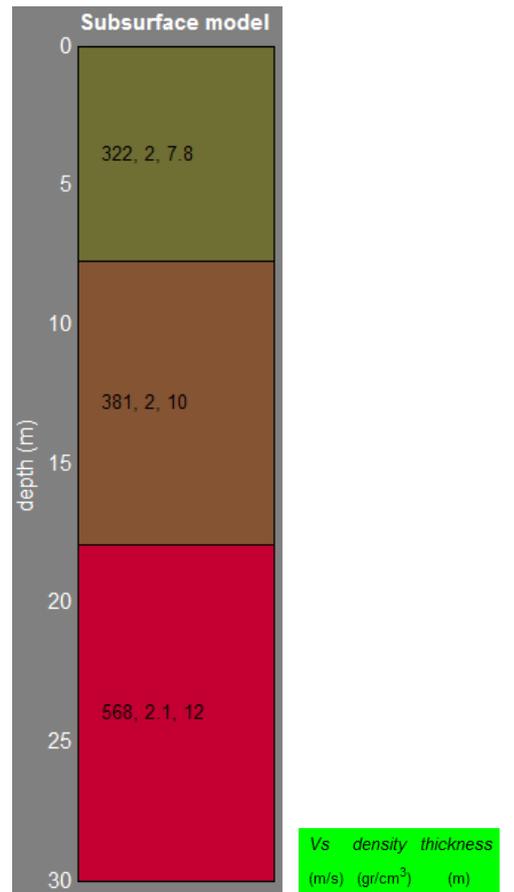
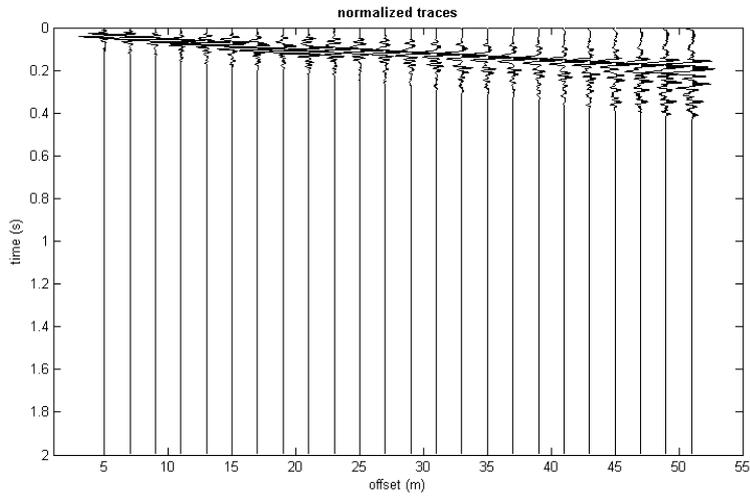
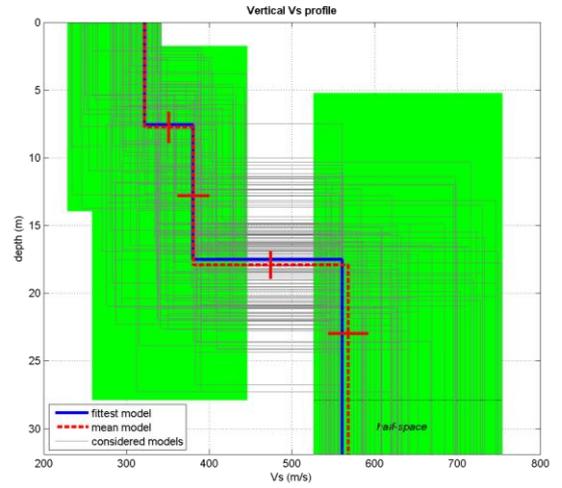
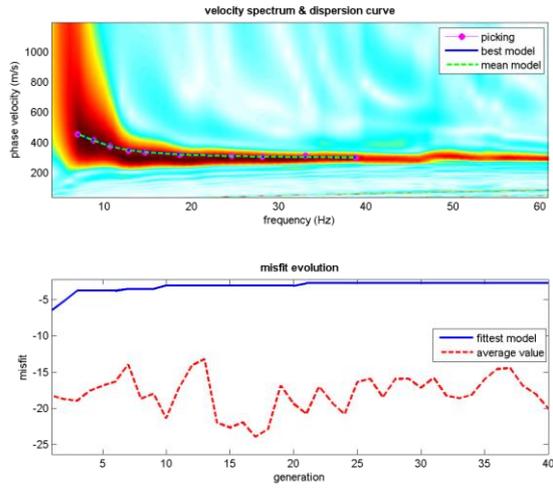
Sondaggio MASW	$V_{S,eq}$	Categoria di sottosuolo di fondazione N.T.C.2018
M1	418 m/s	B

La tabella seguente riporta, infine, i valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, dello spessore e della profondità del tetto e del letto, determinati per tutti gli strati. Per questo tipo di modellistica, lo spessore dell'ultimo strato è da considerarsi indefinito.

MASW		I strato	II strato	III strato
M1	V _s (m/s)	322	381	568
	Spessore (m)	7.8	10.0	-

Di seguito sono presentati i seguenti risultati: la curva di dispersione, i sismogrammi acquisiti, l'evoluzione del *misfit* e il modello interpretativo.

MASW M1



Sondaggi sismici passivi HVSR

L'esecuzione di n°3 misure sismiche a stazione singola (TR1÷TR3) ha consentito di effettuare una caratterizzazione sismica di sito tramite la stima delle frequenze fondamentali di risonanza e di confermare, in modo indiretto, la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$). La misura sismica passiva a stazione singola rileva le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica dovuta ai contrasti di impedenza tra gli strati.

La stima della velocità media delle onde di taglio V_s , così come richiesto dalle N.T.C. 2018, è stata effettuata utilizzando come dato di taratura il risultato delle indagini dirette e MASW (profondità media del substrato).

Si espongono i risultati ottenuti dall'applicazione della metodologia di sismica passiva a stazione singola (tromografia) che si basa sulla teoria del rapporto spettrale H/V.

Basi Teoriche

Le basi teoriche della metodologia utilizzata hanno origine nei primi studi eseguiti da Kanai (1957) nei quali si dimostrava sperimentalmente una correlazione tra alcuni parametri estratti dallo studio del rumore sismico (analisi spettrale) di un sito e le caratteristiche sismo-stratigrafiche dello stesso.

Il rumore sismico, generato da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si definisce anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma in essi giocano un ruolo fondamentale le onde di superficie che hanno velocità prossime a quelle delle onde di taglio,

In analogia alle tradizionali tecniche di prospezione sismica, la sismica passiva è una tecnica che permette di definire la serie stratigrafica locale basandosi sul concetto di contrasto di impedenza acustica fra strati definiti come un'unità distinte in relazione al rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e la densità del mezzo stesso.

Tra le varie tecniche messe a punto successivamente alle intuizioni di Kanai, si è maggiormente consolidata negli anni quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970) e successivamente applicata da Nakamura (1989) per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Lo schema illustrato nella figura 1 rappresenta due strati (1 e 2) che si differenziano per le densità (ρ_1 e ρ_2) e le velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

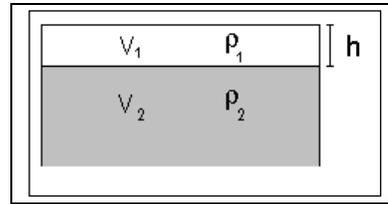


Figura 1. Modello di suolo caratterizzato da strati a densità ρ e velocità delle onde sismiche V

In questo caso, un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene parzialmente riflessa dall'interfaccia tra i due strati. L'onda riflessa, interferendo con quelle incidenti, si somma e raggiunge le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato.

Ne consegue che la frequenza di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1}/(4 h) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = V_{S1}/(4 h) \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra, come massimi relativi, le frequenze di risonanza dei vari strati.

Questo dato, insieme alla stima delle velocità, è in grado di fornire utili previsioni sullo spessore degli strati.

Questa informazione è contenuta principalmente nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, per la risposta strumentale e per l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo.

Il suddetto esempio si riferisce ad una modellistica semplificata monodimensionale, nella realtà si è spesso di fronte a casi più complessi caratterizzati da eterogeneità laterali, da topografia non piana e da inversioni di velocità sismiche.

L'inversione delle misure di microtremore sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli "sintetici", cioè calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D.

Strumentazione utilizzata e metodologia di analisi dei dati

Per l'acquisizione dei dati sperimentali è stato utilizzato un tromografo digitale modello "SR04 GeoBox" della SARA Instruments, il quale racchiude al suo interno tre sensori veloci metrici, ortogonali tra loro, da 4.5 Hz. I dati di rumore sismico, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 300 Hz.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

- le curve HVSR ottenute mediante il software Grilla eseguendo un processing con i seguenti parametri:
 - larghezza delle finestre d'analisi pari a 20 s per tempi di acquisizione di 20 minuti;
 - lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
 - rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore ad 2;
 - rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
- le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto sono state ottenute dopo l'analisi con gli stessi parametri sopra riportati.

Le profondità H delle

discontinuità sismiche sono
relazione :

$$H = \left[\frac{V_0(1-a)}{4\hat{v}_1} + 1 \right]^{1/(1-a)} - 1$$

In cui:

- V_0 è la velocità al tetto dello strato;
- a un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione, ecc.);
- v la frequenza fondamentale di risonanza.

Per considerare attendibili le misure ottenute, è necessario che:

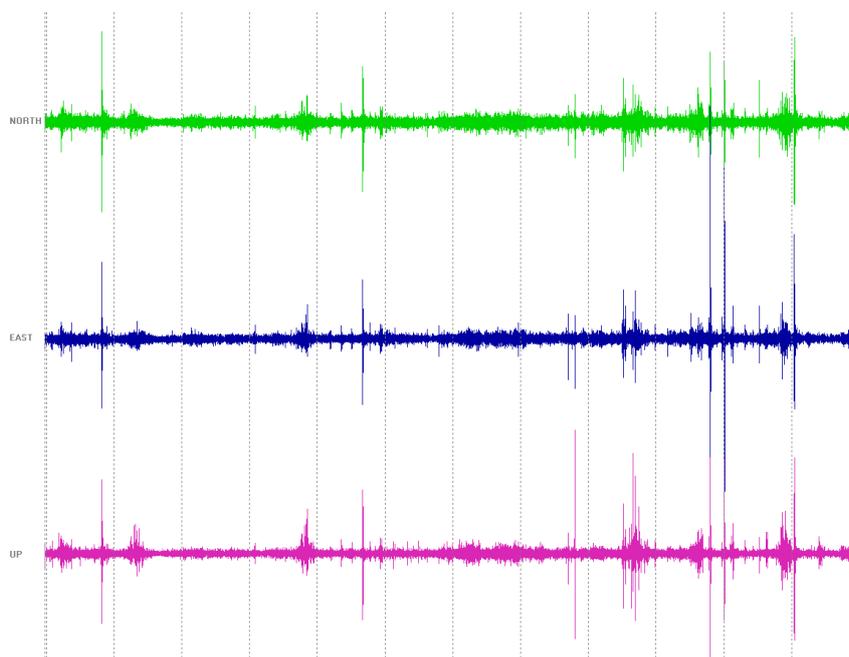
1. i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano “stabili” ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato;
2. gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti “dominanti”;
3. la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno).

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie in sistemi multistrato a strati piani e paralleli (AKI, 1964). Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (massimo 50 nella finestra di input), in qualsiasi intervallo di frequenze ed in un qualsiasi numero di modi (fondamentali o superiori). Operativamente si costruisce un modello teorico avente tante discontinuità sismiche quante sono quelle evidenziate dalla registrazione eseguita.

Un algoritmo cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale, in questo modo sarà possibile ottenere gli spessori dei sismo-strati caratterizzati da una determinata velocità delle onde S.

Di seguito un esempio dei sismogrammi delle registrazioni sismiche passive relative alla terna di sensori velocimetrici orientati secondo tre direzioni ortogonali:

- 2 nella componente orizzontale dello spostamento (tra loro ortogonali) per misure su suoli ordinariamente corrispondenti alle direzioni NS ed EW ;
- 1 nella componente verticale (up-down).



Interpretazione delle misure e stima della velocità delle onde S

L'interpretazione consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock geofisico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambiamenti litologici presenti nel sottosuolo.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, è possibile ricavare il valore della frequenza caratteristica del sito. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde un contrasto di impedenza acustica ad una determinata profondità, si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

In generale, la frequenza di risonanza delle onde S che viaggiano all'interno di uno strato è legata al tempo di tragitto delle onde S nello strato stesso dalla relazione:

$$f_r = \frac{1}{4T_H} \quad 6.1$$

Dove T_H è il tempo di tragitto dall'interfaccia risonante e f_r è la frequenza di risonanza.

A partire dalla formula precedente e conoscendo la profondità h dell'interfaccia risonante è definibile la velocità media delle onde S nella struttura risonante

$$V = \frac{H}{T_H} \quad 6.2$$

e

$$f_r = \frac{1}{4T_H} \quad 6.3$$

da cui si ricava

$$V = 4 f_r h \quad 6.4$$

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (Site Effects Assessment using Ambient Excitations) si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola e array. Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde Vs è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad 6.5$$

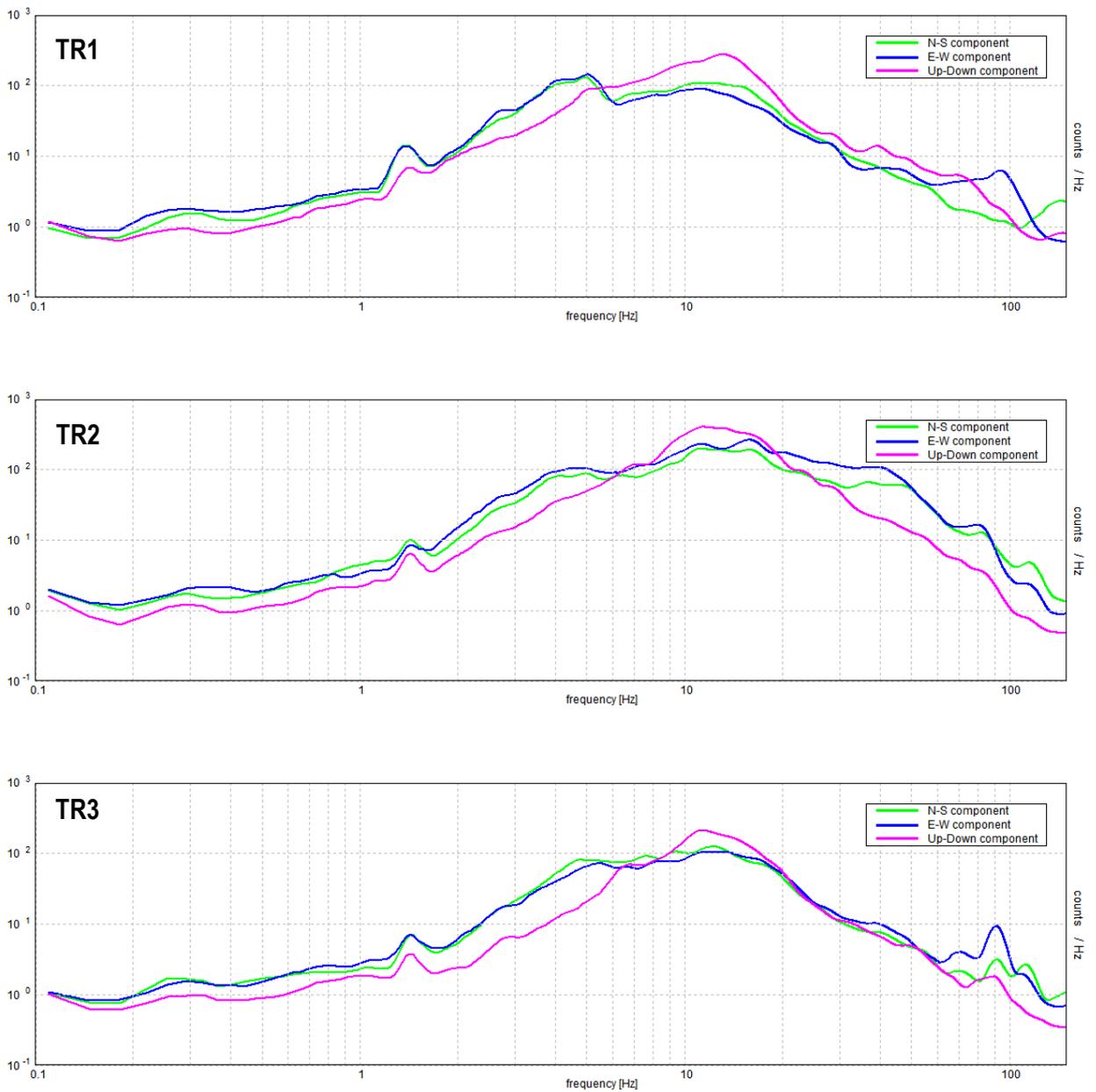
Dove:

V_s = velocità delle onde di taglio (m/s)

H = profondità alla quale si desidera stimare V_s (m) (30 m nel caso di V_{s30})

h_i = spessore dello strato i -esimo

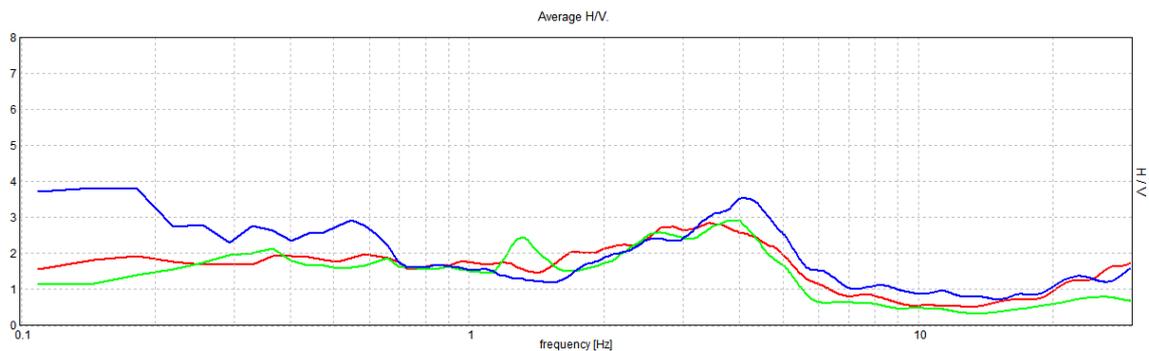
L'immagine seguente mostra, per le tre stazioni di misura TR1÷TR3, gli spettri di frequenza rappresentativi delle tre componenti ortogonali registrate dai geofoni.



Nell'immagine seguente è rappresentata la curva H/V (rapporto tra i valori assoluti degli spettri orizzontali V e orizzontali H) calcolata per stimare la frequenza di risonanza dei terreni.

Per un rapido confronto tra i dati si è scelto di rappresentare, in un unico grafico, le curve H/V medie dei 3 punti di misura al fine di evidenziare la **frequenza caratteristica del sito che si attesta intono a 4 Hz.**

Le curve sono state “tagliate” ad una frequenza di 30Hz, oltre la quale gli spessori che causano i picchi sono relative a strati molto superficiali (entro i primi 2-3 m dal p.c.) e quindi privi di interesse ingegneristico.



La modellazione diretta sulla curva H/V media ha consentito di ricavare la velocità dei sismostrati rappresentativi delle discontinuità (contrasti di impedenza acustica) presenti nel sottosuolo che risultano caratterizzate dai picchi di frequenza.

L'elaborazione degli spettri H/V è stata eseguita attraverso un'analisi ragionata dei vari picchi, distinguendo i picchi antropici da quelli stratigrafici, da uno *smoothing* (nel caso in oggetto se ne è scelto uno triangolare al 10%) e da un filtraggio sugli spettri nelle varie “finestre” di tempo in cui è stata suddivisa l'acquisizione, in modo da rimuovere gli intervalli di misura caratterizzati da disturbi (grafico H/V Time History).

L'individuazione di una profondità media del substrato a circa 15 m di profondità dal p.c., in accordo con i dati di velocità delle onde S ricavati dalle indagini MASW, ha consentito di classificare la categoria di sottosuolo dei terreni (approccio semplificato, paragrafo 3.2.2, tab. 3.2.II delle N.T.C. 2018).

$$V_{s,eq} \approx 420 \text{ m/s}$$

Categoria B: “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.

7 – MODULI ELASTICI DINAMICI

Per la caratterizzazione del sito e del terreno in esame, specialmente in termini di deformabilità dei materiali in associazione ai dati geotecnici, si forniscono, oltre ai singoli valori di velocità sismica (V_s) che la prova HVSR è in grado di fornire, i moduli elastici dinamici del terreno:

- Coefficiente di Poisson (ν)
- Modulo di Elasticità dinamico o di *Young* (E_{din}) in Kg/cm²
- Modulo di Taglio dinamico o di rigidità (G_{din}) in Kg/cm²
- Modulo di Compressibilità dinamico o di *Bulk* (K_{din}) in Kg/cm²

Il *Coefficiente di Poisson* (ν), noto come la costante che lega le deformazioni in un corpo, può essere collegato, da un punto di vista bidimensionale, ad uno sforzo di trazione, che causa nel corpo stesso un allungamento in una direzione e un raccorciamento nell'altra, o ad uno sforzo di compressione che, analogamente, determina una contrazione in una direzione e una dilatazione nella direzione opposta.

Tale parametro può presentare un range di variazione compreso tra un massimo di 0.5 ed un minimo di 0; il valore di 0.5 è caratteristico di materiali che si deformano senza cambiamenti di volume (es. acqua), valori leggermente inferiori (0.47 - 0.49) sono tipici di argille o materiali molto saturi; valori inferiori sono indicativi di materiali da poco consolidati a sovraconsolidati.

Per le rocce si presentano range di variazioni molto ampi collegati in particolare sia al grado di fratturazione sia alla presenza di cavità, stratificazioni e litologie e comunque tra (0.46 e 0.20).

In funzione di V_p e di V_s il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \cdot (V_p^2 - V_s^2)}$$

Il *Modulo di Young* o di *Elasticità normale* E_{din} definisce la *deformazione longitudinale* di un corpo, intesa come il rapporto tra l'allungamento (o l'accorciamento) e la lunghezza originale del corpo stesso; in funzione dei valori della velocità delle onde di compressione V_p , della densità geofisica e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$E_{din} = V_p^2 \cdot \rho_{din} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{(1 - \nu)}$$

Il *Modulo di Taglio* o di *Rigidità* G_{din} definisce invece la *deformazione tangenziale* di un corpo, intesa come l'angolo di cui ruota il corpo stesso in seguito ad uno sforzo di taglio; in funzione dei valori della velocità delle onde di taglio V_s e della densità geofisica il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$E_{\text{din}} = Vp^2 \cdot \delta_{\text{din}} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{(1 - \nu)}$$

Infine, il *Modulo di Compressibilità* o *Modulo di Volume* è quel parametro ottenibile se lo sforzo viene applicato tridimensionalmente (lungo tutti i tre assi cartesiani) generando una pressione idrostatica uniforme con la quale si avranno componenti dello sforzo uguali e con deformazione rappresentata da una variazione di volume la quale può essere indicata numericamente dall'inverso del coefficiente di compressibilità; utilizzando i valori del modulo di elasticità e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

$$K_{\text{din}} = \frac{E_{\text{din}}}{3 \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}$$

Nella tabella seguente sono riepilogati i risultati dei calcoli eseguiti in relazione ai parametri sopra citati e riferibili ai due sismostrati individuati

Moduli elastici dinamici	Peso per unità di volume g	Vp	Vs	Coefficiente di Poisson ν	Modulo di taglio G _{din}	Modulo di Young E _{din}	Modulo di Bulk K _{din}
Spessore (m)	(g/cm ³)	(m/s)	(m/s)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
15	2.1	1100	350	0.44	252.3	714.3	2073.0
-	2.0	1900	568	0.45	652.8	1800.7	5998.0

I moduli dinamici sono ottenuti mediante prove che sfruttano la relazione per cui il quadrato della velocità di un'onda elastica di taglio che si propaga nel terreno è direttamente proporzionale al rapporto tra il modulo di elasticità tangenziale e la densità del terreno (in un mezzo elastico ideale).

Il vantaggio del modulo dinamico rispetto quello statico consiste nel fatto che la misura non è influenzata dal rimaneggiamento del terreno a seguito del campionamento. Prove di tipo statico dello stesso tipo eseguite su uno stesso tipo di terreno possono dare risultati sensibilmente differenti perché il terreno viene rimaneggiato in maniera diversa ogni volta che la prova viene eseguita.

I moduli dinamici così calcolati risultano comunque sempre più elevati di quelli statici forniti da prove di carico in situ in quanto gli impulsi sismici sono di breve durata e le sollecitazioni ad essi associate sono relativamente modeste e rientrano nel campo delle deformazioni istantanee, di conseguenza, per i calcoli delle deformazioni nell'ambito geotecnico, possono essere utilizzate delle relazioni sperimentali che permettono di correlare E_{stat} con E_{din}, come quella di *Heerden*:

$$E_{\text{stat}} = 0,075 E_{\text{din}}^{1,56}, \text{ di regola } E_{\text{din}} \approx 2 E_{\text{stat}}$$

8 – CONCLUSIONI

Lo studio geologico redatto a supporto del “*Progetto esecutivo di rimodellamento ambientale di un terreno sito in località C.da Canne Masche nel territorio comunale di Pollina*” ha consentito di verificare le caratteristiche di tipo geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico del sito in esame.

Il progetto prevede una riconfigurazione della morfologia dei luoghi ottenuta mediante l’apporto dei materiali provenienti dagli scavi per il raddoppio della tratta Ogliastrillo-Castelbuono della linea Palermo-Messina; il rimodellamento sarà eseguito nel rispetto del ruscellamento superficiale e subsuperficiale, tramite la realizzazione di rilevati con scarpate rinforzate ed inerbite mediante le più diffuse tecniche di ingegneria naturalistica. Il sito sarà, infine, rinaturalizzato con la piantumazione di specie vegetazionali caratteristiche della zona.

La stratigrafia locale è stata ricavata da una campagna di indagini geognostiche (carotaggi e prospezioni sismiche) la cui ubicazione è presente nella “*planimetria delle indagini*” allegata al presente studio. Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sono stati utilizzati i risultati delle prove di laboratorio geotecnico a cui sono stati sottoposti i campioni prelevati durante le perforazioni

In seguito alle argomentazioni presentate nei paragrafi precedenti si espongono le seguenti conclusioni:

- Dal punto di vista geologico il sito è caratterizzato da affioramenti di terreni di natura argillosa che caratterizzano la litofacies pelitica del complesso del *Flysch Numidico*.
- L’analisi e la comparazione tra le colonne stratigrafiche, congiuntamente ai risultati delle prove di laboratorio geotecnico e le indagini sismiche, hanno consentito di effettuare una dettagliata caratterizzazione litotecnica dei terreni (cap. 7).
- I parametri geotecnici ricavati dalle prove di laboratorio sono stati utilizzati come dati di input per l’esecuzione di verifiche di stabilità del pendio ante-operam e post-operam. Tali verifiche, condotte su diverse sezioni di progetto, hanno evidenziato valori del coefficiente di sicurezza maggiori di 1.2. I calcoli sono presentati nella relazione specialistica che costituisce un singolo elaborato.
- Ai sensi delle N.T.C. 2018 (Tab. 3.2 III) l’area appartiene alla categoria T2 “*Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$* ”.
- L’area risulta stabile e non interessata da fenomeni gravitativi.
- Nel Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Art. 1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e ss.mm.ii., redatto dall’Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, non sono evidenziate, nell’area in studio, zone con livello di pericolosità e rischio legato a fenomeni franosi, a dissesti ed esondazioni. Si allegano, a tal

proposito, gli stralci della carta dei dissesti e della carta della pericolosità e del rischio idrogeologico, entrambe in scala 1:10.000, pubblicate sul sito internet <http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/>. Anno 2006.

- In ottemperanza alle direttive delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 sono state eseguite prospezioni sismiche attive (MASW) e passive (HVSR) per la caratterizzazione sismica dei terreni. In base alla classificazione prevista dalla suddetta norma, il tipo di suolo ricade nella **categoria B** di sottosuolo di fondazione: $V_{s,eq} \approx 420$ m/s.
- Per quanto riguarda la valutazione delle pericolosità sismiche non si riscontra nessun particolare elemento di rischio che possa comportare un'amplificazione delle onde sismiche locali né, tantomeno, che possa creare nel sottosuolo fenomeni di liquefazione.
- L'area non ricade in zone SIC e ZPS.

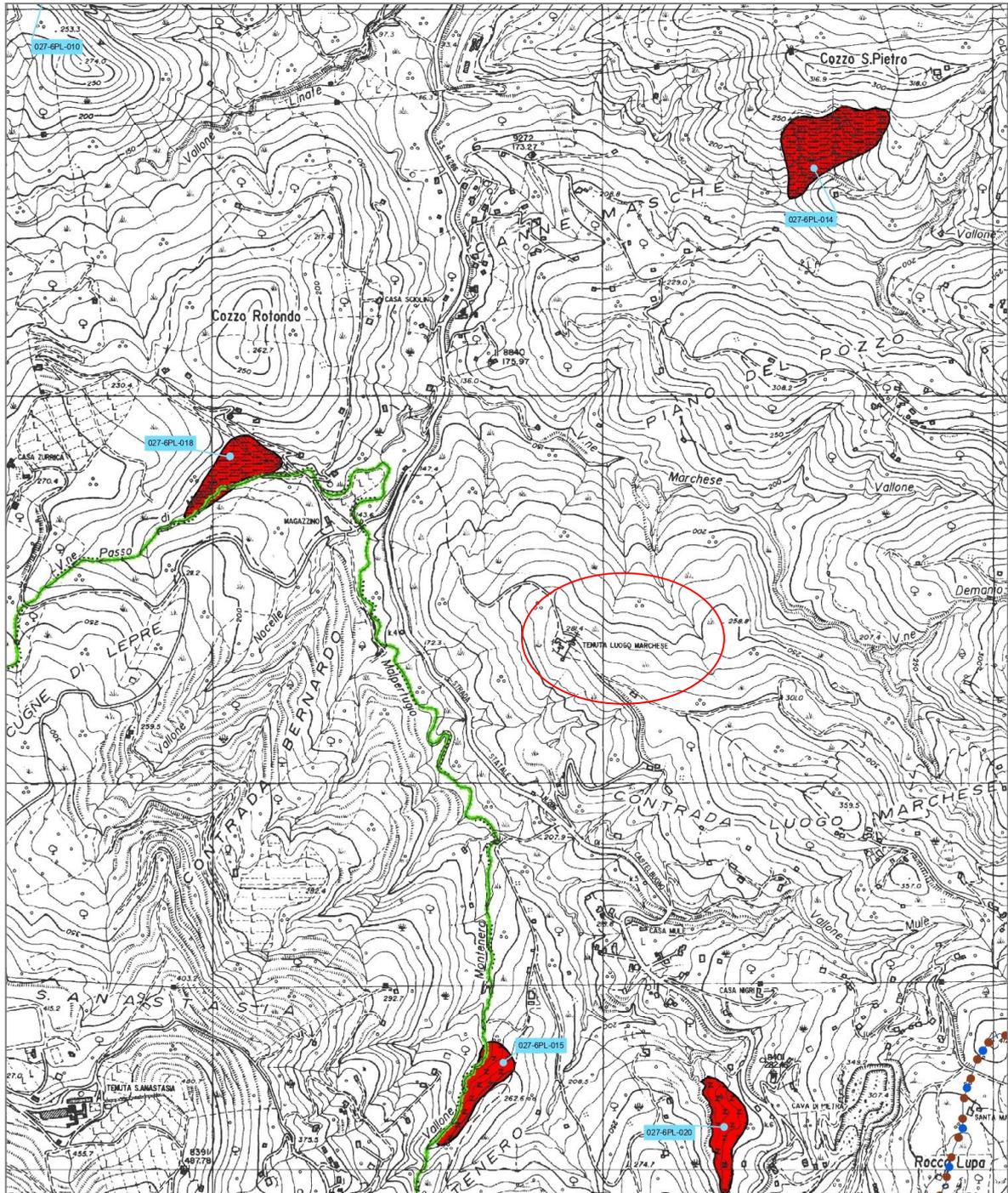
Cefalù, Novembre 2020

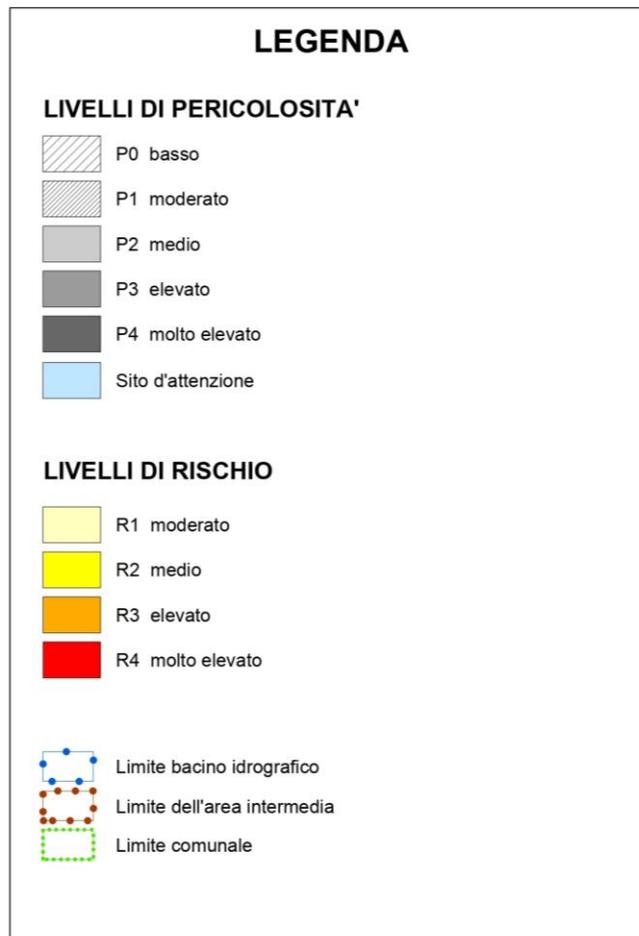
Il Geologo
Dott. Paolo Messina

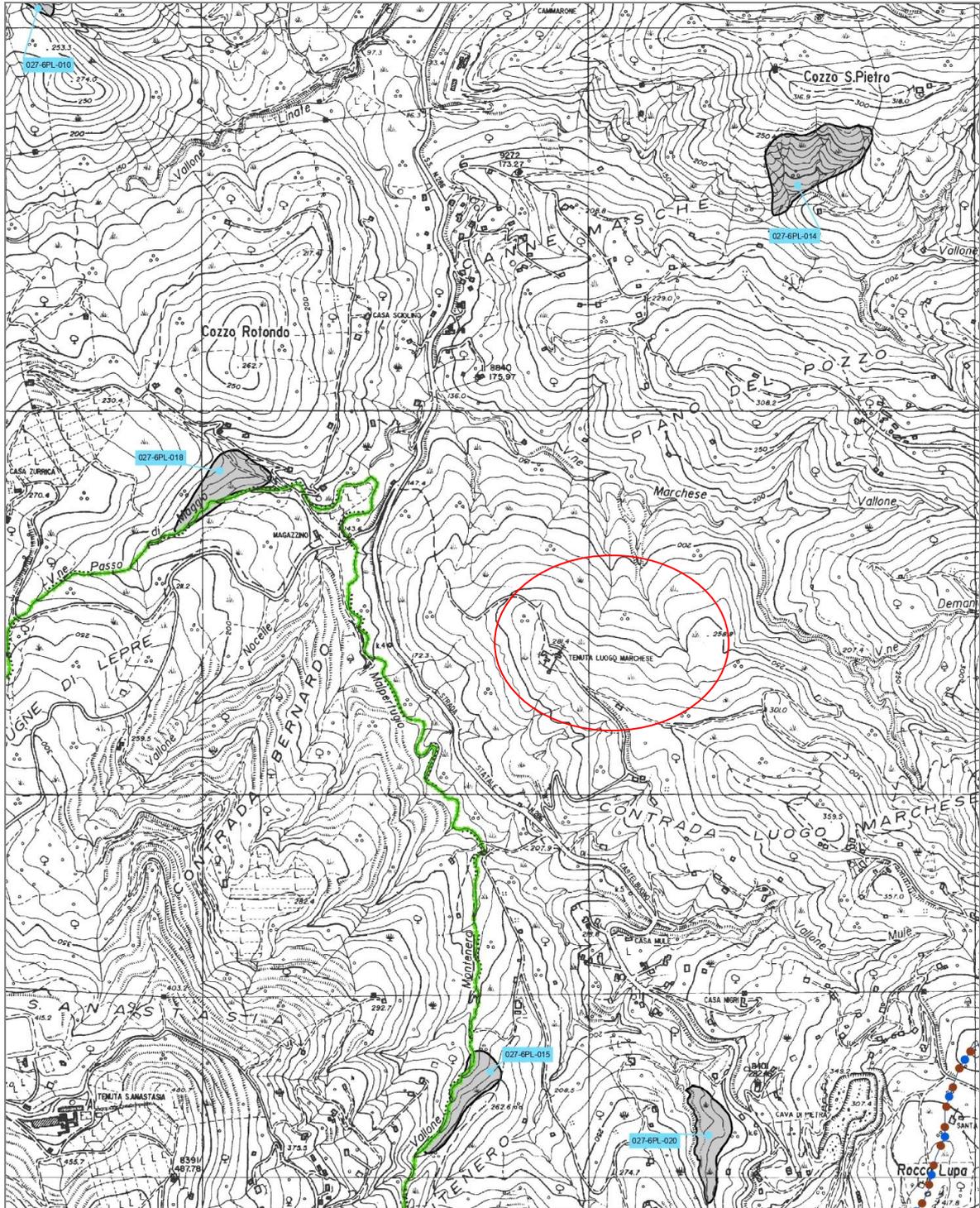


CARTOGRAFIA P.A.I. SICILIA









DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Sondaggio S1



Cassetta 1 - 0.0÷5.0 m



Cassetta 2 – 5.0÷10.0 m



Cassetta 3 – 10.0÷15.0 m



Sondaggio S2



Cassetta 1 - 0.0÷5.0 m



Cassetta 2 – 5.0÷10.0 m



Cassetta 3 – 10.0÷15.0 m



Sondaggio S3



Cassetta 1 - 0.0+5.0 m



Cassetta 2 - 5.0÷10.0 m



Cassetta 3 - 10.0÷15.0 m



TR1



TR2

Misure sismiche a stazione singola HVSR



TR3

COLONNE STRATIGRAFICHE

Stratigrafia S1

Committente: Agronomo Nico Cirrito	Scala: 1:100
Oggetto Lavori: Progetto di rimodellamento ambientale	Data: 10/09/2020
Località: Pollina - C.da Cannemasche	Coordinate:
Impresa esecutrice: Ditta Palmeri	Quota:
Attrezzatura:	Redattore: Geol. Paolo Messina

Ø mm	R y	metri	Litologia	Campioni	Prof. m	DESCRIZIONE
					0.50	Terreno vegetale
101		1				Argilla sabbiosa alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, localmente destrutturata, consistente e non plastica. Sono presenti livelli a struttura scagliettata con scaglie di natura argillitica localmente tenaci ed elementi lapidei eterodimensionali di natura quarzoarenitica
		2				
		3				
		4			1)dis 380 400	
		5				
		6				
		7				
		8			2)dis 760 800	
		9			9.00	Argilla a struttura scagliettata di colore variabile dal marrone scuro al grigio scuro, si presenta molto consistente e non plastica. Le scaglie di natura argillitica sono localmente tenaci
		10				
		11		3)dis 1075 1100		
		12				
		13				
		14		4)dis 1400 1425		
		15			15.00	

Stratigrafia S1

Committente: Agronomo Nico Cirrito	Scala 1:100
Oggetto Lavori: Progetto di rimodellamento ambientale	Data: 10/09/2020
Località: Pollina - C.da Cannemasche	Coordinate:
Impresa esecutrice: Ditta Palmeri	Quota:
Attrezzatura:	Redattore: Geol. Paolo Messina

Osservazioni finali

Elenco campioni:

- 1) S1CR1
- 2) S1CR2
- 3) S1CR3
- 4) S1CR4

Stratigrafia S2

Committente: Agronomo Nico Cirrito	Scala: 1:100
Oggetto Lavori: Progetto di rimodellamento ambientale	Data: 15/09/2020
Località: Pollina - C.da Cannemasche	Coordinate:
Impresa esecutrice: Ditta Palmeri	Quota:
Attrezzatura:	Redattore: Geol. Paolo Messina

ø mm	metri	Litologia	Campioni	Prof. m	DESCRIZIONE
				0.40	Terreno vegetale
101	1		1)ind 120 150		Argilla sabbiosa alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, localmente destrutturata, consistente e non plastica. Sono presenti livelli a struttura scagliettata con scaglie di natura argillitica localmente tenaci ed elementi lapidei eterodimensionali di natura quarzoarenitica
	2		2)dis 320 360		
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10		3)dis 940 970		
	11				
	12				
	13				
	14		4)dis 1400 1430		
	15			15.00	

Stratigrafia S2

Committente: Agronomo Nico Cirrito	Scala 1:100
Oggetto Lavori: Progetto di rimodellamento ambientale	Data: 15/09/2020
Località: Pollina - C.da Cannemasche	Coordinate:
Impresa esecutrice: Ditta Palmeri	Quota:
Attrezzatura:	Redattore: Geol. Paolo Messina

Osservazioni finali

Elenco campioni:

- 1) S2C1 (fustella)
- 2) S2CR1
- 3) S2CR2
- 4) S2CR3

Stratigrafia S3

Committente: Agronomo Nico Cirrito	Scala: 1:100
Oggetto Lavori: Progetto di rimodellamento ambientale	Data: 16/09/2020
Località: Pollina - C.da Cannemasche	Coordinate:
Impresa esecutrice: Ditta Palmeri	Quota:
Attrezzatura:	Redattore: Geol. Paolo Messina

ø mm	metri	Litologia	Campioni	Prof. m	DESCRIZIONE
				0.30	Terreno vegetale
101	1		1)ind 125 180		<p>Argilla sabbiosa alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, localmente destrutturata, consistente e non plastica. Sono presenti livelli a struttura scagliettata con scaglie di natura argillitica localmente tenaci ed elementi lapidei eterodimensionali di natura quarzoarenitica</p>
	2				
	3				
	4				
	5		2)dis -500 520		
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
				11.40	
	12				<p>Argilla limo-sabbiosa di colore beige giallastro mediamente consistente e plastica, la struttura è prevalentemente rimaneggiata, sono presenti inclusioni e livelli lapidei di natura quarzoarenitica a spigoli vivi aventi dimensioni variabili dal millimetro al decimetro.</p>
	13				
	14				
	15		3)dis 430 1460	15.00	

Stratigrafia S3

Committente: Agronomo Nico Cirrito	Scala 1:100
Oggetto Lavori: Progetto di rimodellamento ambientale	Data: 16/09/2020
Località: Pollina - C.da Cannemasche	Coordinate:
Impresa esecutrice: Ditta Palmeri	Quota:
Attrezzatura:	Redattore: Geol. Paolo Messina

Osservazioni finali

Elenco campioni:
1) S3C1 (fustella)
2) S3CR1
3) S3CR2

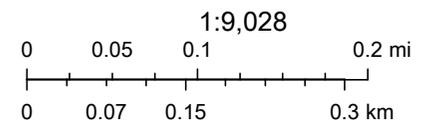
CARTA VINCOLO IDROGEOLOGICO

Geoportale - Regione Siciliana - Sistema Informativo Forestale



19/10/2020, 09:52:54

 Vincolo Idrogeologico



Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

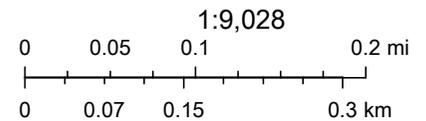
CARTA SIC – ZPS

Geoportale - Regione Siciliana - Sistema Informativo Forestale



19/10/2020, 09:50:18

-  SIC
-  ZPS
-  SIC/ZPS



Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

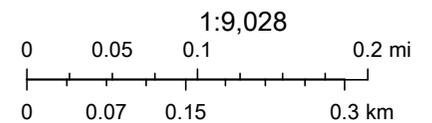
CARTA FORESTALE

Geoportale - Regione Siciliana - Sistema Informativo Forestale



19/10/2020, 09:47:49

 Carta forestale DLgs 227/01



Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

CERTIFICATI LABORATORIO GEOTECNICO



s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di Geologia Tecnica

Prove di Laboratorio

LUOGO MARCHESE – POLLINA (PA)

Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche

COMMITTENTE: *Dott. Geol. P. Messina*

12/10/2020

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Aldo Domenico Caminiti



GEOCIMA s.a.s. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via Borremans, 36 - 90145 - Palermo
Tel/Fax 0916824940 – Email: geocimasnc@tiscali.it - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n° Q-1485-13

Nel mese di Settembre dell'anno 2020 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n°2 campione indisturbati contenuti in fustella metallica ermeticamente sigillata e n°9 campioni rimaneggiati a disturbo limitato conservati in sacchetti di plastica..

Dietro indicazione del committente sono state effettuate le seguenti analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che meccanici:

- Descrizione macroscopica del campione;
 - Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
 - Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
 - Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
-
- La determinazione del contenuto d'acqua (**W_n**) é stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 110°.

La normativa di riferimento é la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume (γ) é stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento é la BS 1377: 1990

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati e/o circolari aventi altezza di 2 cm e diametro/lato di 6 cm; la fase di consolidazione si é protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura é stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 98 e circa 392 KN/m² (= tra circa 1 e 4 Kg/cm²).

La normativa di riferimento é la ASTM D 3080-72.

Nelle pagine seguenti sono stati riportati i seguenti elaborati:

- Elenco delle prove eseguite
- Tabella riassuntiva delle caratteristiche fisiche dei campioni
- Certificati delle singole prove ed analisi.

Palermo, 12 Ottobre 2020

Il Direttore Tecnico del Laboratorio



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to read "Domenico Aldo Caminiti", written over a circular official stamp. The stamp contains the following text: "REGIONE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA" around the perimeter, and "Dott. Geol. DOMENICO ALDO CAMINITI n. 1348" in the center.

ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	γ_s	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume	γ	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	KN/m^3
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m^3
Peso saturo dell'unità di volume	γ_{sat}	KN/m^3
Contenuto naturale d'acqua	W_n	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	%
Limite di Liquidità	W_l	%
Limite di Plasticità	W_p	%
Indice di Plasticità	I_p	%
Indice di Consistenza	I_c	-
Indice dei vuoti	e	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e_o	-
Porosità	n	%
Coefficiente di saturazione	S	%
Coesione drenata	c'	KN/m^2
Coesione non drenata	C_u	KN/m^2
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ'	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	Gradi
Tensione tangenziale	τ	KN/m^2
Tensione normale	σ	KN/m^2
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	KN/m^2
Indice di resistenza normalizzato	$I_s (50)$	KN/m^2
Modulo edometrico	E_d	KN/m^2
Indice di compressibilità	A_v	m^2/KN
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	m^2/KN
Coefficiente di consolidazione	C_v	m^2/KN
Coefficiente di permeabilità	K	cm/sec

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



eocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12760 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **3.80 m**

Data commessa: 22/09/20 Data apertura camp: 22/09/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12760 del 12/10/20 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **3.80 m**

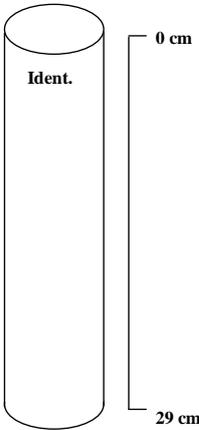
Data ricevimento camp: 22/09/20

Data esecuz. prova : 22/09/2020

N° verb. accett.: 36/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		DESCRIZIONE	
ALTO		Pocket Penetrometer Test 	Vane Test 
BASSO			
		<p>Argilla alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, consistente e non plastica, a struttura scagliettata. Sono presenti scaglie di natura argillitica localmente tenaci.</p>	
		<p>Ident.: Identificazione del campione</p>	

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 12761 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S1** **CAMPIONE : CR2** **PROFONDITA' : 7.60 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20

Data apertura camp: 28/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12761 del 12/10/20 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**

LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**

PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **7.60 m**

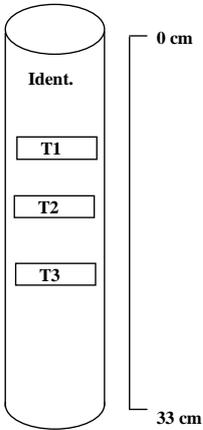
Data commessa: 22/9/20

Data esecuz. prova : 28/09/2020

N° verb. accett.: 36/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	
ALTO				DESCRIZIONE Argilla sabbiosa di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra destrutturato, consistente e non plastica, contenente elementi lapidei eterodimensionali di natura quarzoarenitica.	
BASSO				Ident.: Identificazione del campione T1: Prova di taglio diretto CD	

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 12762 del 12/10/20 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **7.60 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 29/9/20 N° verb. accett.: 36/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	81.59	57.67	205.33
Campione 2	81.59	57.67	204.26
Campione 3	81.59	57.67	204.11

	KN/m ³
γ₁	21.036
γ₂	20.854
γ₃	20.828

γ medio: 20.906 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 29/9/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	5.50	404.47	360.32	12.443
Campione 2	5.54	427.29	380.32	12.533
Campione 3	6.12	385.47	343.12	12.567

Wn medio: 12.514 %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12763 del 12/10/20 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**SONDAGGIO : **S1**CAMPIONE : **CR2**PROFONDITA' : **7.60 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20

Data esecuz. prova : 29/9/20

N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	57.67	57.67	57.67
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Dimensione	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.85	1.85	1.85

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	99.41	199.02	292.35
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	1.060	3.020	3.230

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.003	0.003	0.003

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	21.04					11.94	18.23
B	20.85					10.87	21.16
C	20.83					14.98	17.68

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12763 del 12/10/20 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**

LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**

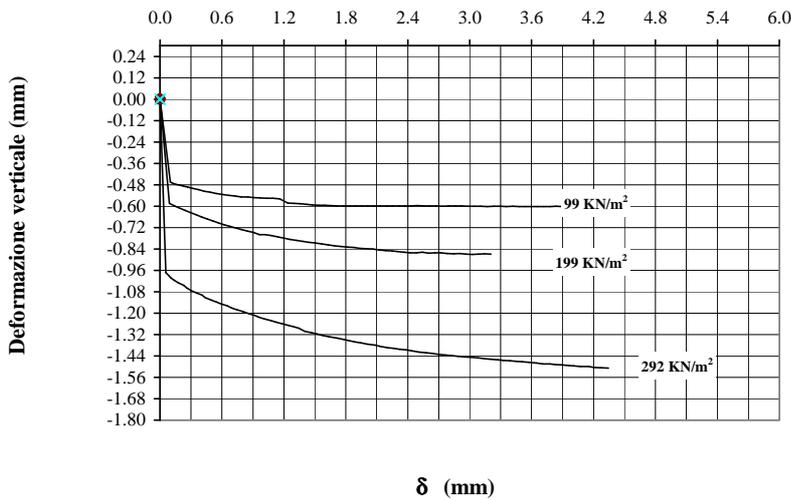
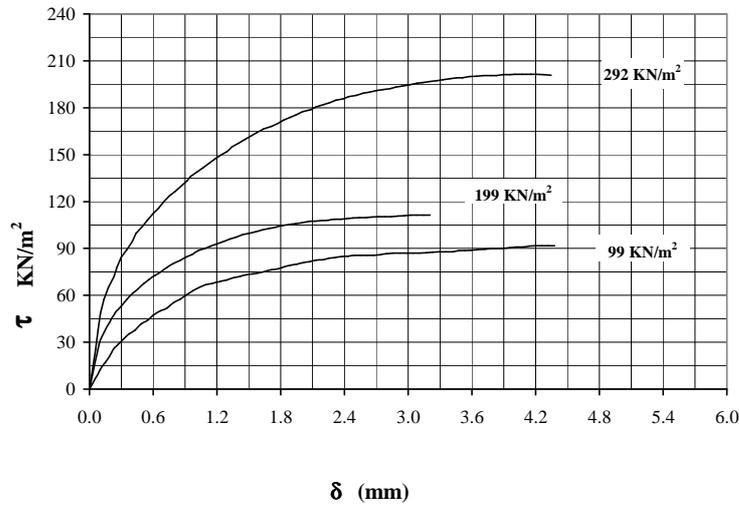
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **7.60 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 29/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Certificato. n° 12763 del 12/10/20 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
 LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**
 PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
 SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **7.60 m**
 Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 29/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.464	0.100	12.191	-0.584	0.090	28.874	-0.973	0.057	25.345
-0.472	0.121	14.758	-0.599	0.139	36.574	-0.989	0.083	38.178
-0.477	0.149	17.004	-0.611	0.190	42.990	-1.002	0.103	48.444
-0.483	0.190	21.174	-0.623	0.243	48.765	-1.016	0.137	57.427
-0.487	0.227	25.666	-0.636	0.297	52.936	-1.031	0.178	65.127
-0.493	0.269	28.553	-0.649	0.351	57.427	-1.045	0.231	71.864
-0.500	0.315	31.761	-0.662	0.406	61.277	-1.059	0.260	78.280
-0.508	0.374	35.290	-0.673	0.458	64.164	-1.073	0.298	84.055
-0.516	0.428	37.536	-0.683	0.510	67.372	-1.087	0.354	89.509
-0.521	0.486	41.707	-0.693	0.565	70.260	-1.098	0.404	94.321
-0.529	0.544	43.953	-0.704	0.620	72.826	-1.113	0.437	99.455
-0.535	0.603	47.482	-0.714	0.676	75.072	-1.126	0.497	103.946
-0.540	0.667	50.048	-0.723	0.733	77.960	-1.137	0.546	108.117
-0.544	0.729	51.973	-0.732	0.789	80.205	-1.148	0.593	111.967
-0.548	0.787	55.181	-0.740	0.847	82.130	-1.159	0.652	115.816
-0.549	0.850	57.427	-0.748	0.905	84.376	-1.171	0.696	119.666
-0.553	0.911	60.314	-0.760	0.965	85.980	-1.182	0.750	123.516
-0.554	0.973	62.881	-0.760	1.024	88.547	-1.192	0.806	126.404
-0.556	1.035	65.127	-0.766	1.082	89.830	-1.203	0.864	129.933
-0.555	1.094	66.731	-0.773	1.142	91.434	-1.213	0.919	133.141
-0.560	1.159	67.693	-0.780	1.201	93.038	-1.222	0.950	136.028
-0.582	1.237	68.977	-0.786	1.260	94.321	-1.232	1.011	138.916
-0.584	1.297	69.939	-0.792	1.321	95.926	-1.241	1.074	141.803
-0.587	1.358	71.222	-0.797	1.381	97.209	-1.250	1.124	144.370
-0.590	1.418	72.185	-0.803	1.442	98.813	-1.259	1.183	147.257
-0.594	1.477	73.147	-0.806	1.504	99.775	-1.268	1.242	149.824
-0.595	1.538	73.789	-0.811	1.566	100.738	-1.277	1.300	152.069
-0.596	1.595	74.431	-0.817	1.629	102.021	-1.285	1.343	154.957
-0.597	1.654	75.393	-0.822	1.691	102.663	-1.303	1.404	157.202
-0.598	1.716	76.355	-0.826	1.753	103.625	-1.309	1.465	159.769
-0.598	1.778	76.997	-0.829	1.815	104.588	-1.317	1.520	162.015
-0.599	1.833	78.280	-0.832	1.876	105.229	-1.325	1.579	164.261
-0.599	1.893	79.243	-0.837	1.938	105.871	-1.333	1.640	166.506
-0.599	1.951	79.885	-0.839	2.000	106.513	-1.340	1.714	168.110
-0.598	2.012	80.847	-0.841	2.062	107.154	-1.347	1.773	170.035
-0.598	2.074	81.489	-0.845	2.124	107.475	-1.355	1.830	172.281
-0.599	2.134	82.451	-0.850	2.185	107.796	-1.361	1.887	173.885
-0.598	2.198	82.772	-0.852	2.247	108.117	-1.367	1.945	175.489
-0.599	2.252	83.734	-0.855	2.306	108.758	-1.374	2.007	177.414
-0.599	2.313	84.055	-0.858	2.365	108.758	-1.380	2.083	178.697
-0.599	2.373	84.697	-0.861	2.423	109.079	-1.387	2.133	180.622
-0.599	2.433	85.018	-0.861	2.482	109.400	-1.393	2.202	181.906
-0.597	2.493	85.659	-0.859	2.542	109.721	-1.398	2.262	183.189
-0.598	2.553	85.659	-0.864	2.602	109.721	-1.403	2.321	184.793

[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato. n° 12763 del 12/10/20 Pag 4/4
COMMITTENTE : Dott. Geol. P. Messina
LOCALITA' : Cefalù (PA) - Lungomare
PROGETTO : Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche
SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : CR2 PROFONDITA' : 7.60 m
Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 29/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Table with 9 columns: PROVINO A (Cedimento, Spostam., Tens. Oriz.), PROVINO B (Cedimento, Spostam., Tens. Oriz.), PROVINO C (Cedimento, Spostam., Tens. Oriz.). Contains multiple rows of test data.

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12764 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **10.75 m**

Data commessa: 22/09/20

Data apertura camp: 22/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12765 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR4** PROFONDITA' : **14.00 m**

Data commessa: 22/9/20

Data apertura camp: 22/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12765 del 12/10/20 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR4** PROFONDITA' : **14.00 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 22/09/2020 N° verb. accett.: 36/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

			DESCRIZIONE	
	Pocket Penetrometer Test	Vane Test	Argilla di colore variabile dal marrone scuro al grigio scuro, molto consistente e non plastica, a struttura scagliettata. Sono presenti scaglie di natura argillitica localmente tenaci.	
	Kg/cm²	Kg/cm²		
ALTO	0 cm			
BASSO	30 cm			
			Ident.: Identificazione del campione Gran.: Analisi granulometrica T1: Prova di taglio diretto CD	

[Signature]
Lo Sperimentatore

[Signature]
Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 12766 del 12/10/20 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR4** PROFONDITA' : **14.00 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	91.78	67.88	231.72
Campione 2	91.78	67.88	232.26
Campione 3	91.78	67.88	233.50

	KN/m ³
γ₁	20.212
γ₂	20.290
γ₃	20.469

γ medio: 20.323 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 29/9/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	5.59	440.58	406.80	8.420
Campione 2	5.58	461.15	422.76	9.202
Campione 3	5.68	315.25	290.58	8.659

Wn medio: 8.760 %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12767 del 12/10/20 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**

LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**

PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**

SONDAGGIO : **S1**

CAMPIONE : **CR4**

PROFONDITA' : **14.00 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20

Data esecuz. prova : 30/9/20

N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	68.4	68.4	68.4
Sezione	cm ²	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	195.59	292.65	389.71
Durata della consolidazione	24 h	24h	24 h
Deformazione verticale (mm)	1.480	2.610	2.960

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.003	0.003	0.003

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	20.21					12.41	20.04
B	20.29					11.75	18.32
C	20.47					14.05	19.23

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12767 del 12/10/20 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**

LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**

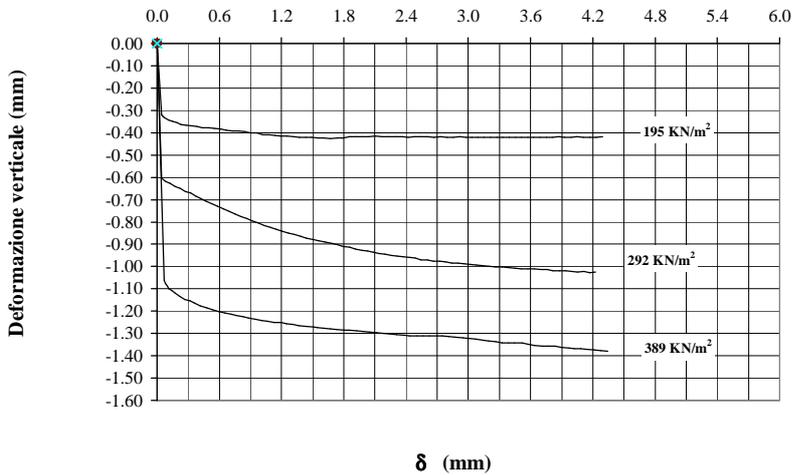
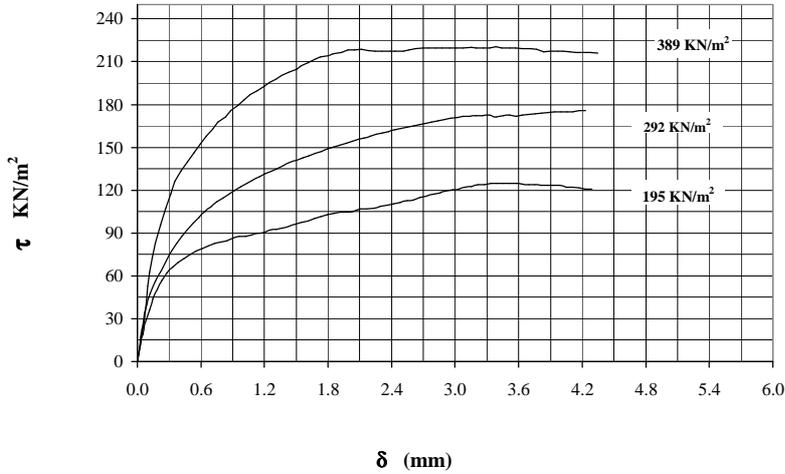
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR4** PROFONDITA' : **14.00 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



geocima

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000559 3 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12767 del 12/10/20 Pag 3/4
COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR4** PROFONDITA' : **14.00 m**
Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.322	0.044	17.222	-0.603	0.045	22.500	-1.062	0.066	29.722
-0.327	0.054	19.444	-0.617	0.08	36.944	-1.077	0.083	42.222
-0.333	0.069	25.833	-0.627	0.123	47.778	-1.088	0.098	52.778
-0.343	0.113	36.111	-0.64	0.171	56.389	-1.098	0.113	62.778
-0.35	0.148	43.889	-0.65	0.222	63.611	-1.107	0.141	72.500
-0.356	0.19	50.556	-0.663	0.272	70.833	-1.118	0.172	83.333
-0.363	0.231	56.667	-0.671	0.322	77.222	-1.133	0.216	95.556
-0.365	0.282	61.944	-0.683	0.371	82.778	-1.147	0.268	107.500
-0.37	0.332	66.111	-0.696	0.422	87.778	-1.153	0.319	117.778
-0.372	0.383	69.444	-0.708	0.474	92.500	-1.163	0.351	126.111
-0.377	0.437	72.222	-0.719	0.528	97.222	-1.175	0.413	133.889
-0.378	0.494	74.722	-0.731	0.583	101.111	-1.184	0.476	140.000
-0.381	0.552	77.222	-0.74	0.638	105.000	-1.194	0.533	146.389
-0.384	0.613	79.167	-0.753	0.693	108.333	-1.202	0.593	152.500
-0.388	0.669	81.111	-0.765	0.75	111.667	-1.208	0.649	157.778
-0.391	0.727	82.778	-0.775	0.806	114.444	-1.214	0.712	162.778
-0.392	0.784	83.611	-0.785	0.863	117.222	-1.218	0.761	167.500
-0.396	0.845	84.722	-0.796	0.919	120.000	-1.225	0.831	171.389
-0.4	0.902	86.111	-0.805	0.976	122.500	-1.232	0.882	175.556
-0.402	0.959	87.500	-0.815	1.033	125.000	-1.236	0.947	179.167
-0.408	1.02	87.500	-0.825	1.09	127.222	-1.241	1.012	183.333
-0.409	1.079	88.333	-0.832	1.147	129.444	-1.245	1.062	186.944
-0.413	1.137	89.722	-0.841	1.205	131.389	-1.250	1.128	189.722
-0.414	1.193	90.556	-0.849	1.263	133.056	-1.252	1.198	192.778
-0.415	1.252	91.944	-0.856	1.322	135.000	-1.257	1.247	195.556
-0.418	1.313	92.778	-0.865	1.381	137.222	-1.260	1.309	197.500
-0.42	1.37	93.611	-0.873	1.441	139.444	-1.265	1.362	200.278
-0.421	1.432	94.722	-0.878	1.501	140.833	-1.267	1.426	202.778
-0.422	1.491	96.111	-0.884	1.56	142.500	-1.272	1.505	205.000
-0.424	1.552	97.500	-0.891	1.619	144.167	-1.274	1.546	207.222
-0.424	1.608	98.611	-0.896	1.679	145.833	-1.276	1.610	209.167
-0.426	1.67	100.000	-0.903	1.738	147.222	-1.279	1.672	211.667
-0.424	1.735	101.667	-0.909	1.796	148.889	-1.281	1.729	213.333
-0.423	1.795	103.056	-0.914	1.855	150.278	-1.286	1.804	214.167
-0.419	1.854	103.889	-0.921	1.914	151.667	-1.286	1.846	215.556
-0.418	1.917	104.444	-0.926	1.973	153.056	-1.289	1.925	216.667
-0.419	1.978	104.722	-0.931	2.03	154.167	-1.291	1.988	218.056
-0.417	2.039	105.278	-0.935	2.086	155.556	-1.293	2.049	218.333
-0.416	2.102	106.750	-0.941	2.142	156.667	-1.296	2.116	218.889
-0.417	2.165	106.750	-0.945	2.199	158.056	-1.299	2.177	217.778
-0.418	2.228	107.167	-0.949	2.256	159.167	-1.303	2.246	217.222
-0.419	2.294	108.806	-0.954	2.315	160.278	-1.306	2.308	217.222
-0.419	2.363	109.639	-0.955	2.373	161.111	-1.309	2.387	217.222
-0.42	2.42	110.444	-0.96	2.43	162.222	-1.310	2.430	217.222

Lo Sperimentatore
Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12768 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.20 m**

Data commessa: 22/9/20

Data apertura camp: 22/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



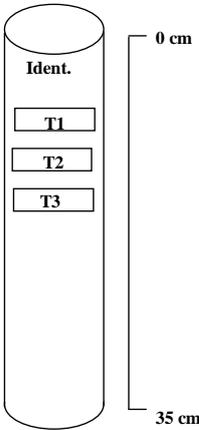
Certificato. n° 12768 del 12/10/20 Pag 2/2

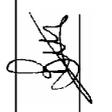
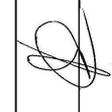
COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.20 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 22/09/2020 N° verb. accett.: 36/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

				DESCRIZIONE	
ALTO		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	
BASSO					
					Argilla alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, a struttura scagliettata consistente e non plastica. Le scaglie sono argillitiche e talora tenaci.
					Ident.: Identificazione del campione T1: Prova di taglio diretto CD


Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 12769 del 12/10/20 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in ca.da Cannemasche**SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.20 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	59.19	72	205.59
Campione 2	59.19	72	206.51
Campione 3	59.19	72	207.41

	KN/m ³
γ₁	19.935
γ₂	20.060
γ₃	20.182

γ medio: 20.059 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 29/9/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	5.58	369.26	324.57	14.010
Campione 2	5.57	311.49	269.72	15.813
Campione 3	6.12	347.85	305.21	14.257

Wn medio: 14.693 %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12770 del 12/10/20 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.20 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	72	72	72
Sezione	cm ²	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	2	2	2

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	98.53	195.59	292.65
Durata della consolidazione	24 h	24h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.749	0.970	1.800

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.003	0.003	0.003

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	19.94					14.60	23.12
B	20.07					14.47	31.00
C	20.19					14.13	31.33

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

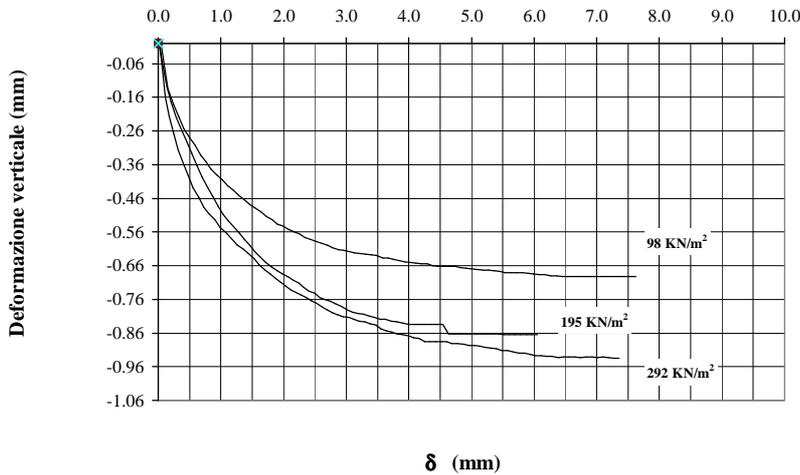
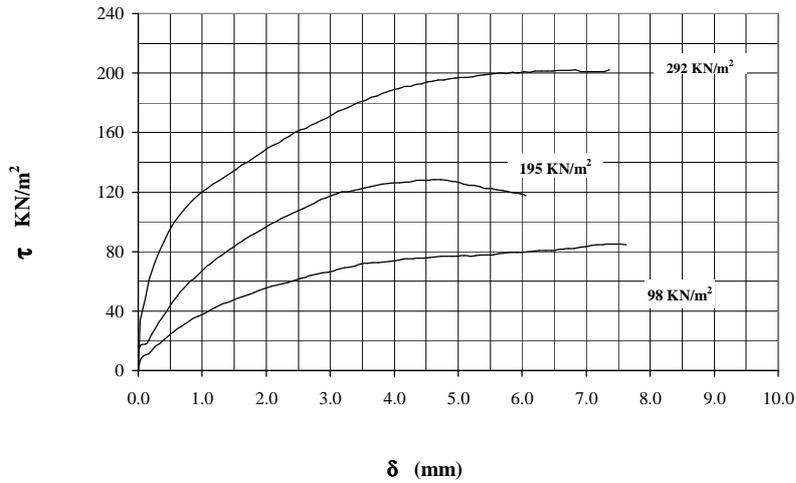


Certificato, n° 12770 del 12/10/20 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.20 m**
Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



eocima

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000559 3 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12770 del 12/10/20 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**

LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**

PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.20 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.01	0.055	8.724	-0.012	0.019	15.983	-0.014	0.027	33.814
-0.135	0.156	10.959	-0.126	0.133	18.104	-0.159	0.110	48.504
-0.182	0.245	15.102	-0.175	0.21	24.622	-0.216	0.176	61.442
-0.219	0.328	18.109	-0.22	0.288	29.950	-0.267	0.249	71.597
-0.255	0.411	21.250	-0.256	0.367	34.657	-0.318	0.323	79.535
-0.28	0.503	24.391	-0.291	0.453	40.554	-0.356	0.401	86.855
-0.302	0.589	27.398	-0.326	0.534	45.726	-0.395	0.480	93.916
-0.331	0.674	29.736	-0.363	0.618	50.433	-0.428	0.557	99.380
-0.35	0.765	32.276	-0.397	0.704	54.778	-0.458	0.646	104.329
-0.374	0.843	34.614	-0.428	0.788	58.710	-0.487	0.727	108.813
-0.391	0.934	36.619	-0.455	0.871	62.020	-0.505	0.814	112.834
-0.406	1.026	38.423	-0.484	0.958	65.227	-0.524	0.900	116.287
-0.422	1.113	40.428	-0.508	1.041	68.900	-0.545	0.984	119.638
-0.437	1.203	42.299	-0.528	1.122	71.848	-0.562	1.080	122.524
-0.451	1.286	44.103	-0.547	1.208	74.693	-0.581	1.167	125.411
-0.465	1.377	45.507	-0.563	1.293	77.280	-0.599	1.259	127.524
-0.477	1.461	46.843	-0.583	1.378	79.762	-0.611	1.353	130.102
-0.489	1.554	48.447	-0.601	1.466	82.297	-0.624	1.435	132.730
-0.501	1.64	49.717	-0.618	1.545	84.935	-0.639	1.531	135.205
-0.513	1.727	51.187	-0.636	1.633	87.263	-0.658	1.616	138.091
-0.524	1.815	52.590	-0.65	1.721	89.590	-0.673	1.704	139.998
-0.536	1.904	54.060	-0.664	1.809	91.866	-0.685	1.787	142.627
-0.543	1.991	55.464	-0.675	1.897	93.935	-0.697	1.861	144.741
-0.552	2.081	56.466	-0.685	1.983	96.108	-0.707	1.947	147.163
-0.56	2.169	57.468	-0.693	2.065	98.177	-0.720	2.032	149.844
-0.566	2.253	58.537	-0.704	2.154	100.246	-0.731	2.117	151.545
-0.576	2.345	59.272	-0.712	2.237	102.108	-0.740	2.200	153.246
-0.582	2.432	60.408	-0.725	2.324	104.074	-0.746	2.281	155.668
-0.588	2.521	61.678	-0.736	2.408	105.574	-0.755	2.364	157.575
-0.594	2.611	62.680	-0.742	2.496	107.281	-0.764	2.448	159.998
-0.6	2.699	63.816	-0.754	2.582	109.195	-0.771	2.531	161.751
-0.607	2.784	64.685	-0.76	2.667	110.850	-0.783	2.616	162.885
-0.612	2.874	65.554	-0.767	2.754	112.350	-0.792	2.696	164.740
-0.615	2.963	66.022	-0.773	2.835	114.523	-0.800	2.785	166.751
-0.618	3.054	67.158	-0.782	2.926	115.919	-0.807	2.870	168.452
-0.622	3.136	68.227	-0.79	3.016	117.574	-0.811	2.954	170.153
-0.624	3.223	69.029	-0.798	3.104	118.816	-0.814	3.043	172.008
-0.626	3.311	69.630	-0.803	3.194	120.109	-0.819	3.123	174.328
-0.627	3.401	70.565	-0.804	3.281	120.213	-0.824	3.210	175.771
-0.63	3.487	71.701	-0.809	3.369	121.247	-0.827	3.296	177.317
-0.637	3.584	72.236	-0.813	3.456	122.126	-0.833	3.379	178.864
-0.637	3.67	72.504	-0.82	3.545	122.954	-0.837	3.471	180.719
-0.64	3.751	72.570	-0.819	3.632	123.626	-0.847	3.553	181.802
-0.644	3.845	73.105	-0.824	3.725	124.713	-0.853	3.638	183.709

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12771 del 12/109/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**

LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**

PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **3.20 m**

Data commessa: 22/9/20

Data apertura camp: 22/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12772 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **9.40 m**

Data commessa: 22/9/20

Data apertura camp: 22/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12772 del 12/10/20 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **9.40 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20

Data esecuz. prova : 22/09/2020

N° verb. accett.: 36/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO		0 cm			Argilla alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, consistente e non plastica, a struttura scagliettata. Sono presenti scaglie di natura argillitica localmente tenaci.
BASSO		25 cm			

Ident.: Identificazione del campione

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12773 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **14.30 m**

Data commessa: 22/9/20

Data apertura camp: 22/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12774 del 12/10/20 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.25 m**

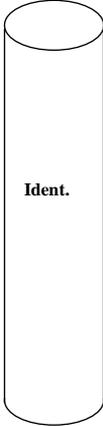
Data ricevimento camp: 22/9/20

Data esecuz. prova : 22/09/2020

N° verb. accett.: 36/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO		0 cm			Argilla alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, consistente e non plastica, a struttura scagliettata. Sono presenti scaglie di natura argillitica localmente tenaci.
BASSO		24 cm			
					Ident.: Identificazione del campione

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12775 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Cefalù (PA) - Lungomare**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data commessa: 22/9/20

Data apertura camp: 22/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 12775 del 12/10/20 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **5.00 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20

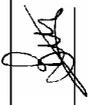
Data esecuz. prova : 22/09/2020

N° verb. accett.: 36/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

				DESCRIZIONE	
ALTO		0 cm			Argilla alterata di colore tabacco con tracce di ossidazione rossastra, consistente e non plastica, a struttura scagliettata. Sono presenti scaglie di natura argillitica localmente tenaci.
BASSO		25 cm			
Ident.: Identificazione del campione					


Lo Sperimentatore


Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 12689 del 12/10/20 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **1.25 m**

Data ricevimento camp: 22/9/20 Data esecuz. prova : 30/9/20 N° verb. accett.: 36/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	59.19	72	205.59
Campione 2	59.19	72	206.51
Campione 3	59.19	72	207.41

	KN/m ³
γ₁	19.935
γ₂	20.060
γ₃	20.182

γ medio: 20.059 KN/m³**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 29/9/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	5.58	369.26	324.57	14.010
Campione 2	5.57	311.49	269.72	15.813
Campione 3	6.12	347.85	305.21	14.257

Wn medio: 14.693 %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



geocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato. n° 12776 del 12/10/20 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Dott. Geol. P. Messina**
LOCALITA' : **Luogo Marchese – Pollina (PA)**
PROGETTO : **Rimodellamento ambientale in c.da Cannemasche**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **14.30 m**

Data commessa: 22/9/20

Data apertura camp: 29/9/20

N° verb. accett.: 36/20

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

