



Missione 4 – Istruzione e Ricerca – Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università – Investimento 1.3: “Piano per le infrastrutture per lo sport nelle scuole”, finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU

REALIZZAZIONE DI UNA PALESTRA A SERVIZIO DELLA STRUTTURA SCOLASTICA I.T.T. “G. Malafarina” – Comune di Soverato (CZ) – CUP C35E22000040006 - CIG: 9543843464



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Amministrazione
Provinciale di
Catanzaro



CODICE ELABORATO:

SOV_E_RS_002

NOME ELABORATO:

**RELAZIONE GEOLOGICA E PLANIMETRIA
DELLE INDAGINI GEOLOGICHE**

R.U.P. : Ing. Antonio Leone

I Progettisti:

Arch. Giovanni B. Giannotti
(mandataria)

GIANNOTTI
ARCHITECTURE & DESIGN

Via A. De Gasperi n°2 88068 - Soverato (CZ)

OMARCH S.R.L.
(mandante)

arch. Fabio Montesano
arch. Roberto Carpino
arch. Domenico Conaci
arch. Antonio Marra
dott. geol. Giuseppe Scala

OMARCH
OFFICINA MEDITERRANEA DI ARCHITETTURA

Via Otranto n°2 88100 - Catanzaro (CZ)

Arch. Danilo Cosco
(giovane prof. mandante)



PROGETTO ESECUTIVO

LUGLIO 2023

REVISIONE N°:

**INDICE:**

premessa	1
normativa di riferimento	2
articolazione del lavoro	5
inquadramento geografico e struttura in progetto	7
analisi dei vincoli	10
inquadramento geologico generale.....	23
inquadramento geomorfologico	27
caratteristiche idrogeologiche e falda acquifera	27
classificazione sismica e zonazione sismogenetica	29
sismicità dell'area	33
piano indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche	36
indagine sismica masw.....	44
indagini geognostiche pregresse	49
sismostratigrafia e modello litotecnico	53
compatibilità e fattibilità dell'opera.....	56
allegati.....	58



PREMESSA

In ottemperanza alle disposizioni legislative vigenti in materia il sottoscritto Dott. Geologo Scala Giuseppe, regolarmente iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Calabria, con il numero di riferimento 1166, ho redatto la presente relazione Geologica.

L'area interessata dal presente studio è situata nel Comune di Soverato (CZ) e riguarda l'intervento di realizzazione di una palestra a servizio della struttura scolastica I.T.T.G. "G. Malafarina" – Comune di Soverato (CZ).





L'obiettivo principale di questo lavoro è stato quello di definire un modello concettuale in grado di rispondere alle specificità che la progettazione dell'opera richiede, con il fine di verificarne la fattibilità geologica anche in relazione alle pericolosità e vincoli eventualmente presenti.

Le indagini svolte nell'area di studio hanno avuto come scopo:

- ✓ caratterizzazione del sito dal punto di vista sismico secondo il D.M. 17.01.2018;
- ✓ modellazione geologica del sito;
- ✓ caratterizzazione geotecnica del sito.

Nel presente studio sono presenti gli esiti di indagini geognostiche pregresse eseguite in prossimità dell'area di pertinenza dal Dott. Gullifa (Novembre 2022) per i lavori di realizzazione del nuovo corpo laboratori – Istituto Tecnico Tecnologico "G. Malafarina" – Soverato (CZ).

Di seguito sono elencati gli allegati dove sono state riportate nello specifico i risultati conseguiti da tale studio e le indicazioni che da essi possono essere tratti.

ALLEGATI ALLA PRESENTE RELAZIONE:

- ✓ *Stralcio Carta Geologica Della Calabria- "Soverato" (CZ) (Allegato 1)*
- ✓ *Prova penetrometrica dinamica super Pesante DPHS(Allegato 2)*
- ✓ *Indagine sismica MASW(Allegato 3)*

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il lavoro sarà condotto secondo i dettami delle seguenti normative tecniche:



- R.D.3267/23: *"Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani"*.
- L. 10/05/76 n. 319: *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*;
- L.08/07/86 n.349: *"Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale"*;
- D.M. 11/03/88: *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce..."*;
- L. 18/05/89 n. 183: *"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*;
- D.P.C.M. 23/03/1990: *"Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*;
- L.R. 29/11/1996 n.35: *"Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni"*;
- D.M. 14/02/1997: *"Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico"*;
- L.R. del 03/08/1998 n°267: *"Programma Regionale di difesa del suolo"*;
- L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): *"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999)*;
- D.L. 18/08/2000 n. 258: *"Disposizioni correttive ed integrative del D.L. 152/99"*;
- D.G.R. 31/07/2002 n.20: *"Approvazione/Adozione Linee Guida PAI"*.
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380: *"Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"*;
- L.R. 16/04/2002 n. 19: *"Norme per la tutela, governo ed uso del territorio - Legge Urbanistica della Calabria"*;
- D.L. 03/04/2006 n. 152: *"Norme in materia ambientale"*;
- DM 14/01/2008: *"Nuove Norme tecniche per le costruzioni"*.
- O.P.C.M.13/11/2010 n.3907: *"Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico"*;
- R.R. n. 7 del 28 giugno 2012 s.m.i. *"Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla L.R. n. 35 del 19 ottobre 2009 s.m.i." (testo coordinato con le modifiche ed integrazioni di cui al R.R. n. 3 del 24.02.2014 approvato con delibera G.R. n° 51 del 20.02.2014 pubblicato sul BURC parte I n. 9 del 03.03.2014 ripubblicato con avviso di errata corrige sul BURC parte I n. 10 del 5.03.2014)*;
- L.R. 28/12/2015, n. 37: *"Modifica alla legge regionale n. 35 del 19 ottobre 2009 e s.m.i. (Procedure per la denuncia degli interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica)"*.
- R.R. n.15 del 29/11/2016 *"Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica" di cui alla legge regionale n. 37 del 28 dicembre 2015"*.
- DM 17/01/2018: *"Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni"*.
- Decreto del Segretario Generale DS n. 540 del 13.10.2020 su Adozione delle



Misure di Salvaguardia relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di assetto idrogeologico configurate nei progetti di varianti di aggiornamento dei PAI alle nuove mappe del PGRA da approvarsi ai sensi dell'articolo 68 comma 4-ter del D.Lgs n. 152 del 3 aprile 2006, integrato all'art. 54 della Legge 120 dell'11 settembre 2020 "Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale"



ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

Il presente lavoro è stato svolto nelle seguenti fasi:

1. Studio preliminare dell'area condotto mediante l'analisi dei dati derivanti dal rilevamento geologico, integrate con dati derivanti dalle consultazioni bibliografiche e cartografiche.
2. Campagna di indagini geognostiche, geofisiche al fine di ottenere un quadro sufficiente di informazioni circa la natura e la disposizione dei terreni costituenti il sottosuolo. Di seguito le indagini svolte:

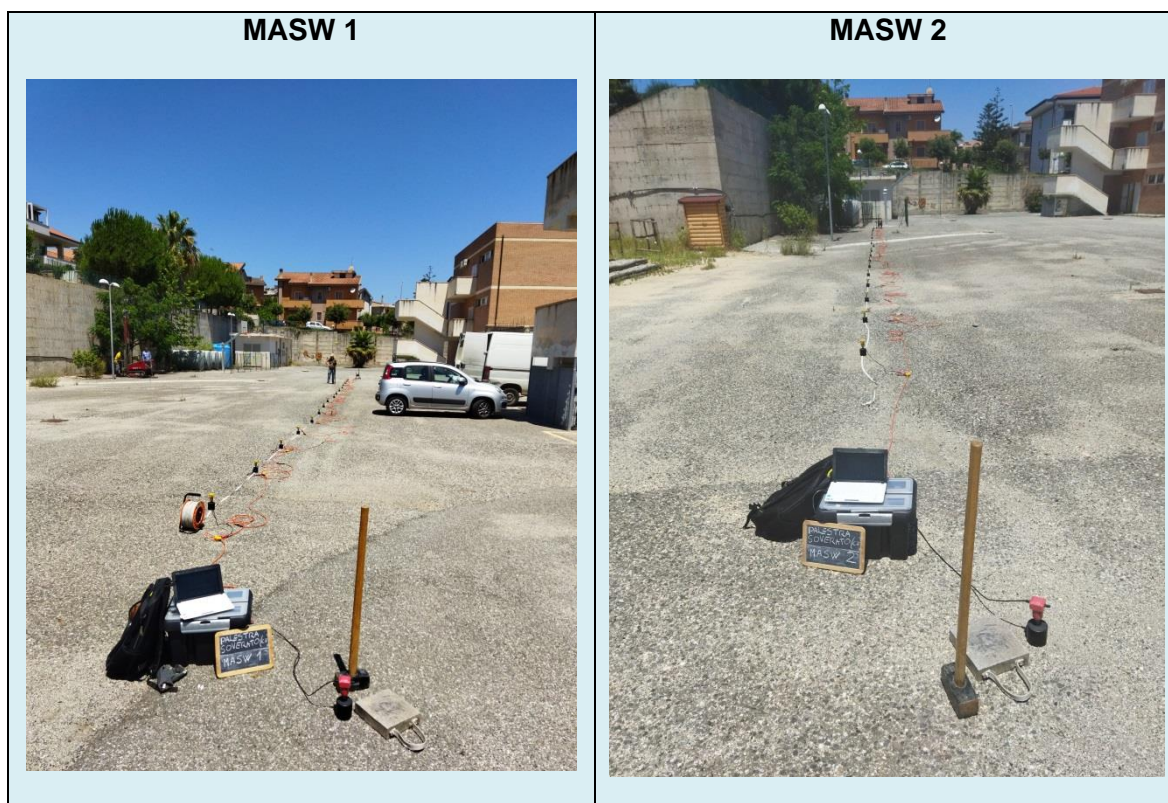
➤ *Esecuzione di N° 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti*

DPSH





➤ *Esecuzione di N° 2 indagine sismica di superficie MASW*



3. Definizione del **Modello Geologico** del sito d'interesse
4. Elaborazione dei dati acquisiti nelle precedenti fasi d'indagine e considerazioni sui risultati scaturiti dallo studio eseguito



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E STRUTTURA IN PROGETTO

Soverato è un comune italiano di 8.566 abitanti della provincia di Catanzaro in Calabria (Fig.1), si trova nel Golfo di Squillace, sorge su una pendice collinare tra le valli del fiume Ancinale e quelle del torrente Beltrame. La baia di Soverato rappresenta l'insenatura più interna del Golfo di Squillace da cui parte l'istmo di Catanzaro. Soverato è suddivisa in tre zone contingenti, la prima sulla costa (Soverato Marina), la seconda in bassa collina, poco distante e leggermente distaccata dalla prima (Soverato Superiore) e la terza, alla stessa altezza della seconda, rappresenta quel che rimane della vecchia Soverato, distrutta dal terremoto del 1783 (Soverato Vecchia), risalente al IX-X secolo. La popolazione è prevalentemente accentrata nella parte bassa della cittadina.

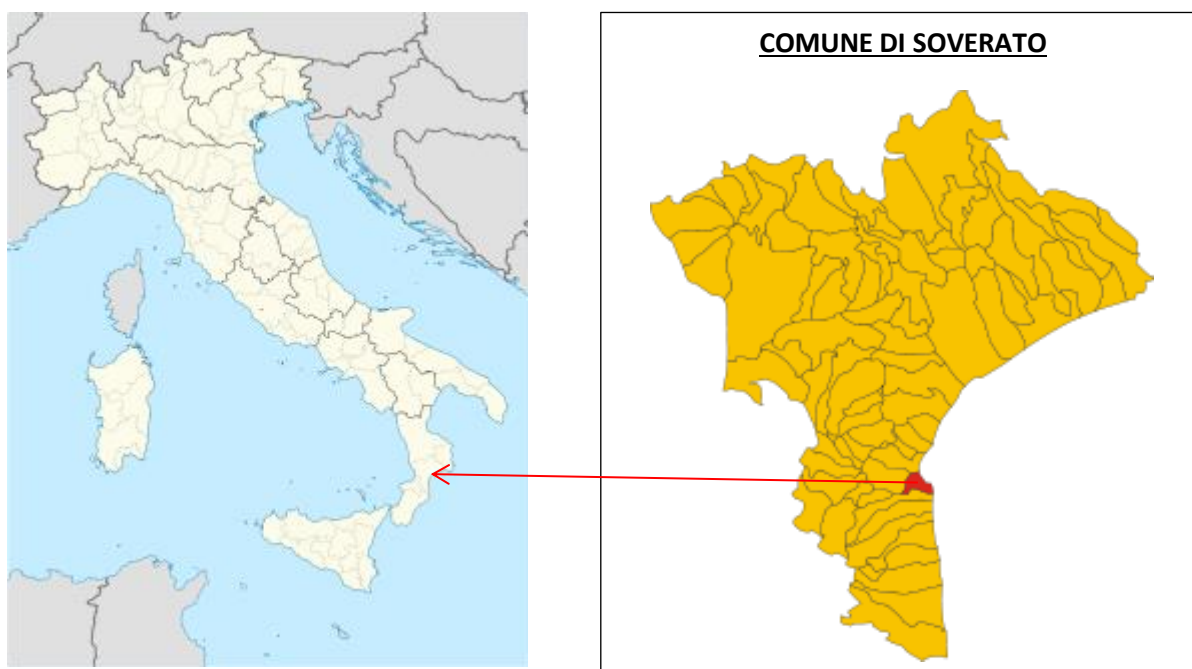


Fig. 1 –Comune di Soverato (CZ)

L'area oggetto di tale studio si identifica con le seguenti coordinate:

WGS84	Latitudine 38.684005	Longitudine 16.547043
ED50	Latitudine 38.685032	Longitudine 16.547838



Di seguito viene riportato una foto aerea senza scala, da *google maps* dove viene evidenziata l'area di studio (Fig.2):



Fig.2 – particolare area di studio google maps

Sull'area interessata dall'intervento insiste l'attuale edificio scolastico "Scuola secondaria di secondo grado", un edificio su tre livelli fuori terra, con una superficie in pianta di 1950 m² a piano, comprensivo di locali adibiti a servizi connessi all'esercizio scolastico. La palestra di nuova realizzazione sarà edificata in adiacenza al volume dell'istituto Scolastico "Malafarina" (Fig.3). Il progetto prevede un edificio distinto in un volume centrale, che chiude la corte esistente, rappresentato dall'area del campo da gioco, altri due edifici adiacenti a questo ma separati strutturalmente che identificabili come il volume degli spogliatoi ed il locale deposito ed infermeria.



Nell'immagine che segue vengono messi in evidenza i rispettivi volumi, la posizione della nuova costruzione e la posizione del complesso scolastico dell'Istituto Malafarina :

1. Scuola Malafarina ESISTENTE;
2. Palstra NUOVA REALIZZAZIONE;
3. Medicheria e deposito NUOVA REALIZZAZIONE;
4. Spogliatoio NUOVA REALIZZAZIONE.

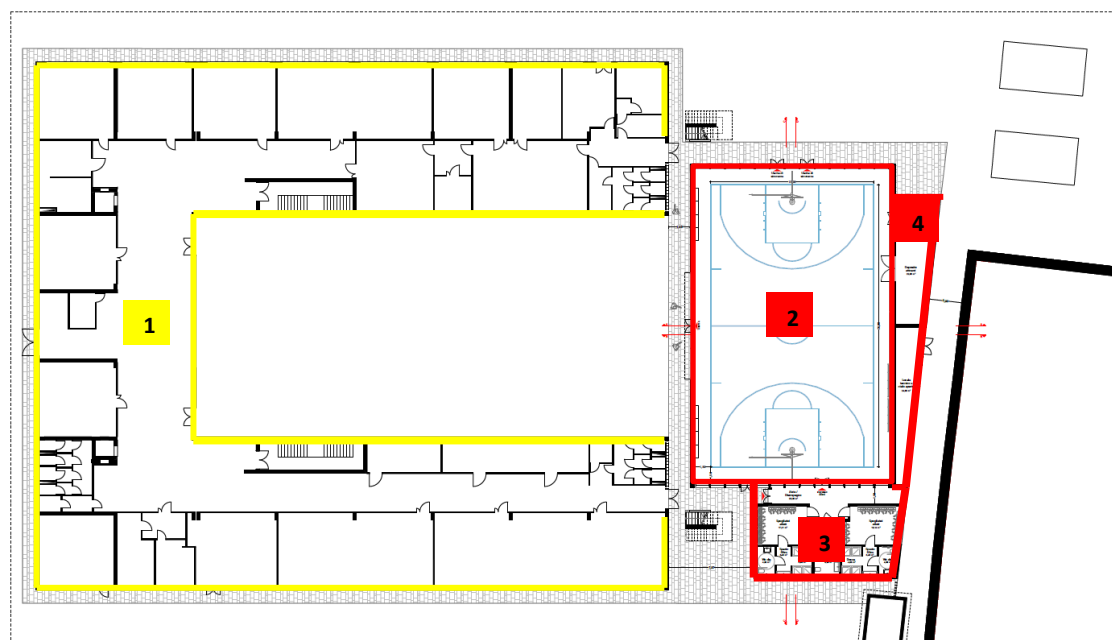
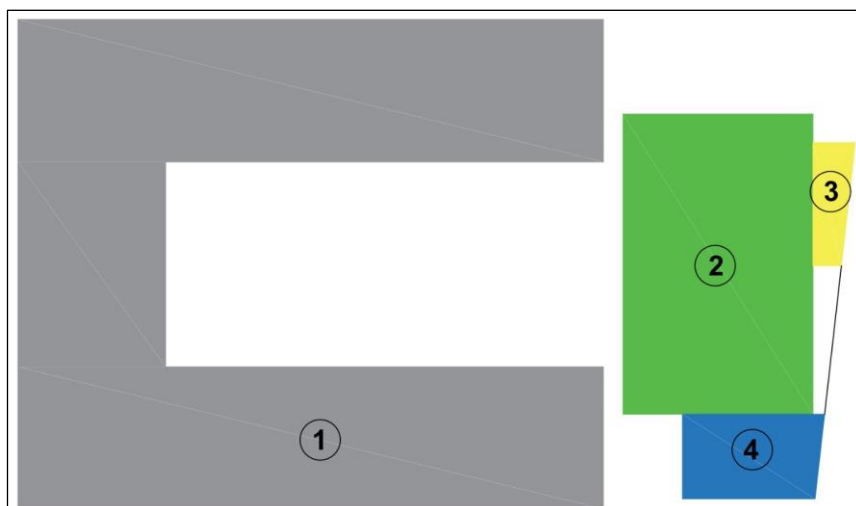




Fig.3 – Complesso scolastico Istituti "Malafarina", posizione della struttura di nuova costruzione e disposizione all'interno del complesso scolastico

ANALISI DEI VINCOLI

Nel presente lavoro è stata fatta un'analisi aggiornata dei vincoli ricadenti sull'area di studio, prendendo in considerazione il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico, di seguito denominato P.A.I., e le *Misure di salvaguardia*, collegate all'adozione dei progetti di variante predisposti in attuazione degli aggiornamenti mappe PAI/PGRA di cui alla delibera CIP n. 1 del 20.12.2019.

❖ PAI - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Il P.A.I. rappresenta, nel territorio della Regione Calabria, i livelli di pericolosità e rischio derivanti dal dissesto idrogeologico relativamente alla dinamica dei versanti ed alla pericolosità geomorfologica e alla dinamica dei corsi d'acqua ed alla pericolosità idraulica e d'inondazione; ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria (in seguito denominata "ABR"), pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture. Adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino in data 29.10.2001, il PAI è stato definitivamente **approvato**, dalla Giunta della Regione Calabria, in data 31.10.2001.

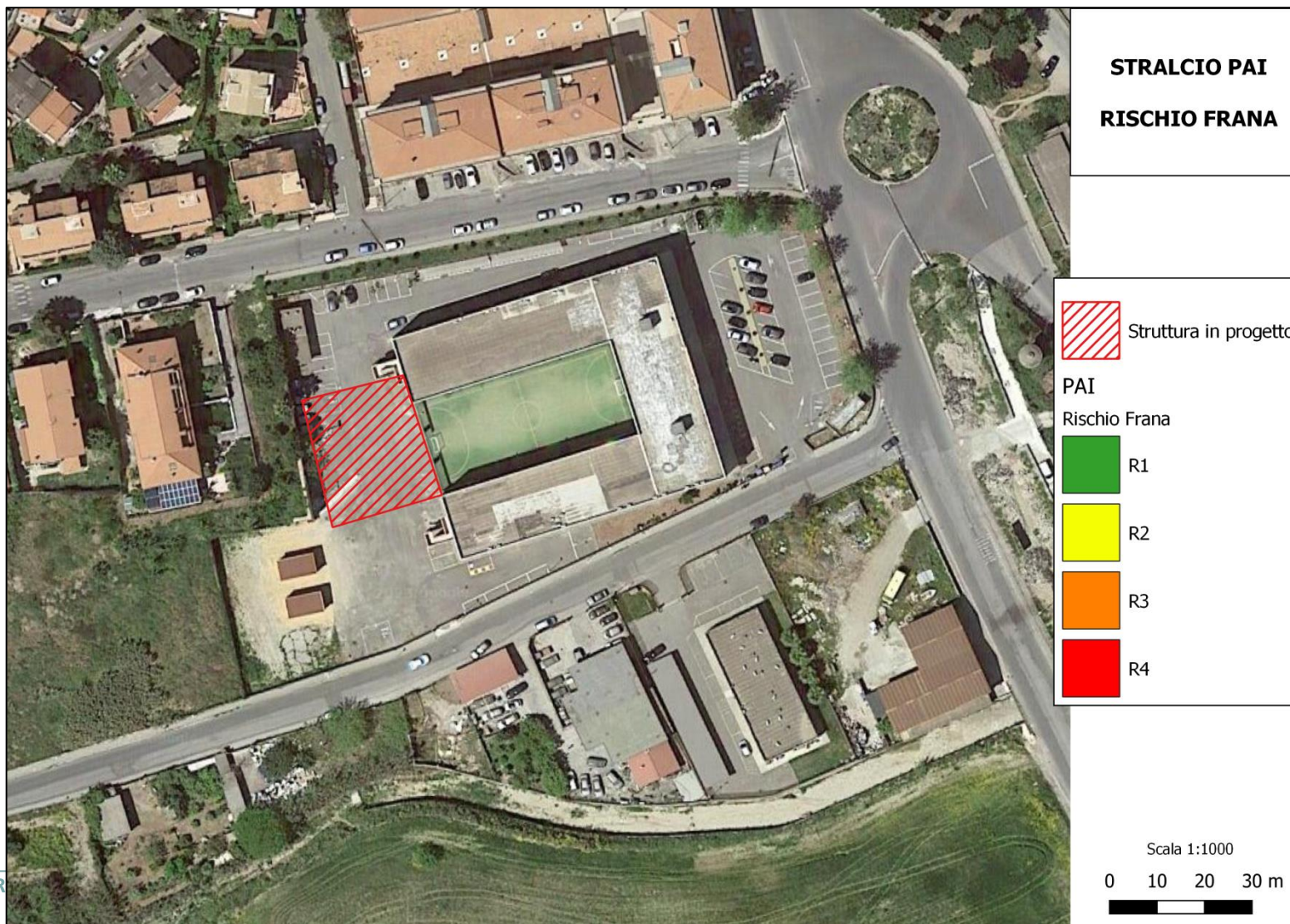
Per la zona di intervento sono state prese in considerazione e analizzate le seguenti carte nell'ambito del PAI della Regione Calabria:

- Aree rischio Frana in scala 1:1000 – Comune di Soverato (CZ) – (Fig.4)
- Aree pericolo Frana in scala 1:1000 – Comune di Soverato (CZ) – (Fig.5)
- Aree a rischio idraulico in scala 1:1000 - Comune di Soverato (CZ)- (Fig.6)



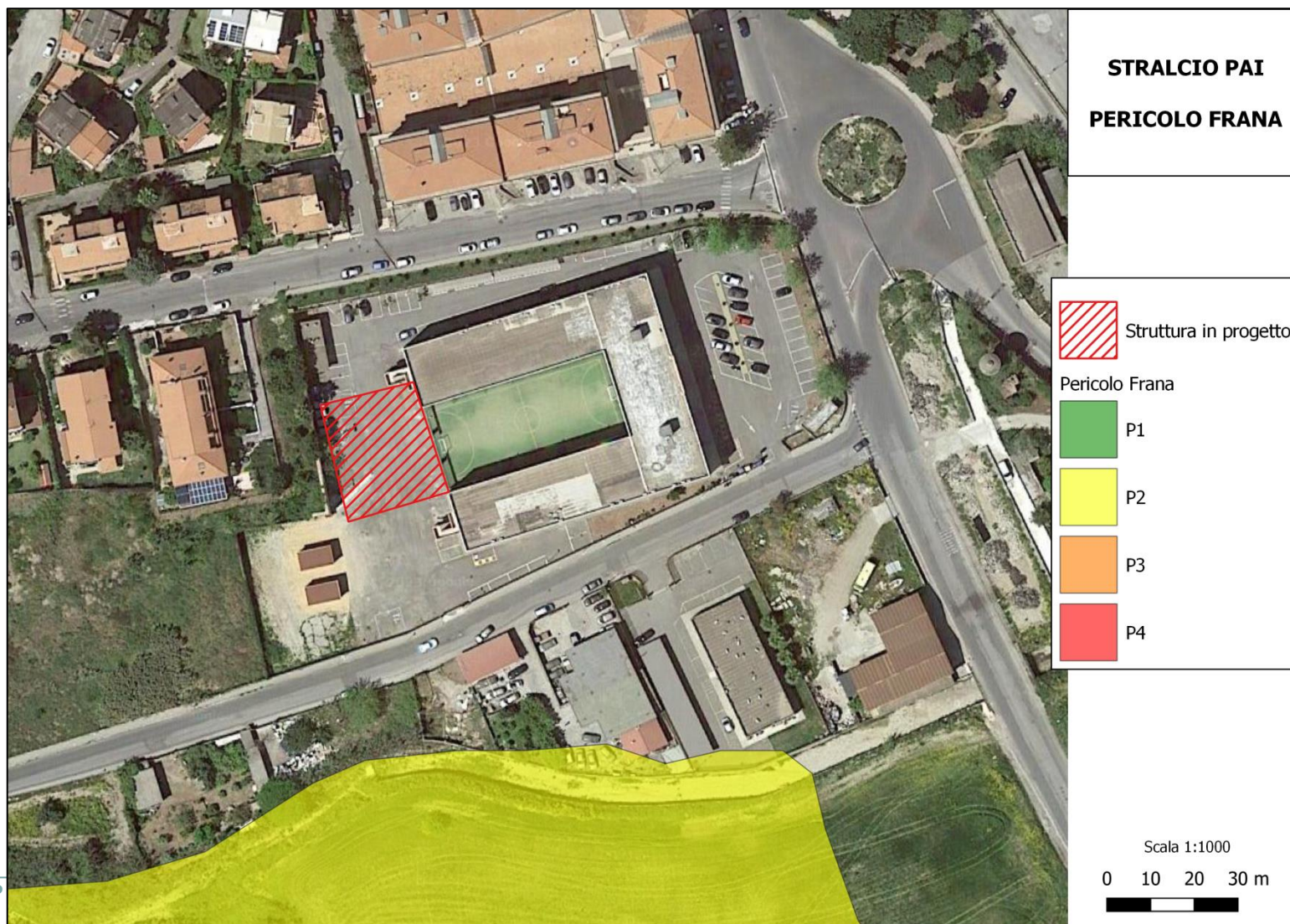


- Stralcio PAI – Aree rischio Frana – Comune di Soverato (CZ) – (Fig.4)





- Stralcio PAI – Aree pericolo Frana – Comune di Soverato (CZ) – (Fig.5)





- Aree a rischio idraulico in scala 1:1000 - Comune di Soverato (CZ) – (Fig.6)



❖ **Misure di salvaguardia relative alle aree d'attenzione del PGRA** (Piano di Gestione del rischio di alluvioni)

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ha adottato, con DS n. 540 del 13.10.2020, le Misure di salvaguardia collegate all'adozione dei progetti di variante predisposti in attuazione degli aggiornamenti mappe PAI/PGRA di cui alla delibera CIP n. 1 del 20.12.2019 (cfr. allegato n.1 al DS), con efficacia a decorrere dal 14.10.2020.

Secondo le *Misure di salvaguardia*, per qualsiasi trasformazione territoriale, il professionista ha l'obbligo di appurare se l'area d'interesse (pur non ricadendo tra quelle classificate a rischio dal PAI) è compresa tra le **Aree di attenzione del PGRA**. Queste ultime necessitano, infatti, di approfondimenti di studio per una precisa classificazione dei livelli di pericolosità e di rischio di alluvioni.

In particolare, le **prescrizioni sulle misure da adottare nelle Aree di attenzione del PGRA**, per come riportate all'art. 4 – *Disposizioni per le aree di attenzione PGRA* (cfr. allegato n.1 al DS), sono:

- *migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;*
- *non comportare significative alterazioni morfologiche o topografiche e un apprezzabile pericolo per l'ambiente e le persone;*
- *non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;*
- *non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;*
- *non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi individuati dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;*
- *garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;*
- *limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;*
- *rispondere a criteri di basso impatto ambientale, facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.*

Nelle aree di attenzione PGRA sono consentiti esclusivamente:

- *gli interventi volti a ridurre la vulnerabilità dei beni presenti nelle aree di attenzione*

PGRA, nonché gli interventi idraulici di regolazione, di regimazione e di manutenzione volti al miglioramento delle condizioni di deflusso e tali da non aumentare il rischio di inondazione a valle, da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva e nel rispetto delle componenti ambientali e degli habitat fluviali eventualmente presenti;

- gli interventi di demolizione dei corpi di fabbrica esistenti, anche con ricostruzione con incremento massimo di volumetria pari al 20% di volumetria utile e utilizzando criteri costruttivi volti alla riduzione della vulnerabilità;*
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. 328/2001 e s.m. e i., con aumento di superficie o volume non superiore al 20%;*
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non producano un significativo incremento del valore del rischio idraulico dell'area;*
- l'espianto e il reimpianto di colture;*
- la realizzazione di annessi agricoli purché dispensabili alla conduzione del fondo;*
- tutti gli ulteriori interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, compresi quelli di cui alle lett. b) e c), senza le limitazioni imposte, a condizione che non comportino apprezzabili alterazioni al regime idraulico dei luoghi.*

Gli interventi idraulici di cui alla lettera a) devono essere corredati da uno studio idrologico e idraulico predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente, che individui le condizioni di pericolosità e rischio esistenti e garantisca il rispetto delle condizioni imposte alla medesima lettera a). Gli interventi di cui alla lettera d), a esclusione di quelli di manutenzione, devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente che valuti i livelli di pericolosità e/o rischio della zona d'interesse ante e post operam e garantisca la compatibilità degli interventi con le disposizioni della normativa del Piano Stralcio. Gli interventi di cui alla lettera g) devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente, che determini i livelli di pericolosità e/o rischio della zona d'interesse e la compatibilità degli interventi a farsi con le disposizioni delle norme di attuazione. Inoltre, l'art. 5 – Pareri di compatibilità dell'Autorità di Bacino prescrive che: **Gli interventi consentiti di cui all'art. 4 lettere a), d) e g)**, per i quali è prevista la predisposizione dello studio idrologico e idraulico e/o lo studio di compatibilità idraulica, **sono soggetti al parere vincolante dell'Autorità di Bacino**, che potrà fornire anche le eventuali prescrizioni per il rispetto di tutte le disposizioni di cui all'art.4. **Per gli**

inerenti di cui ai restanti punti b), c), e) ed f), l'Autorità di Bacino potrà essere sentita, qualora i relativi interventi per dimensione e complessità possano avere rilevanza in rapporto alle condizioni di pericolosità e rischio idraulico dell'area interessata; in tal caso, l'AdB potrà, eventualmente, richiedere la redazione dello studio di compatibilità idraulica.

Per l'area di studio è stata analizzata la seguente cartografia a scala di visualizzazione differente (Fig. 7-8):

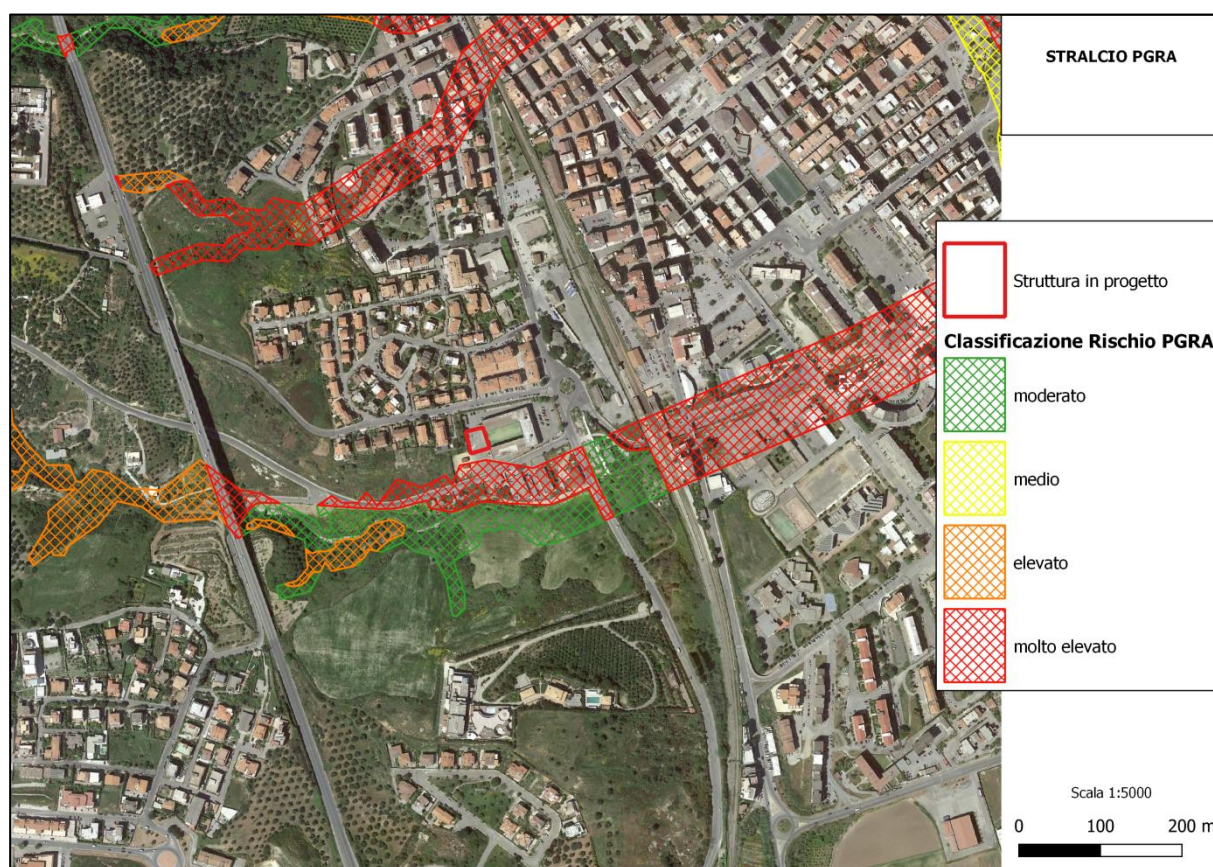


Fig.7 - Stralcio mappa PGRA Comune di Soverato in scala 1:5000 (CZ)

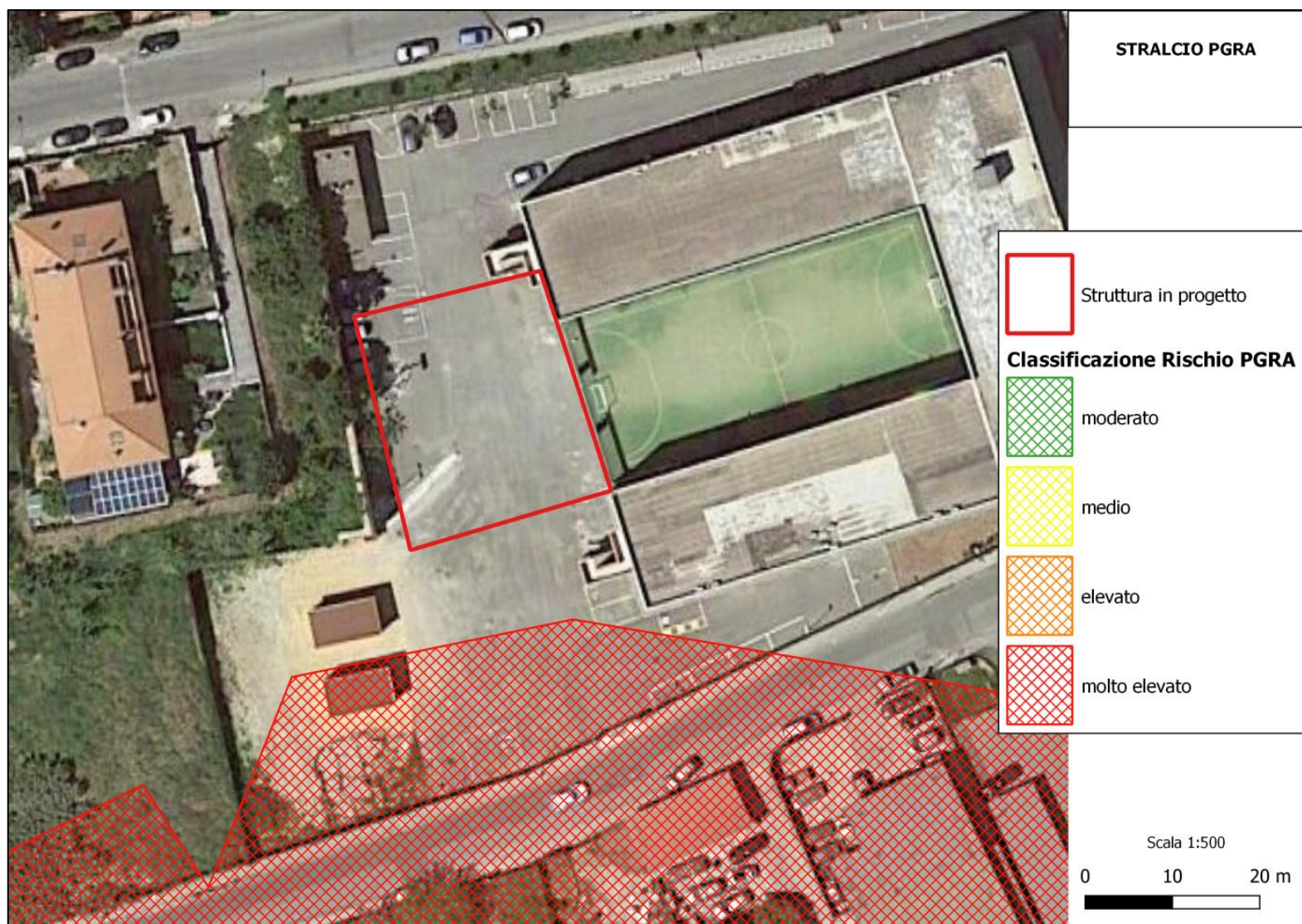


Fig.8 - Stralcio mappa PGRA Comune di Soverato in scala 1:500 (CZ)

In riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ai sensi dell'art.1-bis della L.365/2000, dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n.183, dell'art.1 legge 3 agosto 1998 n.267, è importante sottolineare che l'area oggetto di intervento risulta essere estranea da vincoli imposti dal P.A.I. regionale così come non ricade in area di attenzione da P.G.R.A..

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'Arco Calabro Peloritano presenta un elemento di congiunzione tra la Catena appenninica s.s. e la catena siciliano-maghrebide. Esso è costituito da due settori, caratterizzati da un assetto e da una storia evolutiva differenti, che vengono a contatto lungo un allineamento orientato grosso modo in direzione ENE-WSW che da Capo Vaticano si estende fino a Soverato.

Il Comune di Soverato è ubicato nella parte meridionale dell' ACP (Fig.9), settore questo caratterizzato da una serie di unità cristalline che si sovrappongono alle coperture sedimentarie.

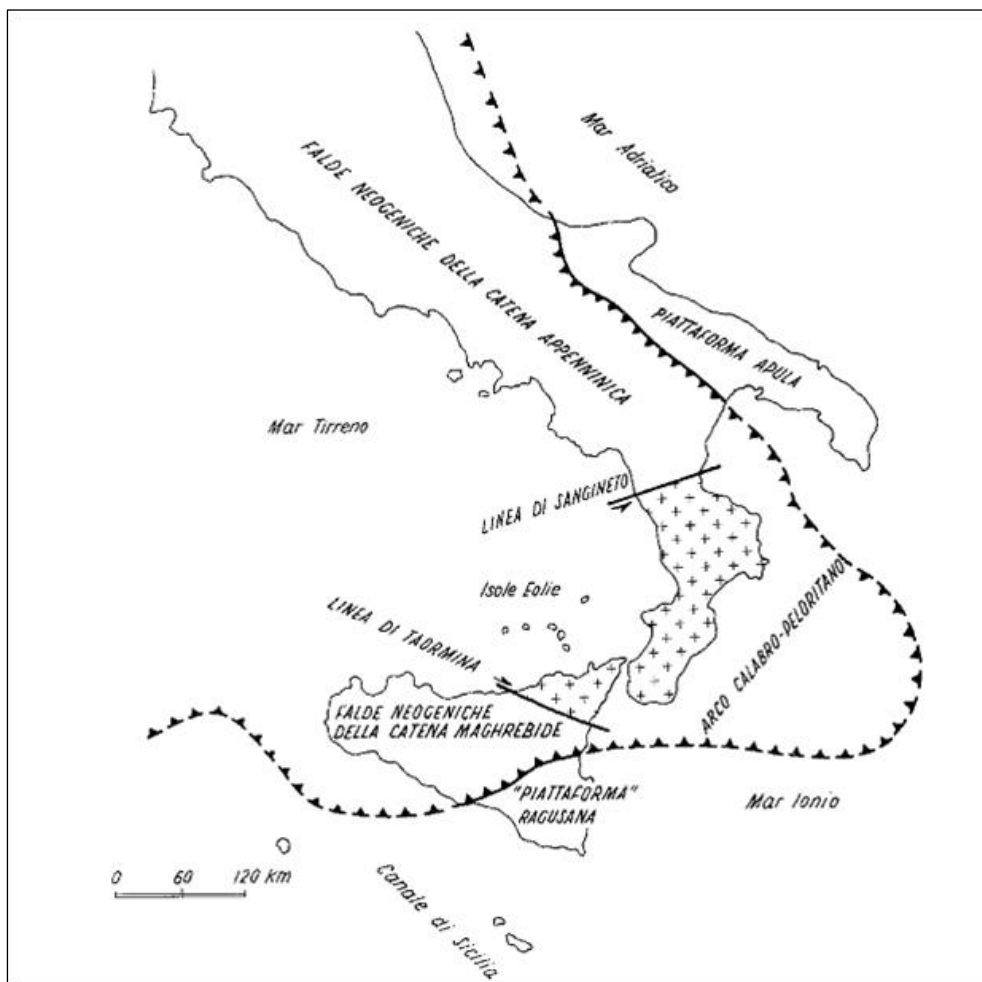


Fig 9 – Collocazione dell'Arco Calabro-Peloritano all'interno del Sistema appenninico-maghrebide (Amodio-Morelli et Al., 1976).

Corograficamente il paesaggio geo-litologico nel quale ricade l'area d'indagine è inquadrato nel Foglio 242 – III - S.O. della Carta Geologica della Calabria, edita dalla Cassa

del Mezzogiorno in scala 1:25.000, Tavola "Soverato" (Fig.10).

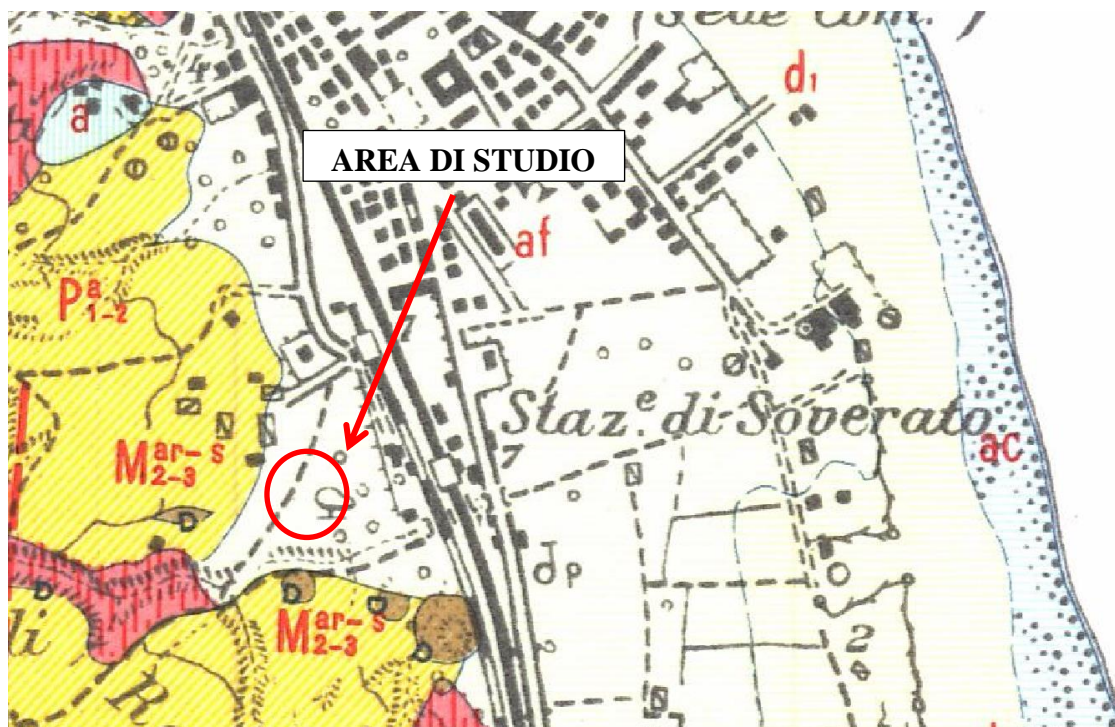


Fig.10 - Stralcio Carta Geologica della Calabria - Foglio 242 – III - S.O. in scala 1:25.000 con individuazione area di studio "Soverato"

La formazione affiorante nel settore interessato dalla realizzazione della struttura in oggetto nonché dalle opere complementari, appartengono cronologicamente all'Olocene e sono identificate come:

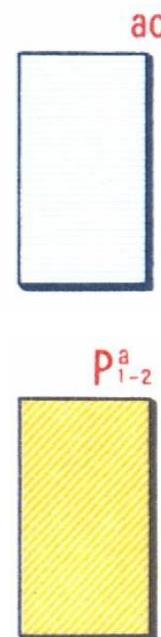
(af) alluvioni fissate dalla vegetazioni o artificialmente.

I depositi alluvionali sono formazioni geologiche costituite da sedimenti e detriti trasportati e depositati dai corsi d'acqua. Questi sedimenti sono trasportati dalla forza dell'acqua e vengono accumulati

lungo i margini dei corsi d'acqua o nelle aree di alluvionamento. Il processo di formazione dei



depositi alluvionali inizia quando i fiumi e i torrenti trasportano detriti come sabbia, ghiaia, limo e argilla da zone più elevate verso valle. Durante periodi di maggiore flusso d'acqua, come in seguito a forti piogge o scioglimento delle nevi, la capacità di trasporto dei fiumi aumenta e, di conseguenza, possono depositare quantità significative di materiale lungo le loro sponde. Con il passare del tempo, questi sedimenti si accumulano e possono dare origine a depositi alluvionali estesi e stratificati. La composizione e la distribuzione dei sedimenti dipendono dalle caratteristiche del bacino idrografico di provenienza, dalle condizioni del flusso d'acqua, dalla topografia dell'area e dalle caratteristiche dei materiali erosivi



Nell'area di studio i depositi alluvionali sono per lo più sabbioso-limosi, talvolta ghiaiosi con ciottoli molto arrotondati e di forma sferoidale, sia di rocce cristalline che sedimentarie. La composizione dei depositi clastici è estremamente eterogenea in ragione della variabilità composizionale dei litotipi affioranti e del loro grado di erodibilità;

Tali depositi sono costituiti da materiale di origine alluvionale, di età Olocenica, formata da depositi clastici sabbiosi-limosi-ghiaiosi, con la presenza di sabbie grossolane alternate a strati sabbiosi con granulometria da fine a media e intercalazioni ghiaiose con la presenza di ciottolame di dimensioni differenti.

Di seguito vengono elencate e descritte nel dettaglio le formazioni principali situate in prossimità dell'area d'interesse:

(ac) Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali

Questa litologia è presente nella parte corrispondente alla linea di costa e non interessa l'area di interesse progettuale. Presentano caratteristiche quali un'elevata permeabilità e una scarsa resistenza all'erosione.

(P^a₁₋₂) Argille e Marne da grigio azzurre a bianche

Questa formazione di origine sedimentaria depositate in ambiente marino sono costituite da argille e marne di colore dal grigio-azzurro a bianche e hanno un'età corrispondente al Pliocene inferiore – medio. Le argille data la loro composizione litologica presentano una scarsa resistenza all'erosione e una bassa permeabilità.

(M^{ar-s}₂₋₃) Arenarie e sabbie

Questa formazione di origine sedimentaria è formata da arenarie e sabbie, generalmente grossolane, conglomeratiche alla base quando in giacitura sulle rocce cristalline. Questo complesso presenta una discreta resistenza all'erosione, con una permeabilità variabile da media ad elevata.

(γ') Formazione di origine magmatica

Complesso di rocce acide grossolane a composizione variabile tra la quarzodiorite ed il granito, fogliettate e localmente passanti a gneiss. La biotite è il principale minerale femico. Come consistenza può variare da roccia fresca, con una buona resistenza all'erosione, a roccia alterata e degradata, facilmente disgregabile. Presenta generalmente una bassa permeabilità, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione e degradazione.

Tali formazioni sono illustrate cartograficamente nella carta geologica appositamente redatta e allegata al presente studio.



INAQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di studio mostra caratteri morfologici che si inquadrano nel margine meridionale della Calabria. Le forme di rilievo risultano condizionate dall'assetto geologico strutturale dell'area e analizzando i depositi alluvionali si nota un forte controllo dinamico dei versanti vallivi sui processi. E' possibile affermare che l'area interessata dal presente studio costituisce la parte finale della fascia costiera, in un contesto sub-pianeggiante caratterizzato da pendenze molto modeste determinando una **categoria topografia T1**. Di seguito viene prodotto un profilo topografico dell'area di studio (Fig.11):



Fig.11 –Profilo topografico dell'area di studio

La condizione morfologica attuale sub pianeggiante dell'area né conferisce un buon grado di stabilità generale, ed è possibile escludere che in futuro si possano manifestare processi morfologici tali da compromettere la fattibilità delle opere previste.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E FALDA ACQUIFERA

La Calabria presenta una struttura idrografica molto elementare, lo spartiacque principale va da nord verso sud delimitando un versante tirrenico meno esteso, ed uno ionico molto più ampio. La maggior parte dei corsi d'acqua calabresi è, quindi, caratterizzata da bacini imbriferi modesti con pendenze notevoli. L'agente morfodinamico principale, per l'ambito territoriale in cui è inserita l'area di studio, risulta essere costituito dall'azione delle acque superficiali di precipitazione che, scorrendo incanalate in compluvi naturali o liberamente ruscellanti modellano il paesaggio. Il reticolo idrografico dell'area di studio (Fig.12) presenta rami principali ad andamento subparallelo ed orientato secondo NE-SO, a ciascuno dei quali affluisce una ramificata rete di torrenti a pattern dendritico. Questi corsi d'acqua hanno regime torrentizio; il più importante, per sviluppo e portata, è il Fiume Ancinale. Il tracciato del Fiume Ancinale che corre attraverso le rocce del basamento cristallino, presenta allargamento dei fianchi vallivi e formazione di ampie piane di esondazione fluviale.



Fig.12 – Principali corsi d'acqua presenti in prossimità dell'area di studio




In prossimità dell'area di studio si trova la “fiumara” denominata Fosso Cortaglia Coturella, corso d'acqua prevalentemente a carattere torrentizio, non molto esteso,

caratterizzato da piene durante la stagione delle piogge e da scorrimento esiguo o inesistente nei mesi estivi.

I litotipi interessati dal presente lavoro formate da (Depositi alluvionali sabbiosi limosi) data la loro natura e composizione geologica presentano un buon livello di permeabilità.

Dalle indagini geognostiche di effettuate (DPHS1- DPHS2- DPHS3), è stato possibile effettuare all'interno del foro di sondaggio delle misurazioni con l'ausilio di un freatimetro, tali misurazioni non hanno riscontrato la presenza di falda acquifera.

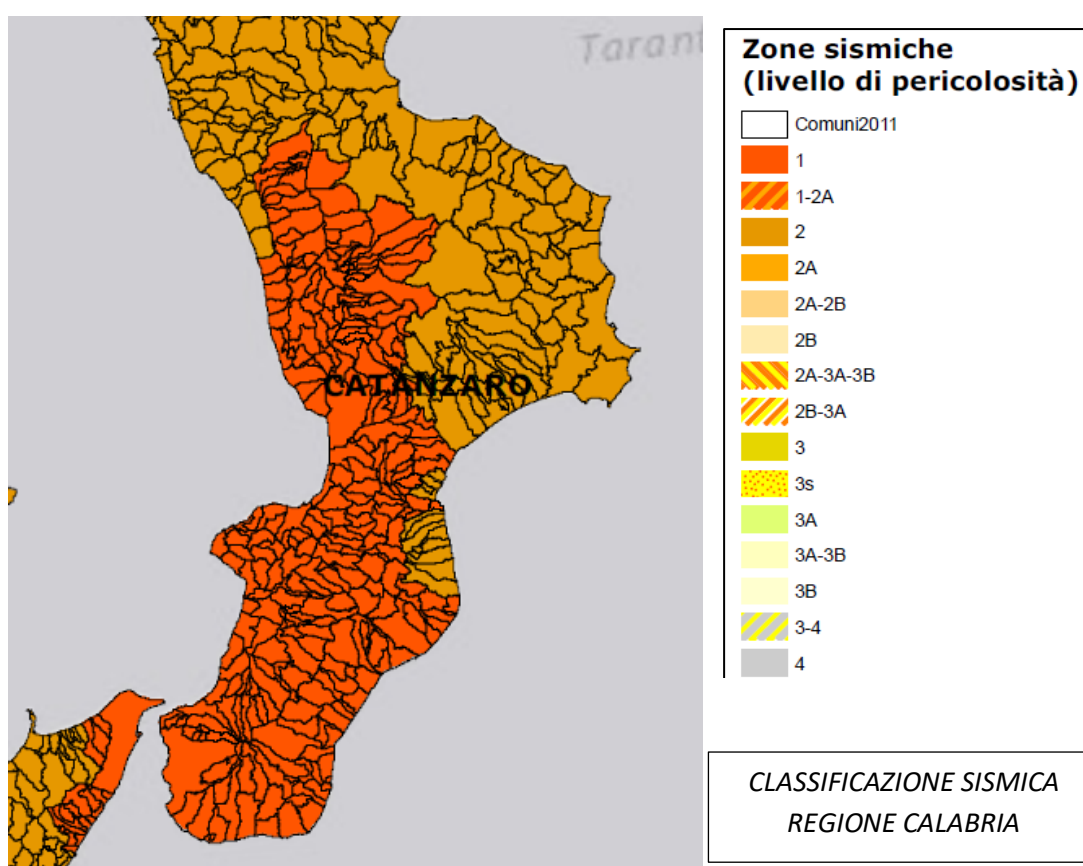
Di seguito il report fotografico delle misurazioni effettuate e la profondità corrispondente:

FREATIMETRO DPHS1 Prof. dal p.c. - 7.00m	FREATIMETRO DPHS2 Prof. dal p.c. - 4.6m	FREATIMETRO DPHS3 Prof. dal p.c. - 7.4m
		

CLASSIFICAZIONE SISMICA E ZONAZIONEISMOGENETICA

Per ridurre gli effetti del terremoto, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata [l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003](#), sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.



Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta
Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili
Zona 3 - In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2
Zona 4 - E' la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa

Con l'OPCM 3519/06 l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06 (tab 1).

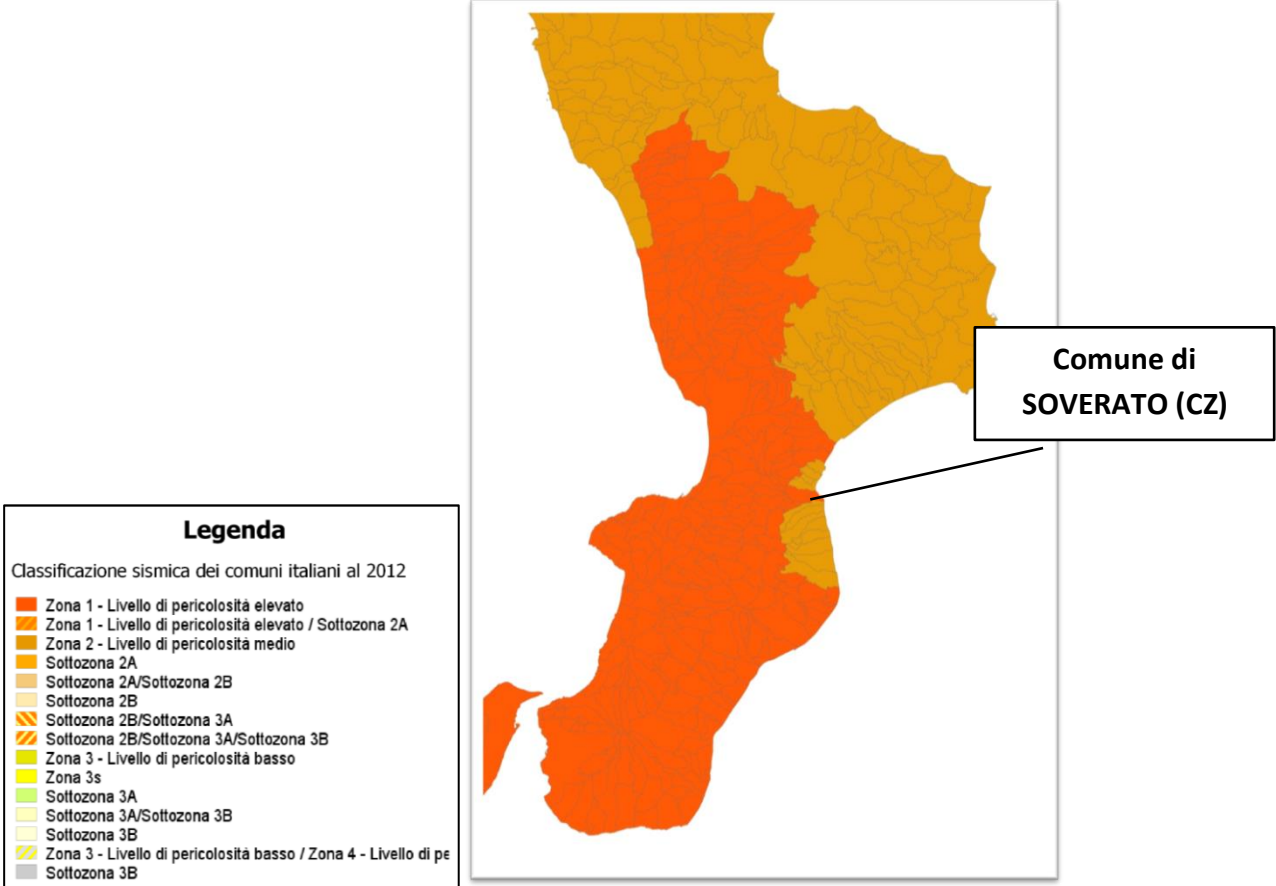
Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

La Giunta Regionale della Calabria, con Deliberazione n. 47 del 10 Febbraio 2004, ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale recependo integralmente l'individuazione dei comuni classificati sismici come da elenco riportato nell'Allegato A della Ordinanza P.C.M. 3274 che demandava alle Regioni gli adempimenti relativi all'individuazione ed aggiornamento delle zone sismiche sulla base dei criteri generali dettati nell'Allegato 1 della medesima Ordinanza. Alla data odierna l'elenco, allegato alla Deliberazione di Giunta Regionale sopra citata, pubblicato integralmente sul BUR Calabria n. 9 del 15.05.2004, rappresenta di fatto la nuova classificazione sismica dei comuni della Calabria da considerare in base al disposto dalla normativa vigente.

Il territorio comunale del Comune di Soverato è classificato in **Zona Sismica 1** associato ad un livello di **pericolosità ALTO** (Vedi legenda).

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	CLASSIFICAZIONE 2023
----------------	------------------	---------------	---------------------------------

Fig. 12 - Classificazione Sismica del Comune di Soverato



SISMICITÀ DELL'AREA

La Calabria è caratterizzata da un'intensa attività geodinamica testimoniata dagli alti livelli energetici raggiunti dagli eventi sismici in epoca storica, infatti è la regione in Italia nella quale si sono verificati i terremoti tra i più catastrofici ed a più elevata intensità ed energia dell'area mediterranea. Anche la distribuzione degli epicentri strumentali conferma sostanzialmente l'attività di molti elementi tettonici individuati in superficie, quali: la Valle del Crati, la Stretta di Catanzaro, il Sistema Serre-Aspromonte (Moretti & Guerra 1997; Monaco & Tortorici 2000; Tansi et Alii 2006). Il grado di distruzione raggiunto in occasione degli eventi del 1783 e del 1908 è in assoluto uno tra i più elevati in tutta l'area mediterranea. La quasi totalità dei terremoti calabresi noti è avvenuta, però, solo a partire dal XVII secolo, con un'iniziale sequenza che dal 1638 al 1908 ha devastato prevalentemente la parte tirrenica della penisola, da nord verso sud. Poco o nulla sappiamo invece di quello che avvenne nei secoli precedenti. Recenti ricerche d'archivio (GALLI et alii, 2001; CAMASSI et alii, 2004; SCIONTI et alii, 2006) hanno evidenziato l'esistenza di una sismicità «sotterranea», anche di elevata magnitudo ($M \sim 6$) avvenuta sia prima che dopo il XVII secolo, non ancora appieno svelata, ma non certo paragonabile a quella relativa ai terremoti catastrofici della nominata sequenza 1638-1908 ($6.7 \leq M \leq 7.5$). Da ciò si può dunque affermare che gran parte delle principali strutture sismogenetiche della Calabria si sono attivate negli ultimi 400 anni e che il loro tempo di ritorno è superiore al periodo coperto dalle fonti storiche. Dall'insieme delle conoscenze sulla tettonica attiva della Calabria si possono, infine, delineare due zone con direzione di estensione divergenti di $\sim 55^\circ$ (\sim NNE-SSW nella Calabria centro-settentrionale, \sim NW-SE in quella del sud), separate da una zona di svincolo cinematico profondo nella stretta di Catanzaro, che potrebbero riflettere il limite della zona di subduzione attiva al di sotto dell'Arco Calabro.

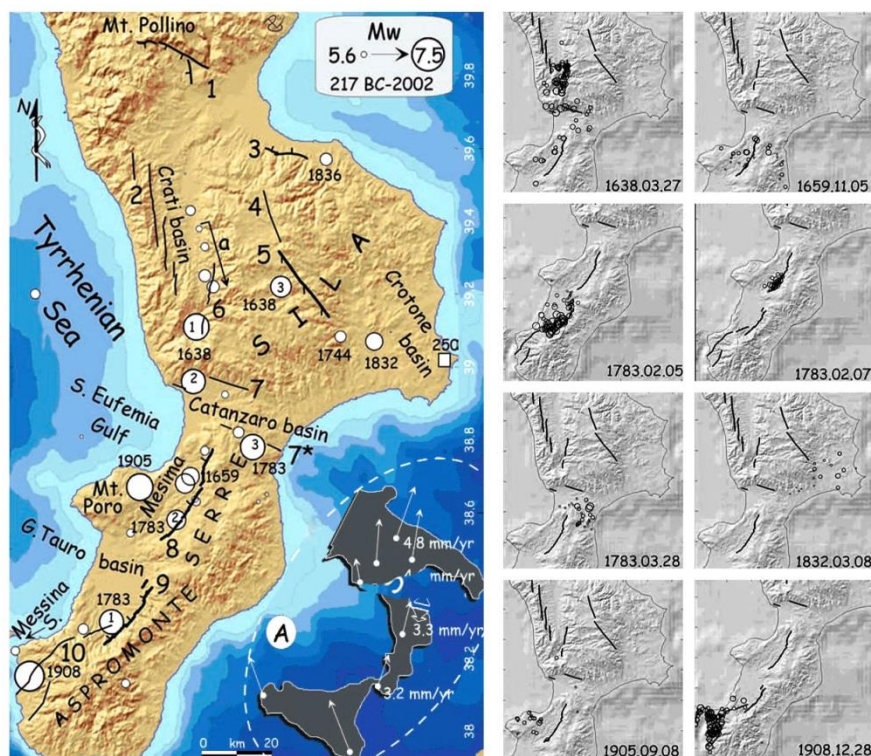


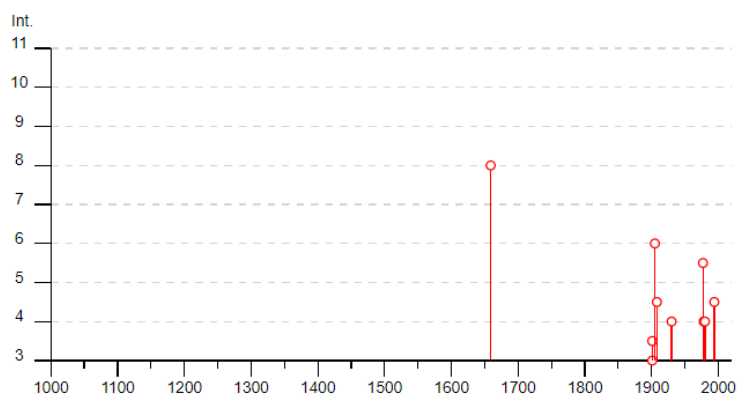
Fig. 13 - Distribuzione dei terremoti con $M_w > 5.5$ modificata da WORKING GROUP CPTI (2004) e delle principali strutture sismogenetiche note. In grassetto quelle certe, ovvero quelle per le quali siano state effettuate analisi paleosismologiche. La freccia (a) indica la sequenza sismica occorsa nel XVIII-XIX secolo da nord verso sud nella valle del Crati. I numeri 1-2-3 all'interno degli epicentri del 1638 e 1783 indicano le scosse del 27-28 Marzo e 9 Giugno 1638 e 5-7 Febbraio e 28 Marzo 1783. Il simbolo quadrato nel Crotonese indica il terremoto dedotto da analisi archeosismologiche da GALLI et alii (2006a) e ivi datato intorno alla metà del III secolo d.C. -- (A) sono visualizzate le velocità GPS calcolate da D'AGOSTINO & SELVAGGI (2004).

Per la definizione dei caratteri della sismicità storica della zona si è preso a riferimento il Comune di Soverato (CZ). I terremoti che hanno avuto ripercussioni nell'area di indagine dal 1000 in poi (*Catalogo dei Forti Terremoti in Italia*, Boschi et alii 1997) si possono osservare dalla scheda del *Database Macrosismico Italiano DBMI15* appresso riportato. L'intensità è da riferirsi alla scala Mercalli Modificata che è basata sull'osservazione degli effetti superficiali, causati da un terremoto.

Soverato



PlaceID IT_65091
 Coordinate (lat, lon) 38.687, 16.549
 Comune (ISTAT 2015) Soverato
 Provincia Catanzaro
 Regione Calabria
 Numero di eventi riportati 14



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1659	11	05	22	15		Calabria centrale	126	10	6.57
3	1901	06	20	17	30		Catanzarese	6	5	4.31
3-4	1901	12	13	00	10	2	Calabria	46	5	4.81
6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
4-5	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4	1930	05	06	20	48		Calabria centro-meridionale	27	5	4.35
NF	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
NF	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6	4.88
5-6	1977	08	15	21	10	3	Calabria centrale	37		5.21
4	1978	03	11	19	20	4	Aspromonte	126	8	5.22
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
2-3	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4-5	1994	03	26	00	41	1	Catanzarese	41	4-5	4.25
NF	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4	4.97

Attualmente nell'area di comprendente il territorio comunale di Soverato non risultano sede di ipocentri di terremoti passati con elevata intensita' anche se il territorio è classificato come zona di livello elevato.

PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2.

Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

Il programma delle indagini è stato predisposto tenendo conto della conoscenza dei terreni affioranti nel sito d'intervento, della parametrizzazione del primo sottosuolo richiesta dalla vigente normativa, nonché dei risultati restituiti della tipologia di indagini previste.

Sull'area di studio, al fine di analizzare al meglio il volume significativo interessato dalla struttura in progetto, aumentando e migliorando le conoscenze dedotte dalla letteratura e dalla campagna di rilevamento geologico effettuata, è stata eseguita una campagna di indagini a carattere diretto. Questa ha consentito la ricostruzione della successione stratigrafica dei litotipi al di sotto del piano campagna fino alle profondità d'interesse progettuale e di fornire una valutazione qualitativa e quantitativa dei terreni lungo la verticale esplorata.

Considerate le dimensioni e la geometria dell'opera da realizzare per il presente lavoro si è ritenuto opportuno predisporre delle seguenti indagini:

- *N.3 Prova Penetrometrica Dinamica Super pesante **DPSH***

- *N.2 Indagine sismica del tipo Multichannel Analysis of Surface Waves **MASW***

Di seguito la planimetria delle indagini eseguite (Fig.14) e una breve descrizione, il report fotografico per ogni indagine effettuata:

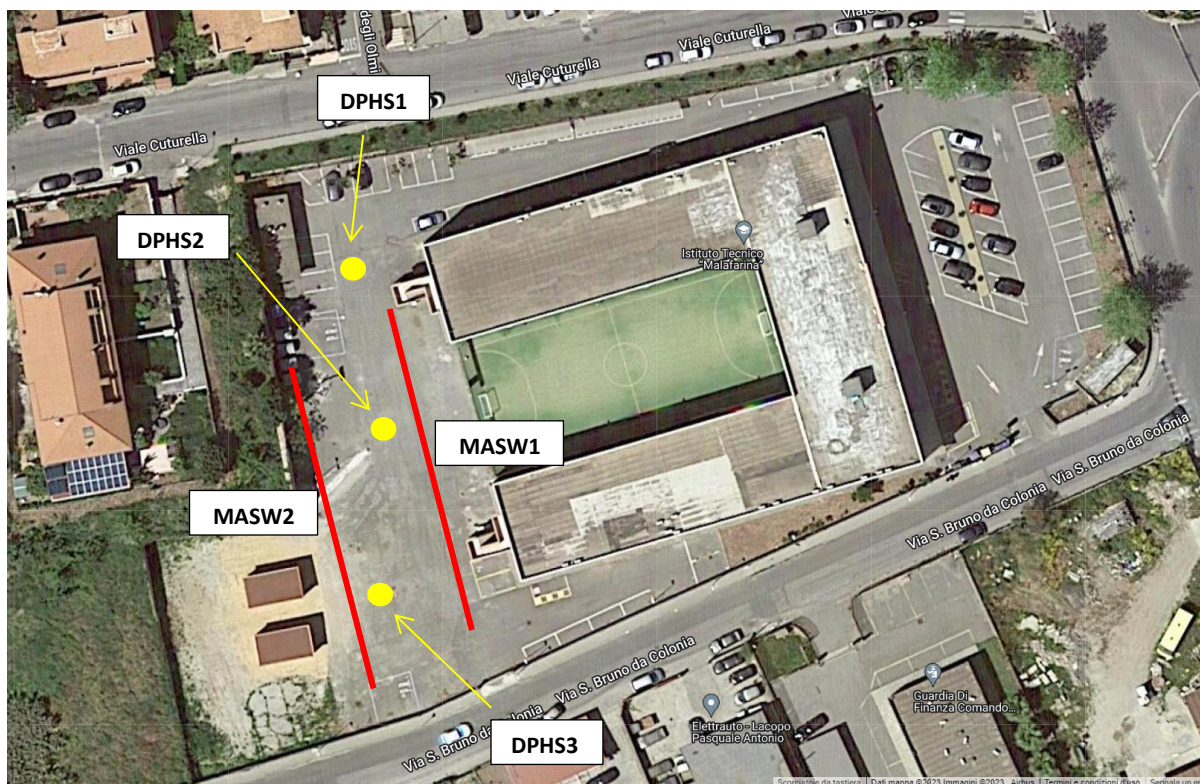


Fig.14 – planimetria con ubicazione delle indagini eseguite

Per un maggiore dettaglio delle indagini eseguite si allega al presente studio il rapporto tecnico delle indagini geognostiche (ALLEGATO2).

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE DPHS

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di

“catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

Le analisi eseguite hanno permesso di determinare le variazioni della resistenza dinamica del terreno alla penetrazione della punta (R_d) lungo la verticale.

La resistenza varia in funzione della litologia, del grado di addensamento e del carico litostatico a cui il terreno è sottoposto.

La prova fornisce una valutazione qualitativa e quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati. Le informazioni fornite dalle prove sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l’infissione.

Il campo di utilizzazione della prova è molto vasto, viene infatti eseguita in tutti i tipi di terreno sia coesivo che granulare (dalle argille alle ghiaie).

Di seguito vengono elencate le prove penetrometriche effettuate nell’area di studio, il report fotografico e il grafico contenente numero di colpi.

STRUMENTAZIONE DPSH UTILIZZATA

Penetrometro Dinamico Superpesante Modello: TG63-100KN prodotto dalla PAGANI Geotechnical Equipment di Calendasco (Piacenza), macchina conforme con le Norme Tecniche dei Penetrometri Dinamici Superpesanti Normalizzati, in particolare:

- *A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana (1977) “Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche” (DPSH).*
- *ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988) (ora IMSSGE)*

"Dynamic Probing (DP): International Reference Test Procedure. Proc. ISOPT-I, Orlando (USA)";

- *UNI EN ISO 22476-2:2005 "Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 2: Dynamic probing.*

Il penetrometro è alimentato da un motore munito di centralina oleodinamica, il tutto montato su supportato da sottocarro cingolato gommato.

- *il maglio ha un peso $Q = 63.50 \text{ Kg}$;*
- *l'altezza di caduta del maglio è costante ed è pari ad $H = 75 \text{ cm}$;*
- *peso testa, guida, ecc. $q=15 \text{ Kg}$*
- *lunghezza aste $L=1.00 \text{ metri}$*
- *peso delle aste 6.00 Kg/m*
- *diametro della aste $\varnothing=32 \text{ mm}$*
- *angolo di apertura della punta $\varnothing=60^\circ$*
- *diametro della base della punta conica $D=50.5 \text{ mm}$*
- *Area della punta 20 cm^2*
- *la registrazione dei colpi N avviene ogni qual volta il gruppo di infissione ha un abbassamento nel terreno pari a 30 cm ;*
- *Energia specifica del colpo 7.9375 Kg/cm^2*

REPORT Coefficiente di correlazione con l'NSPT 1.01 **FOTOGRAFICO** **GRAFICO**
INTERPRETATIVO- STRATIGRAFIA



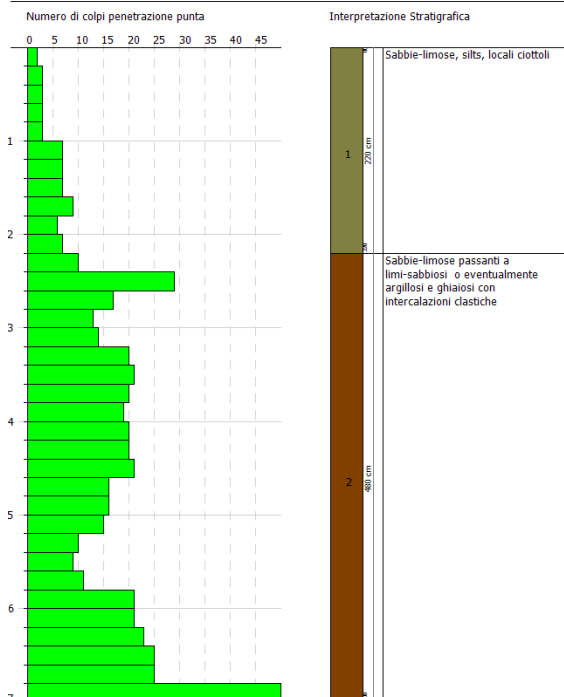


DPSH1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 1 DPSH1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

06/07/2023

Scala 1:35



Prof. Strat o (m)	NPD M	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unita' di volum e (t/m ³)	Peso unita' di volum e saturo (t/m ³)	Tension e efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz . con Nspt	NSP T	Descrizione
2.2	5.18	48.47	Incoerente	1.62	1.9	0.18	1.46	7	Sabbie-limose, silts, locali ciottoli
7	16.28	124	Incoerente	2.05	2.0	0.85	1.46	23	Sabbie-limose passanti a limi-sabbiosi o eventualmente argillosi e ghiaiosi con intercalazioni clastiche

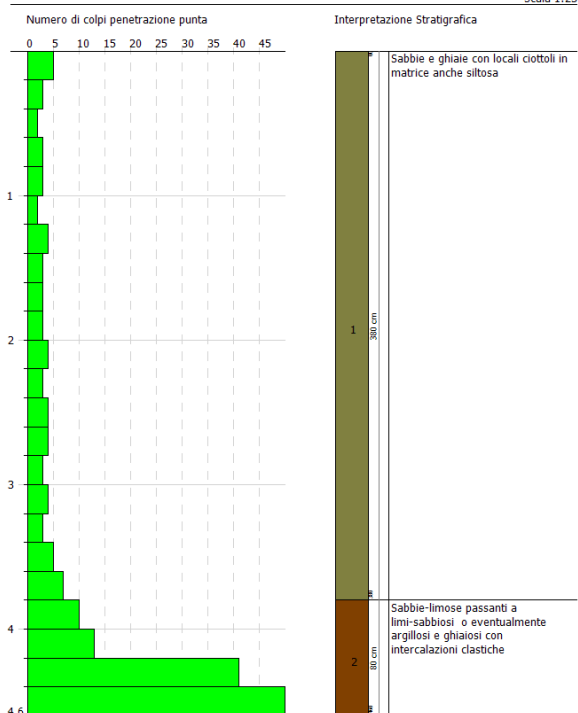


DPSH 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2 DPSH2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

06/07/2023

Scala 1:23



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
3.8	3.58	31.79	Incoerente	1.54	1.89	0.29	1.46	5	Sabbie e ghiaie con locali ciottoli in matrice anche siltosa
4.6	11.5	89.04	Incoerente	1.91	1.96	0.66	1.46	16	Sabbie-limose passanti a limi-sabbiosi o eventualmente argillosi e ghiaiosi con intercalazioni clastiche



DPSH 3

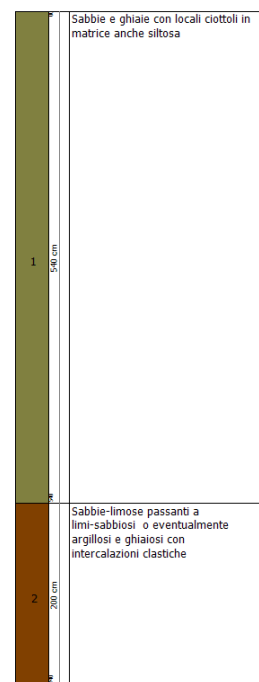
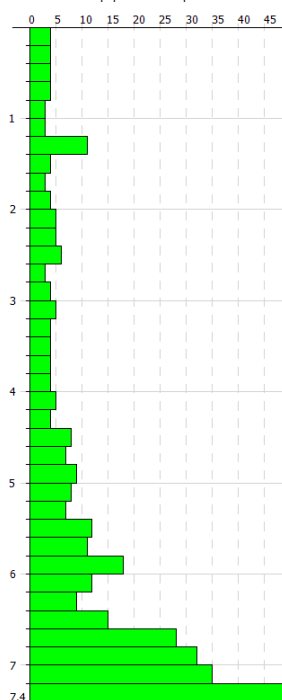
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3 DPSH3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

06/07/2023

Scala 1:37

Numero di colpi penetrazione punta

Interpretazione Stratigrafica



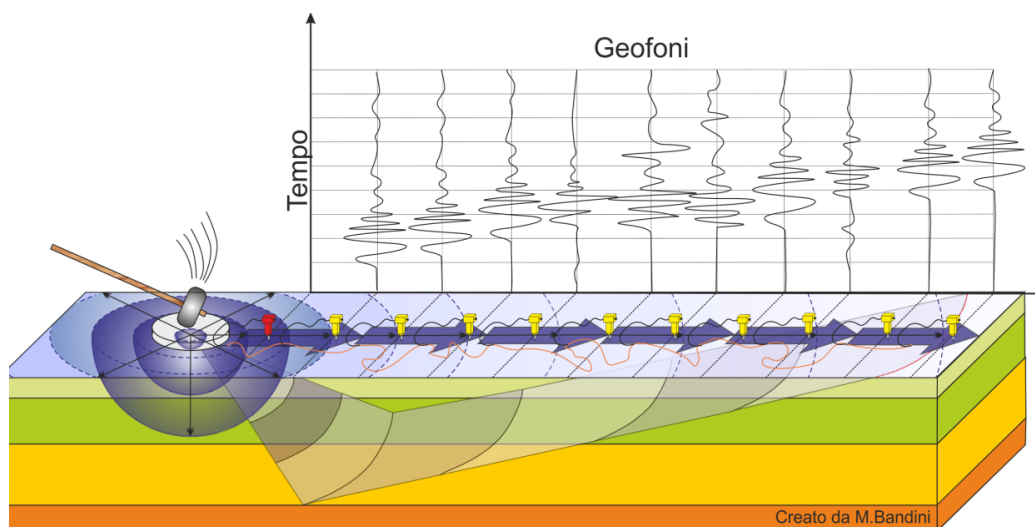
Prof. Strat o (m)	NPD M	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correla z. con Nspt	NSP T	Descrizione
5.4	5.04	42.25	Incoerente	0	1.62	1.9	0.44	1.46	7	Sabbie e ghiaie con locali ciottoli in matrice anche siltosa
7.4	11	75.25	Incoerente	0	1.91	1.96	1.07	1.46	16	Sabbie-limose passanti a limi-sabbiosi

											o eventualmen te argillosi e ghiaiosi con intercalazioni clastiche
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

INDAGINE SISMICA MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.



CARATTERISTICHE STRUMENTO E PROGRAMMA DI ELABORAZIONE

Per la generazione delle onde superficiali è stato impiegato un sistema di energizzazione costituito da una mazza di 12 kg, battente su una piastra circolare in acciaio.

L'interpretazione è stata impostata a 16 tracce con geofoni ogni 2.00 m, derivante da registrazioni sismiche eseguite a più energizzazioni poste a diverse distanze dallo stendimento sismico.

Tuttavia, le tracce sismiche sono state confrontate sia singolarmente con 16 canali di registrazione e geofoni ogni 2.00 m, ed energizzazioni poste a 4.0 m, 5.0 m, 9.0 m ed a 10.0 m dal primo geofono, e sia interlacciate ed interpretate a 16 tracce con geofoni ogni 2.00 m (relative agli shot 4÷5 m e 9÷10 m). Alla fine sono state considerate sempre risultanze accettabili.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo della Sara electronic instruments s.r.l. di Perugia, con convertitore digitale a 16 bit reali, e geofoni verticali della Geospace da 4.5 Hz.

La strumentazione è composta da un cavo sismico lungo il quale sono disposti i digitalizzatori, con relative prolunghe dotate di connettori XLR a quattro poli, il tutto collegati ad una unità d'interfaccia "DoReMi master". I dati arrivano direttamente sul pc con frequenze da 200 a 20000 campioni al secondo.

Le principali caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata vengono riassunte come segue:

<i>Tipo Convertitore A/D:</i>	SAR
<i>Input span del convertitore:</i>	5V
<i>Bit:</i>	16
<i>Rapporto segnale rumore @ 500 SPS, gain 27dB</i>	90dB
<i>Rapporto segnale rumore @ 1000 SPS, gain 27dB</i>	88dB
<i>Rapporto segnale rumore @ 10000 SPS, gain 27dB</i>	86dB
<i>Tipo di ingresso:</i>	
<i>Impedenza d'ingresso:</i>	



*differenziale non bipolare
>100kohm*

<i>Reiezione di modo comune:</i>	<i>>60dB</i>
<i>Frequenza massima di campionamento:</i>	<i>20000 Hz</i>
<i>Filtro passa basso:</i>	<i>4 poli 200Hz</i>
<i>Filtro passa alto:</i>	<i>1 polo 2Hz</i>
<i>Microprocessore:</i>	<i>8 bit RISC</i>
<i>Frequenza di clock:</i>	<i>11.0592Mhz</i>
<i>Massima sfasatura di campionamento fra i canali :</i>	<i><30ppm</i>
<i>Massimo errore di trigger fra i canali:</i>	<i>630 nanosecondi</i>
<i>Memoria per canale:</i>	<i>64k</i>
<i>Numero massimo campioni:</i>	<i>30000</i>
<i>Frequenze di campionamento:</i>	
<i>200,300,500,1000,1500,2000,3000,4000,5000,6000,8000,10000,20000 Hz</i>	
<i>Numero massimo di canali collegabili:</i>	<i>255</i>
<i>Velocità di comunicazione:</i>	<i>115200 baud N,8,1</i>

Le tracce sono state rappresentate sul diagramma “frequenze - velocità di fase”, individuando come zone di massima ampiezza gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui scaturisce la variazione di tali velocità al variare della loro frequenza o lunghezza d'onda. Successivamente, col d'inversione è stato dedotto il profilo verticale delle velocità.

La curva apparente viene calcolata combinando insieme tutti i modi superiori; ciò può essere indispensabile nel caso di siti inversamente dispersivi, ovvero nel caso di litologie con strati soffici o rigidi o anche con forti contrasti di rigidità.

Il profilo del terreno è suddiviso in più strati, ciascuno dei quali contraddistinto da valori di Vs, e da valori orientativi delle velocità delle onde longitudinali “Vp”, della Densità del terreno e del Coefficiente di Poisson. Di seguito vengono riportate le indagini Masw eseguite nell'area di studio, il report fotografico e il profilo di velocità delle onde Vs (m/s) con la categoria di sottosuolo corrispondente.

REPORT FOTOGRAFICO – CATEGORIA DI SOTTOSUOLO



MASW 1

Profondità
piano di
posa [m]

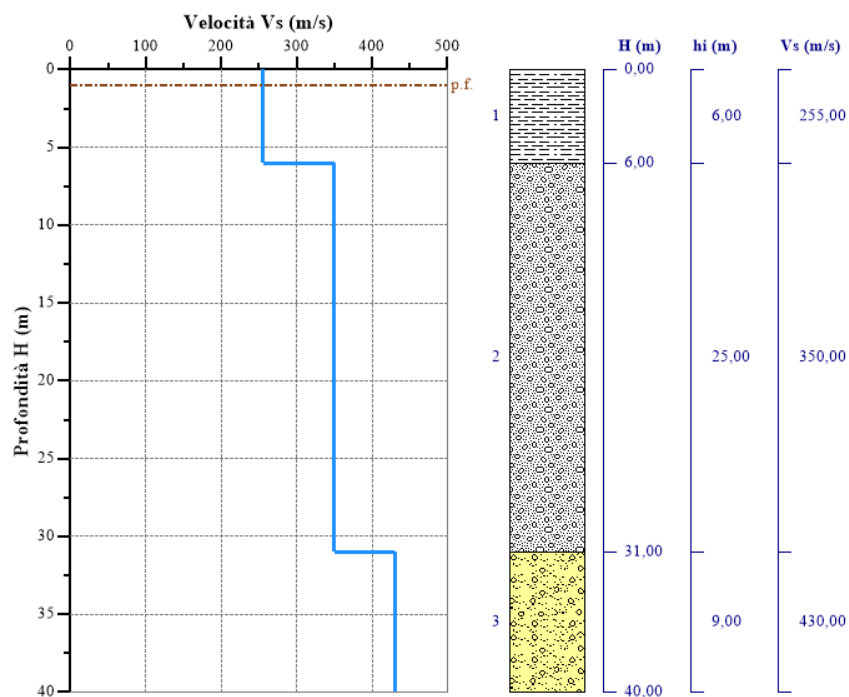
1.00

Vs,eq
[m/sec]
(H=30.00
m)

341.0

Categoria
del suolo

C





MASW 2

Profondità
piano di
posa [m]

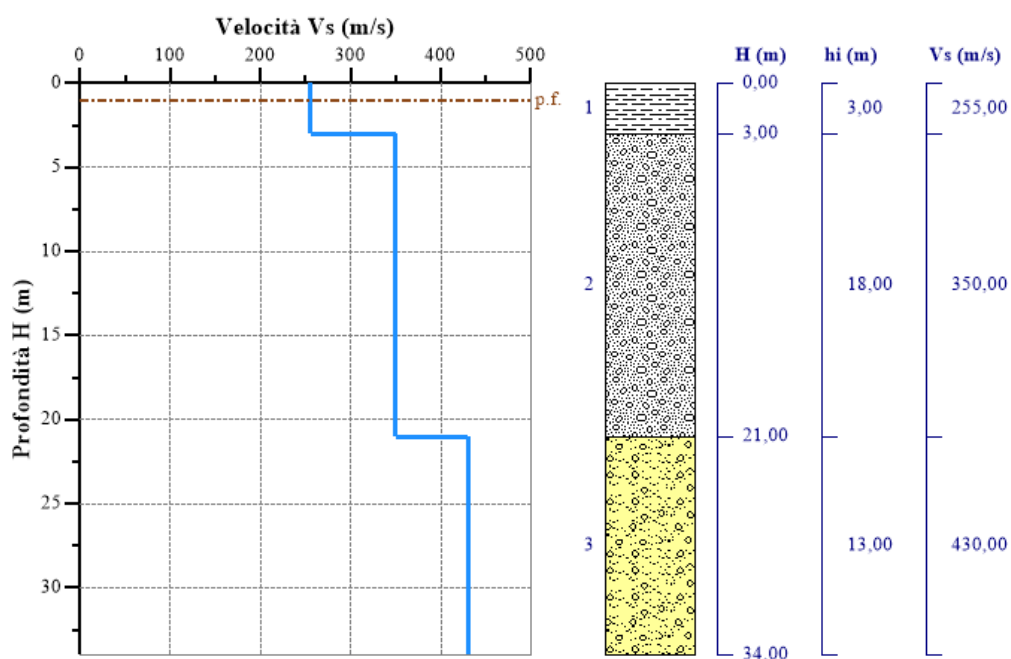
1.00

$V_{s,eq}$
[m/sec]
($H=30.00$
m)

363

Categoria
del suolo

B



INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

La campagna di indagini geognostica effettuata dal Dott. Gullifa (Novembre 2022) nell'ambito dei lavori riguardanti la realizzazione del nuovo corpo laboratori – Istituto Tecnico Tecnologico “G. Malafarina” – Soverato (CZ), ha previsto l'esecuzione delle seguenti indagini:

N. 2 – Prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH)

N.1 – Indagine sismica superficiale MASW

Di seguito la planimetria con il loro posizionamento all'interno del complesso scolastico:

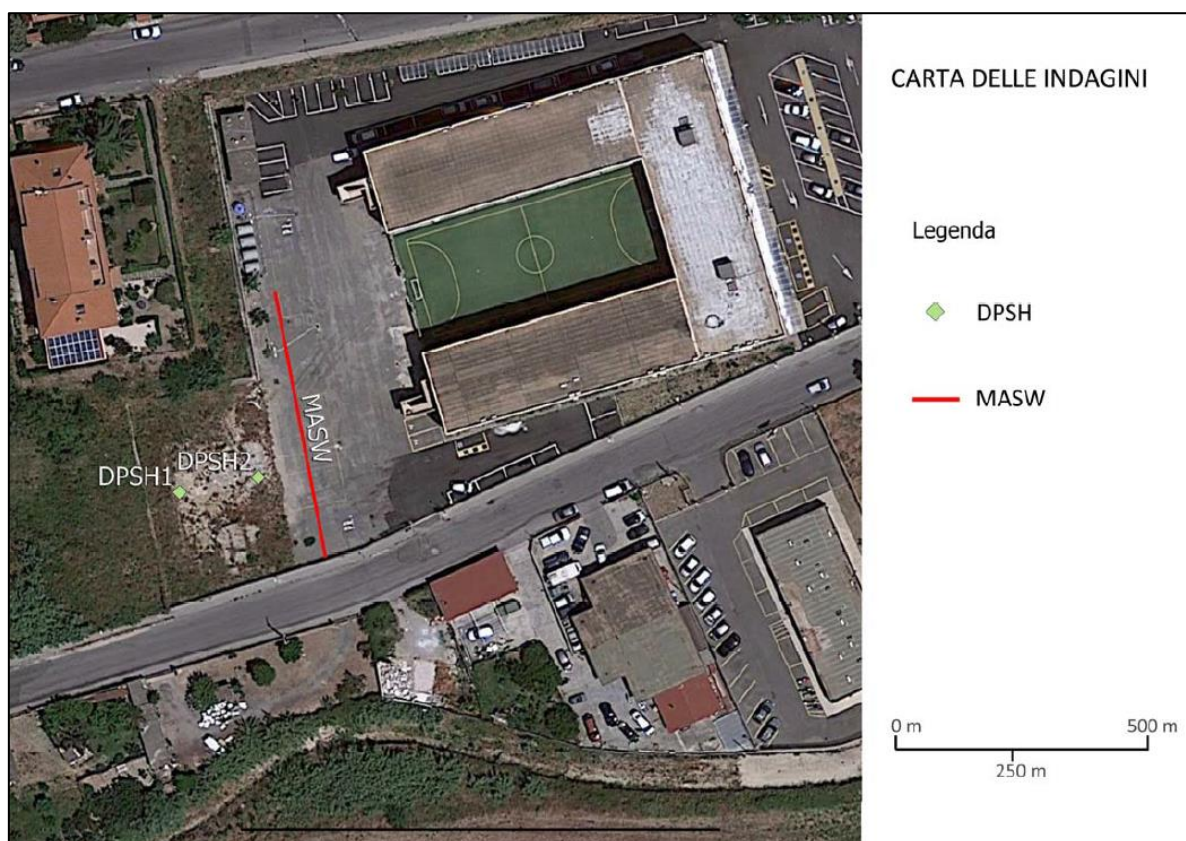
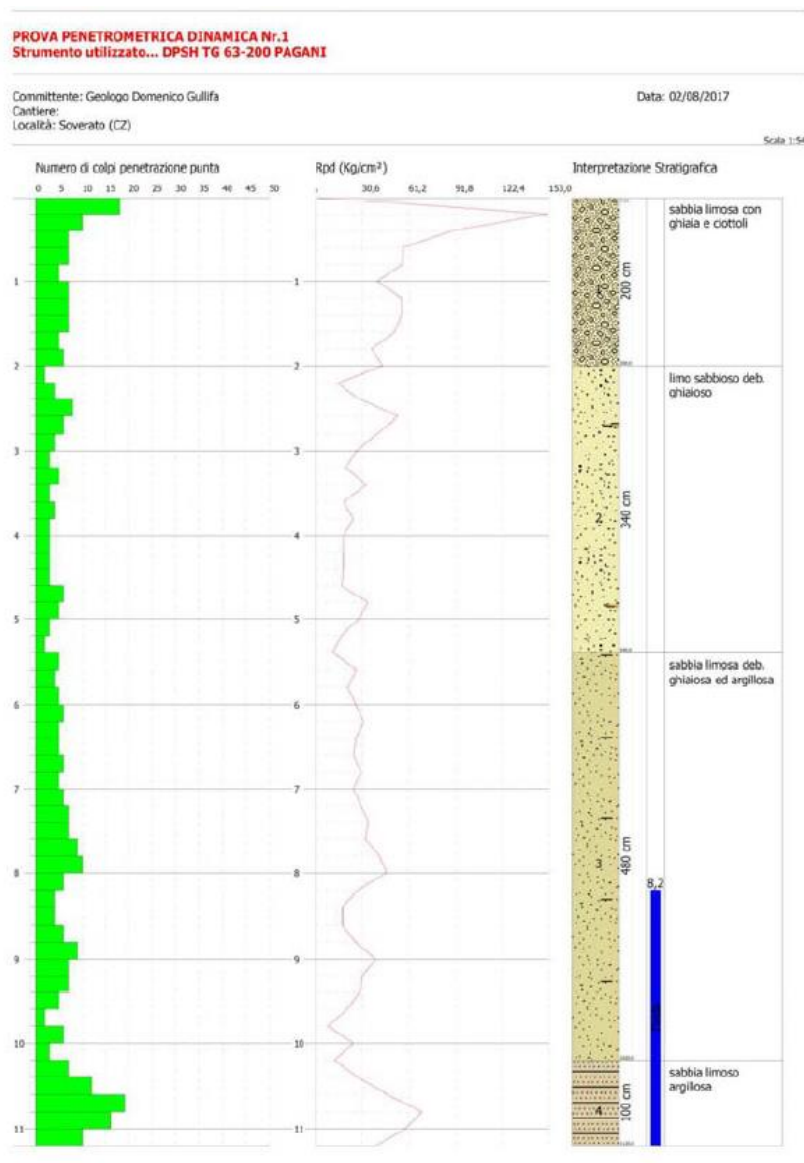


Fig.15 – Planimetria indagini (Dott. Gullifa - Novembre 2022):

- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE DPHS

I risultati delle prove, come sintetizzato dal dott. Gullifa sono le seguenti:

“La prova n.1 (DPSH1) ha raggiunto la profondità di 11,20 m da p.c. I risultati mostrano un grado di addensamento dei terreni gradualmente crescente con la profondità. La prova evidenzia, nel primo metro di spessore, un numero di colpi superiore a 10 per la presenza di ghiaia all'interno del deposito ed un grado di addensamento superiore probabilmente dovuto a fenomeni di infiltrazione/evapotraspirazione che hanno addensato il deposito. Andando in profondità il numero di colpi si stabilizza sotto 10 corrispondente a depositi prevalentemente sabbiosi con componente limoso-argillose variabili fino alla profondità di circa 10.20 m dal p.c. Sotto i 10 m il numero di colpi tende a salire probabilmente per un aumento del grado di addensamento dei medesimi litotipi”



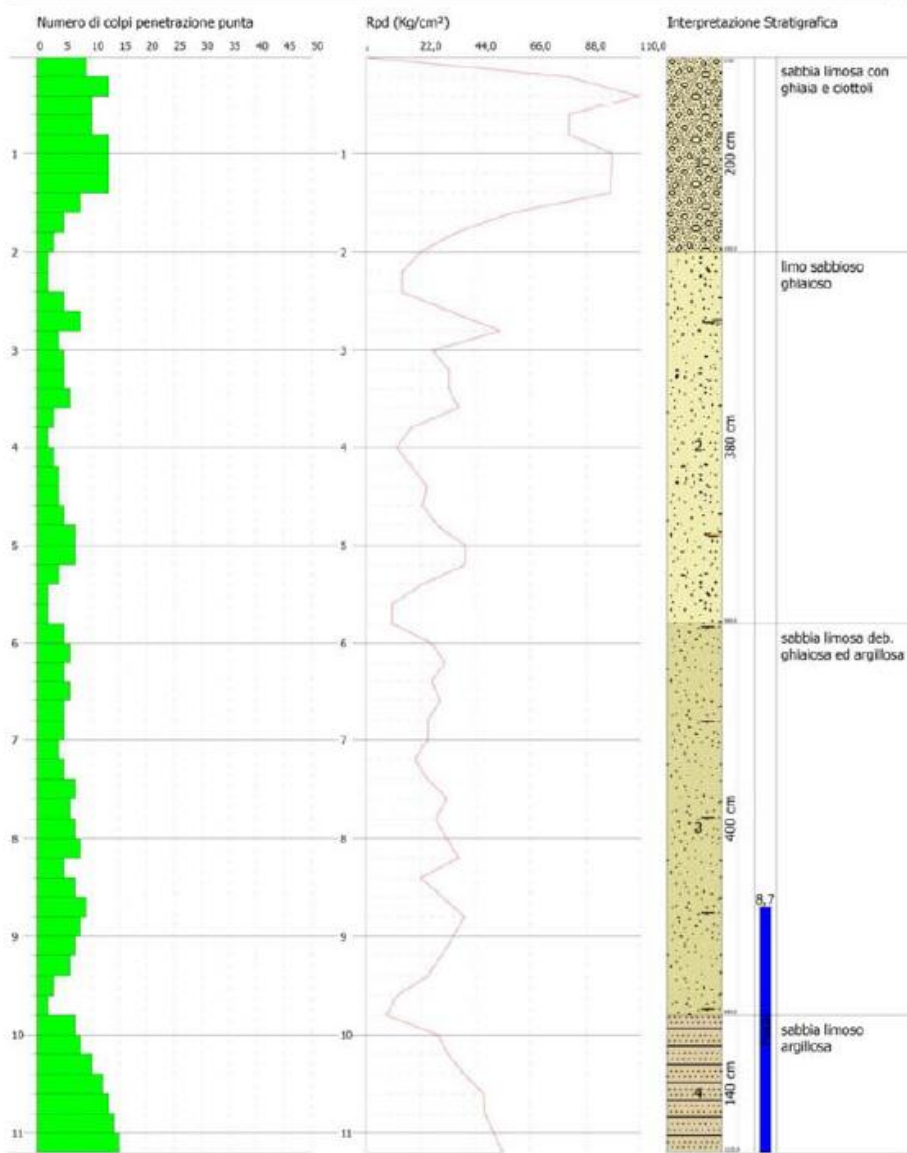
“Analogamente alla precedente, la prova DPSH 2 ha raggiunto la profondità di indagine di 11.20 m dal p.c. incontrando la falda alla profondità di -8.70 m dal p.c. Anche in questo caso si osserva un primo orizzonte superficiale intorno ai 2 m di spessore, costituito da sabbie e ghiaie con un numero di colpi superiore a 10”.

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

Committente: Geologo Domenico Guliffa
 Cantiere:
 Località: Soverato (CZ)

Data: 02/08/2017

Scala 1:55



- **INDAGINE SISMICA MASW**

E' stato eseguito in corrispondenza del sito di progetto uno stendimento sismico di tipo M.A.S.W. al fine di ottenere un profilo di velocità lungo la verticale e valutare la categoria di sottosuolo.

Il risultato della prova, come sintetizzato dal dott. Gullifa è la seguente:

“Dall’inversione dei valori si ottiene la seguente sismostratigrafia per una velocità Vs30 di 222.75 m/s corrispondente ad una categoria di sottosuolo C : “Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media rigidezza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa)”.

Profondità m	Spessore h (m)	Velocità vs (m/s)	h/vs (s)	Vs30 (m/s)
3.00	3.00	119.620	0.0251	222.75
8.02	5.02	149.630	0.0335	Sottosuolo C
13.22	5.20	225.400	0.0231	
19.37	6.15	252.690	0.0243	
28.28	8.91	362.330	0.0246	
30.00	1.72	424.600	0.0041	

SISMOSTRATIGRAFIA E MODELLO LITOTECNICO

Dall'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini effettuate nell'area di studio, è stato possibile ricostruire il modello litotecnico di riferimento, sia per la definizione dei parametri geotecnici, sia per la determinazione della sismostratigrafia che per l'individuazione della categoria di sottosuolo corrispondente dal valore di Vs equivalente.

Le indagini geofisiche MASW effettuate nell'area di studio, hanno permesso una ricostruzione delle caratteristiche geometriche e stratigrafiche del sito, presentando una velocità di propagazione delle onde crescenti con l'aumentare della profondità.

E' stato possibile determinare la presenza di **N.3 SISMOSTRATI** fino ad una profondità di circa 35 metri dal piano campagna.

Dalle indagini sismiche eseguite nell'area di studio non è stato possibile determinare in modo diretto la profondità del **Bedrock sismico**, inteso come sequenza litostratigrafica caratterizzata da una velocità delle onde di taglio maggiore o uguale a 800 m/s, così per operare a vantaggio di sicurezza data la morfologia geologica dell'area di studio, la profondità di tale strato è stata posta a 40.0 metri dal piano campagna.

I dati acquisiti attraverso l'indagine geofisica di superficie MASW ha consentito di determinare, per l'area in oggetto, la seguente categoria del suolo:

Profondità piano di posa [m]	1.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	341.0
Categoria del suolo	C

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

Di seguito vengono elencate sia in forma tabellare che grafica la stratigrafia schematica dell'area di studio:

SIMOSTRATIGRAFIA SCHEMATICA



Dalle 3 prove penetrometriche effettuate nell'area di studio (DPHS1-DPHS2-DPHS<3) è stato possibile ricostruire un modello litotecnico medio di riferimento del sottosuolo con un buon livello di dettaglio, assegnando ad ogni strato corrispondente i parametri geotecnici utilizzando i valori più cautelativi.

Per la determinazione dei calcoli strutturali si deve fare riferimento alla tabella che segue, contenente i parametri utili da considerare per l'area di studio:

MODELLO LITOTECNICO DI RIFERIMENTO

DESCRIZIONE	Prof. [m]	NSPT	γ Peso unitario di volume (t/m ³)	γ' Peso Unitario Volume Saturato (t/m ³)	Φ Angolo di resistenza al taglio [°]	G ₀ Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	Ed Modulo edometrico [Kg/cm ²]	E _y Modulo di Young [Kg/cm ²]	Coesione [n/m ²]	Densità Relativa %
Depositi alluvionali con Sabbiosi limosi, silts, locali ciottoli poco addensati	2.20	7	1.44	1.90	25°	410.45	41.84	56.00	0.01	29.84
Depositi alluvionali con Sabbie limose e ghiaiosi con intercalazioni clastiche moderate	7.00	23	1.63	2.01	29°	849.04	74.71	184.00	0.015	44.15

amente addensat i										
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

COMPATIBILITA' E FATTIBILITA' DELL'OPERA

Così come definito dall'attuale normativa vigente, il presente lavoro ha avuto come scopo principale lo studio geologico e geomorfologico, finalizzato alla valutazione dei possibili rischi presenti, alla caratterizzazione geotecnica del sito e alla definizione di del modello geologico.

Il sito in oggetto è compreso in un settore territoriale caratterizzato da morfologia poco scoscesa con condizioni di stabilità geomorfologica ed assenza di alterazioni superficiali derivate da fenomeni gravitativi evidenti.

Questa nuova opera edilizia, può essere identificata, ai fini della classe d'uso nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2018), come **classe III** e coefficiente d'uso **Cu= 1,5** con vita nominale **Vn=50**, quindi la vita di riferimento dell'opera potrà essere pari a **Vr=75**.

Dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite in situ e dallo studio condotto è stato possibile ottenere un quadro sufficientemente chiaro sulla natura del terreno interessato dagli interventi in progetto. Si è, pertanto, appurato che l'area di studio è caratterizzata da una copertura superficiale di materiale alluvionale costituita da sabbia limosa con locali ciottoli poco addensata, detta copertura superficiale è posta sopra uno strato sabbioso limoso ghiaioso ben addensato, dove le proprietà meccaniche tendono a migliorare sempre di più con la profondità.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche super pesanti effettuate non è stata riscontrata la presenza della falda acquifera superficiale fino ad una profondità di 7.00 metri dall'attuale piano campagna.

Dal sopralluogo effettuato si è potuto verificare che, alla data odierna, il sito di interesse progettuale, è caratterizzato da condizioni di stabilità geomorfologica ed assenza di alterazioni superficiali, derivanti da movimenti gravitativi in atto o potenziali.

L'area oggetto di tale studio, in riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ai sensi dell'art.1-bis della L.365/2000, dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n.183, dell'art.1 legge 3 agosto 1998 n.267, non ricade sia in aree di vincolo imposti dal PAI della Regione Calabria, che in area di attenzione definita dal PGRA vigente.

In base ai risultati ottenuti dallo studio eseguito è possibile affermare che le condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche del sito in esame sono idonee per la realizzazione di quanto previsto in progetto, e si consiglia:

-Realizzare un adeguato sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche mediante un'adeguata canalizzazione in modo da evitare infiltrazioni al di sotto del piano di posa delle fondazioni, che potrebbero con il passare del tempo danneggiare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni presenti.

In conclusione vista la morfologia, la strutturazione geologica dell'area in studio, nonché le caratteristiche geotecniche dei terreni oggetto d'indagine, è possibile affermare che questi offrono sufficienti garanzie ai fini della loro utilizzazione e quindi, tenuto conto di tutte le indicazioni e prescrizioni riportate nella presente, non esiste alcuna controindicazione circa la fattibilità di quanto previsto nell'ipotesi progettuale.

Catanzaro (CZ), Luglio '23

IL GEOLOGO
Dott. Giuseppe Scala



ALLEGATI

ALLEGATO 1

STRALCIO CARTA
GEOLOGICA "SOVERATO"

LEGENDA

