

**COMUNE DI DAVOLI**

**PROVINCIA DI CATANZARO**

**Studio Tecnico di Geologia di Luca LAMANNA**

*Via Panoramica, 115 – 87055 San Giovanni in Fiore (Cs)*

*-Via Santicelli, 12 – 88068 Soverato (Cz)*

*Cell. 328/6639541- P. Iva 02340460795 – C.F. LMNLCU70T10D122L*

*Email: [lucalamanna1970@libero.it](mailto:lucalamanna1970@libero.it)*

*PEC: [lucalamanna1970@pec.epap.it](mailto:lucalamanna1970@pec.epap.it)*

**PROGETTO INERENTE LA REDAZIONE DI UN PIANO DI  
LOTTIZZAZIONE CONVENZIONATO DA EFFETTUARSI NEL  
COMUNE DI DAVOLI IN VIA PIANI DI BELLA- ZONA  
INDUSTRIALE DENOMINATO “CALCESTRUZZI S.R.L.”**

ELABORATO

**RELAZIONE SULLA COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA**

**COMMITTENTE:** Spett.le

CALCESTRUZZI SRL UNIPERSONALE

Contrada Spadaro – 88060 Davoli (CZ)

**DATA:**

Settembre 2024

**IL TECNICO:**

Ing. Roberta Angela Caccamo

Geom. Francesco GUALTIERI

**IL GEOLOGO:**

dott. Luca LAMANNA



## INDICE

1. PREMESSA
2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E ALTIMETRICO
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO
4. ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA
5. DATI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGIA LOCALE
6. LINEAMENTI DI SISMICITA' REGIONALE
7. CLASSIFICAZIONE DEL SUOLO DI FONDAZIONE – STIMA DEI  
PARAMETRI SISMICI
8. CARATTERISTICHE DEI TERRENI E INDAGINI SVOLTE
9. INDAGINE DIRETTA MEDIANTE PENETROMETRO DINAMICO  
SUPER PESANTE
10. PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI DI FONDAZIONE
11. VERIFICA A LIQUEFAZIONE
12. CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI
13. TABELLA DI SINTESI DATI GEOLOGICI

Allegato:

- Relazione Geotecnica Geol. Bruno Furina.
- Inquadramento territoriale.

**COMUNE DI DAVOLI**  
**(PROVINCIA DI CATANZARO)**

**PREMESSA**

A seguito dell'incarico conferitomi dalla spett.le ditta CALCESTRUZZI srl UNIPERSONALE, contrada Spadaro – 88060 Davoli – CZ - , per la realizzazione di un Piano di Lottizzazione in località “Spadaro” in Davoli Marina, il sottoscritto geologo Luca Lamanna ha provveduto ad eseguire uno studio di carattere geomorfologico, geologico, stratigrafico, sismico, geotecnico di dettaglio, al fine di accertare la pericolosità geologica e l'entità del rischio associato nei confronti dell'edificabilità delle aree ricadenti nel suddetto Piano di Lottizzazione.

Il presente studio ha come finalità quella di ricostruire gli aspetti geologico – strutturali del sito di interesse, nonché le caratteristiche stratigrafiche e fisico – meccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area da lottizzare; particolare attenzione sarà rivolta alla ricostruzione del quadro geomorfologico e morfodinamico, nonché agli aspetti idrografico – idrologici ed idrogeologici della zona studiata. I dati ottenuti dalle analisi sopracitate, verranno utilizzati per la stesura di un modello geologico – tecnico, al fine di verificare l'attitudine dell'area all'edificabilità.

Lo studio si suddivide nelle seguenti fasi:

 **Inquadramento geologico**

Inquadramento geologico – strutturale e caratteri litostratigrafici, origine e natura dei litotipi, il loro stato di alterazione, la loro fratturazione e degradabilità attraverso sopralluoghi di dettaglio mirati alla verifica della situazione geologica del sito esaminato e del suo intorno significativo, ricerca e analisi del materiale bibliografico e cartografico riguardante l'area in studio;

 **Inquadramento geomorfologico**

Descrizione dei lineamenti geomorfologici delle aree con particolare riguardo alle forme naturali, antropiche e degli elementi morfostrutturali significativi, ai fini

geomorfologici, morfodinamici e sismici, dissesti in atto o potenziali e loro tendenza evolutiva.

Descrizione dell'esistenza di elementi naturali o artificiali (corsi d'acqua, limiti di aree fortemente acclivi).

I punti prima descritti sono stati esaminati e valutati mediante: sopralluoghi di dettaglio mirati alla verifica della situazione geomorfologica e della dinamica morfo – evolutiva della zona esaminata e del suo intorno significativo; acquisizione ed analisi fotointerpretativa di aerofotogrammetrie di anni diversi, reperimento di documenti e cartografia tematica esistente;

#### **Inquadramento meteo – climatico, idrologico ed idrogeologico**

Descrizione delle principali caratteristiche meteorologiche e del deflusso idrico superficiale e sotterraneo attraverso sopralluoghi, ricerca ed analisi di materiale bibliografico e cartografico;

#### **Sismicità dell'area**

Descrizione della sismicità storica e valutazione dei principali parametri sismici locali attraverso indagini in situ (MASW) e ricerca ed analisi del materiale bibliografico;

#### **Finalità tecniche**

1. Determinazione della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti;
2. Valutazione dell'eventuale presenza di falde acquifere sotterranee che potrebbero influenzare la stabilità delle aree e degli interventi;
3. Valutazione degli eventuali processi morfologici, morfodinamici ed azioni di dissesto potenziali o in atto nell'area in studio e in un intorno significativo.

Si tratta di una costruzione il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, sulla base delle N.T.C. 2018 ricade in Classe d'Uso II (p.to 2.42 N.T.C. 2018).

Questa relazione è finalizzata alla realizzazione del modello geologico che è indispensabile per la redazione del successivo modello geotecnico.

Lo studio è consistito in una ricerca bibliografica, in un rilevamento di campagna, esteso ad una zona più ampia di quella interessata dall'opera, in n.2 sondaggi di tipo diretto mediante penetrometro dinamico super pesante e n.1 prospezione sismica tipo HVSR per la stima della categoria sismica del suolo di fondazione (calcolo del Vs30 equivalente).

Lo studio bibliografico ed il rilevamento di campagna sono state effettuate direttamente dallo scrivente, mentre i sondaggi penetrometrici e l'indagine sismica HVSR sono stati effettuati nell'agosto 2023 dal Geologo Bruno Furina, che si allegano alla presente relazione.

Il rilevamento di campagna e le indagini geognostiche, sopra menzionate, hanno avuto per obiettivo la definizione della successione stratigrafica, la misura delle proprietà geotecniche dei litotipi esaminati, e la determinazione delle condizioni geologiche, sismiche, idrogeologiche e geomorfologiche generali dell'area investigata.

La relazione è stata redatta in riferimento alla normativa vigente in materia, cioè:

**- Legge regionale n. 17 del 6 giugno 2022, “Modifiche e integrazioni alla Legge regionale 16 aprile 2002, n. 19, Norme per la tutela, governo ed uso del territorio – Legge Urbanistica della Calabria”.**

**- Legge Urbanistica Regionale 16/04/2002, n°19 e succ. modif. e integr.;**

**-N.T.C. 2018, D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”;**

**-D. M. 14.01.2008: Testo unitario – Norme tecniche per le costruzioni;**

**-Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D. M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009;**

**-Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:** pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007;

**-Eurocodice 8 (1988)**

**Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

**-Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI

**-Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

**-Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002) – UNI.

-L. R. n°7 del 27/04/1998, disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche.

**- Regolamento regionale 10 agosto 2017, n. 15 recante: “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 31 dicembre 2015, n. 37 (2)”.**

Art. 14 Piani particolareggiati, piani di lottizzazione, piani di zona per l'edilizia economica e popolare, piani per gli insediamenti produttivi, piani di recupero del patrimonio edilizio esistente, varianti parziali.

1. La LUR 19/02 e s.m.i. e le relative Linee Guida - Scheda Tecnica 2, prevedono che, all'interno della "Componente Geologica nella Pianificazione Territoriale", debbano essere individuate le condizioni locali a cui si possono associare modificazioni dello scuotimento (amplificazioni) o effetti cosismici con un incremento della pericolosità sismica di base. Le aree in cui ricorrano tali

condizioni devono essere rappresentate sulla "Carta delle aree a maggior pericolosità sismica locale".

2. I "contenuti minimi per gli Studi Geomorfologici" approvati dalla Regione Calabria con Delib. G.R. n. 64 del 27 febbraio 2011 si intendono interamente richiamati per quanto riguarda gli altri aspetti relativi al rilascio del parere di cui all'art. 89 del D.P.R. 380/01 (ex art. 13 della L. 64/74); qualora la Pericolosità Sismica sia stata definita a livello di Pianificazione generale e/o di Microzonazione sismica, il geologo deve valutarne l'effettiva incidenza con le situazioni specifiche dell'area interessata, adottando e/o riclassificando i diversi livelli di pericolosità rilevati.

3. Nel caso in cui lo Studio Geomorfologico riguardi la pianificazione attuativa in aree instabili, potenzialmente instabili e in quelle soggette a rischio di liquefazione, esso dovrà contenere elaborati idonei per dimostrare le procedure adottate per la quantificazione degli indici di rischio, degli spostamenti e dei cedimenti attesi, supportati da prove in sito e laboratorio e condotti in conformità ai principi e ai metodi della Geotecnica Sismica.

4. Nel caso in cui i Piani attuativi prevedano la localizzazione di strutture ricadenti in Classe d'uso 3 e 4 previste al punto 2.4.2 delle NTC 08, lo studio geologico deve identificare gli elementi geo-stratigrafici che inducono a fornire al progettista le opportune indicazioni e procedimenti di analisi da adottare in fase esecutiva.

5. Qualora, invece, il Comune avesse ottenuto i fondi di cui all'art. 11, Legge 24 giugno 2009 n. 77, per la redazione della Carta di microzonazione sismica di livello 3, redatta secondo ICMC ed approvata in via definitiva dalla Commissione tecnica per il supporto ed il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica istituita presso il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, così come da elenco pubblicato sul sito della Regione Calabria, la Carta di microzonazione dovrà essere inserita fra gli elaborati di piano in integrazione alla Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale.

**- I “contenuti minimi per gli Studi Geomorfolo­gici”, approvati dalla Regione Calabria con DGR n. 64 del 27.02.2011, si intendono interamente richiamati per quanto riguarda gli aspetti relativi al rilascio del parere di cui all’art. 89 del DPR 380/01 (ex art.13 della L 64/74).**

**Piani particolareggiati, Piani di lottizzazione, Piani di zona per l’edilizia economica e popolare, Piani per gli insediamenti produttivi, Piani di recupero del patrimonio edilizio esistente, Varianti parziali.**

#### **RELAZIONE GEOMORFOLOGICA**

##### **Contenuti:**

- *Illustrazione degli aspetti metodologici seguiti per la realizzazione dello studio e della documentazione cartografica.*
- *Informazioni di base utilizzate nello studio e illustrazione degli argomenti, anche se oggetto di specifica cartografia con particolare riferimento a: descrizione delle formazioni geologiche affioranti, lineamenti del territorio e loro tendenza evolutiva, caratteri strutturali, idrologici, idrogeologici e sismici.*
- *Valutazione, per le zone in pendio, della stabilità d’insieme in condizioni ante e post operam, attraverso verifiche di stabilità numeriche.*
- *Caratterizzazione geotecnica dei terreni atta a definire le proprietà fisico-meccaniche e dinamiche dei principali tipi litologici. I dati devono essere ottenuti tramite un piano di indagini in situ ed in laboratorio progettato dal geologo, secondo gli appropriati metodi della geognostica, della geofisica e della geotecnica in relazione al tipo di terreno indagato ed alle sue caratteristiche ed in numero adeguato per poter giungere alla ricostruzione del modello geologico – tecnico di progetto.*
- *Verifica del potenziale di liquefazione per i siti che, a causa delle loro caratteristiche litologiche ed idrogeologiche, possano dar luogo a tale fenomeno. Conclusioni aderenti con quanto emerso dalle ricerche e dalle indagini eseguite.*
- *Descrizione delle singole aree per ogni classe di fattibilità con indicazione delle cautele e le precauzioni da osservare, gli interventi eventualmente da realizzare al fine di mitigare e ridurre i rischi.*
- *Per gli aspetti geomeccanici devono essere descritte le risultanze derivate dalle indagini, dalle prove in situ e di laboratorio progettate ed interpretate dal geologo in ottemperanza a quanto previsto dal comma 4 lett. b) dell’art.20 legge 19/2002 e smi.*
- *Conclusioni aderenti con quanto emerso dalle ricerche e dalle indagini eseguite.*
- *Indicazione delle fonti bibliografiche e dell’origine dei dati raccolti sul territorio esaminato.*

*La relazione deve essere accompagnata dalle prescrizioni e dalle indicazioni di tipo geologico – tecnico – ambientale, necessarie per la mitigazione e/o la*



*prevenzione dei rischi naturali e per la progettazione esecutiva, da inserire nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano.*

*Le carte geotematiche che devono obbligatoriamente essere eseguite per il rilascio del parere di compatibilità geomorfologica sono le seguenti:*

- *Carta di inquadramento geologico e strutturale;*
- *Carta geomorfologica;*
- *Carta idrogeologica e del sistema idrografico;*
- *Carta clivo metrica o dell'acclività;*
- *Carta delle aree a maggiore pericolosità sismica locale;*
- *Carta delle indagini geognostiche;*
- *Sezioni litotecniche;*
- *Carta delle pericolosità geologiche;*
- *Fattibilità delle azioni di Piano;*
- *Trasposizione della Fattibilità Geologica su pianificazione o previsione di progetto.*

#### **DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA DI ANALISI**

##### ***Tav. 1 - Carta di inquadramento generale geologico e strutturale***

*La Carta, rappresentata almeno in scala 1:2.000, deve essere estesa all'intera area interessata dallo studio e per un ambito territoriale significativo, redatta sulla base di rilievi in sito.*

*Le Sezioni geologiche, anche sulla scorta dei risultati delle indagini in situ, devono ricostruire in dettaglio il modello geologico del comparto di progetto e devono fornire indicazioni sulla successione stratigrafica caratteristica e sulle eventuali discontinuità tettonico-strutturali.*

##### ***Tav. 2 - Carta geomorfologica***

*La Carta geomorfologica, redatta almeno a scala di progetto, deve essere estesa all'intera area interessata dallo studio e ad un intorno significativo; essa può essere redatta mediante fotointerpretazione, rilievi laser scanner o altre tecnologie cartografiche nonché con approfondite verifiche sul terreno. Deve rappresentare analiticamente le forme e i processi geomorfologici attuali e passati stabilendone la sequenza cronologica e valutandone lo stato di attività.*

##### ***Tav. 3 - Carta idrogeologica e del sistema idrografico***

*Deve essere redatta in scala 1:5000 o 1:2000 per tutto il territorio ritenuto significativo, con indicazioni circa il sistema idrografico, idraulico ed idrogeologico. Riguardo all'idrografia superficiale, la Carta deve contenere il reticolo idrografico e la rappresentazione delle aree classificate a Rischio idraulico dal PAI - PGA. Riguardo agli aspetti idrogeologici, nella Carta occorre distinguere i terreni in funzione della permeabilità ed evidenziare la presenza di captazioni, sorgenti o aree di particolare vulnerabilità idrogeologica, anche in riferimento ad eventuali vincoli e/o limitazioni imposte dal Piano di Tutela della Acque.*

***Tav. 4 - Carta clivometrica o dell'acclività*** (da elaborare esclusivamente per piani attuativi localizzati su versanti di inclinazione significativa).

*Per la redazione della Carta clivometrica devono essere utilizzate le seguenti classi di pendenza: 0-10%; 10-20%; 20-35%; 35-50%; >50%.; tali classi possono essere suscettibili di modificazioni per motivate ragioni.*

##### ***Tav. 5 - Carta delle aree a maggiore pericolosità sismica locale***

*Nel caso in cui l'area interessata dalla pianificazione attuativa non abbia vincoli derivanti dal Piano generale, è indispensabile realizzare una Carta di Pericolosità sismica secondo le indicazioni da seguire per la redazione della Tavola 5 per i PSC – PSA – Varianti Generali.*

*Ove invece, la Pericolosità Sismica sia stata già definita a livello di Pianificazione generale e/o di Microzonazione sismica, il geologo deve valutare l'effettiva incidenza della sismicità con le situazioni locali specifiche dell'area interessata, distinguendo i diversi livelli di pericolosità eventualmente rilevati.*

*Nel caso i Piani attuativi prevedano la localizzazione di strutture ricadenti in Classe d'uso 3 e 4 previste al punto 2.4.2 delle NTC 08, il redattore dello studio deve definire gli elementi stratigrafici utili a fornire indicazioni al progettista circa il tipo di analisi da prevedere in fase esecutiva.*

*Qualora, invece, il Comune risultasse finanziato con i fondi di cui all'art. 11, Legge 24/06/09 n 77, espressamente per l'area di progetto per la redazione della Carta di microzonazione sismica di livello 3, redatta secondo ICMC ed approvata in via definitiva dalla Commissione tecnica per il supporto ed il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica istituita presso il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, così come da elenco pubblicato sul sito della Regione Calabria, essa sostituisce integralmente la Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale.*

**Tav. 6 – Carta delle indagini geognostiche**

*La carta, redatta a scala di progetto per tutta l'area interessata dalla variante/piano attuativo, riporterà l'ubicazione plano altimetrica delle indagini geognostiche eseguite, i cui risultati vanno analiticamente descritti all'interno della Relazione Geomorfologica e le cui certificazioni faranno parte del dossier delle indagini.*

**Tav. 7 – Sezioni litotecniche**

*Le Sezioni litotecniche, redatte almeno in scala di progetto, devono rappresentare le unità litotecniche riconosciute nel corso delle indagini geognostiche e ritenute significative per la definizione di eventuali problematiche geologico-tecniche del substrato.*

**DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA DI SINTESI**

**Tav. 8 Carta delle Pericolosità geologiche**

*La Carta di sintesi delle Pericolosità geologiche, deve essere redatta su tutto il comparto di progetto e deve contenere gli elementi più significativi evidenziati nella fase di analisi, a cui si possono associare fattori preclusivi o limitativi a vario livello, ai fini delle scelte di Piano.*

*In particolare deve contenere:*

- le aree classificate a rischio idraulico e da frana del PAI e delle aree di attenzione;*
- le aree interessate da circolazione idrica superficiale;*
- le aree in amplificazione sismica;*
- le aree potenzialmente liquefacibili;*
- le faglie attive e capaci;*
- le frane attive successive al PAI o non cartografate in esso;*
- le aree potenzialmente franose e/o in dissesto;*
- le aree in soggiacenza idraulica;*
- tutte le altre casistiche che possano rappresentare un fattore di pericolo di natura geologica.*

**Tav. 9 - Carta delle fattibilità delle azioni di Piano**

*La Carta delle fattibilità delle azioni di Piano deve essere redatta alla stessa scala e sulla stessa base topografica di quella di progetto. Tale carta applicativa è mirata a dimostrare la compatibilità delle previsioni del piano attuativo con le condizioni geomorfologiche naturali o indotte, tenendo conto delle valutazioni critiche della pericolosità dei singoli fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico-ambientale, che il professionista deve verificare nel processo diagnostico. La carta fornisce inoltre indicazioni e/o limitazioni in ordine alle specifiche destinazioni d'uso previste dal Piano Attuativo, alle cautele da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto per le successive fasi di progettazione. In tale ottica, le aree comprese nel Piano possono essere distinte nelle seguenti quattro Classi:*

**Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni**

**Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**

**Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni**

**Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni**

**Tav. 10 Carta di trasposizione della Fattibilità Geologica su Pianificazione o previsione di progetto**

*Tale Carta, a firma congiunta con i redattori del progetto urbanistico/architettonico, deve rappresentare la fedele trasposizione tra la Fattibilità Geologica e le scelte di Piano.*

*Tutta la documentazione cartografica deve essere redatta su base topografica derivata da aerofotogrammetria o altre metodologie cartografiche e da rilievi diretti, e deve coincidere con quella utilizzata per la progettazione urbanistica .*

**Il sito della lottizzazione è conforme alle prescrizioni contenute nel P. A. I. (piano stralcio per l'assetto idrogeologico) approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n° 115 del 28/12/2001, e non ricade nelle zone ad elevato rischio idraulico e di frana e di erosione costiera (R1 – R2 - R3 – R4) di cui all'art. 21 e succ. delle norme tecniche e misure di salvaguardia entrate in vigore il 28/03/2002.**



**STRALCIO P.A.I. REGIONE CALABRIA**  
**RISCHIO FRANE, RISCHIO ALLUVIONI, PGRA**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Rischio idraulico</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> PGRA</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Rischio PAI           <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> R1</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> R2</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> R3</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> R4</li> </ul> </li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> zone_attenzione_UTM_polyline</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> punti_attenzione_UTM_point</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> aree_attenzione_UTM_region</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Rischio frane</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Rischio_frana_UTM           <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> R1</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> R2</li> <li><input type="checkbox"/> R3</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> R4</li> </ul> </li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità_frana_PAI           <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Aree di Attenzione AA</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Elevata P3</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Media P2</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Moderata P1</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Molto elevata P4</li> </ul> </li> </ul> |
|--|---|

## **INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E ALTIMETRICO**

L'area della lottizzazione si colloca nel Comune di Davoli (Cz), in località "Spadaro" in Davoli Marina, in via Piani di Bella, nella zona industriale.

Il terreno indagato ricade nella Tavoletta denominata "Soverato" redatta a cura dello Istituto Geografico Militare di Firenze in scala 1:25.000 (Foglio 580 – Sez. II) da ripresa aerofotogrammetrica del 1983 e si colloca nel Foglio descritto come "S. Andrea Apostolo dello Ionio" (Foglio 247 IV - N.O.) della Carta Geologica della Calabria edita dal Servizio Bonifiche della Cassa per il Mezzogiorno.

Il sito di progetto ricade, inoltre, nella carta geologica al 50.000 redatta dall'ISPRA, più precisamente nel Foglio 580 denominato "Soverato".

L'area di progetto presenta una quota altimetrica di circa 20 metri s.l.m.



# STRALCIO AREA LOTTIZZAZIONE SU GOOGLE MAPS



## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L'edificio tettonico dell'Arco Calabro comprende una serie di falde che poggiano su un basamento cristallino premesozoico, talora, alcune falde sono ricoperte da depositi meso – cenozoici.

Il versante ionico delle Serre è coperto da una fascia di sedimenti neogenici e pleistocenici. In particolare i depositi pliocenici e pleistocenici sono ben sviluppati nell'area indagata.

Alcuni sondaggi perforati lungo la costa hanno messo in evidenza un notevole spessore delle formazioni pleistoceniche, le quali si dimostrano sedimentate in continuità sui depositi del Pliocene superiore e medio, a loro volta trasgressivi sul substrato miocenico (Ogniben, 1962).

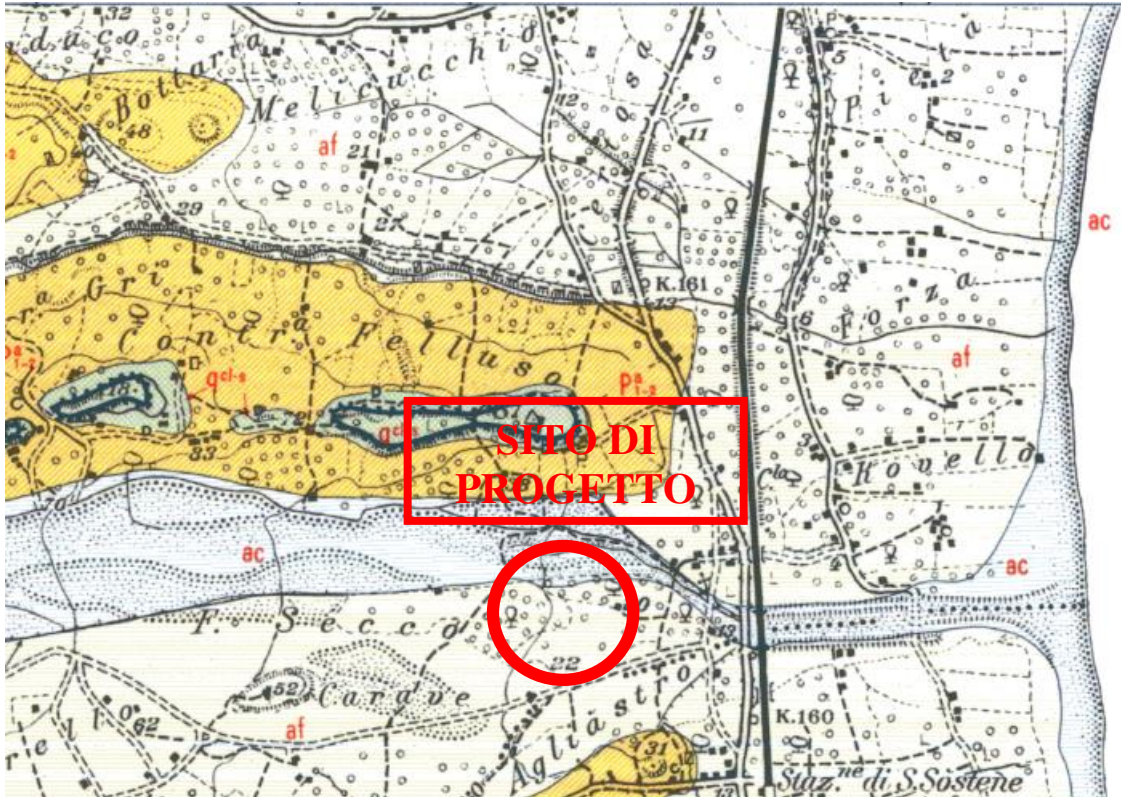
Il substrato è rappresentato dal complesso igneo – metamorfico del Paleozoico.

Dal rilievo di campagna, nel sito di progetto, è emerso l'affioramento di Alluvioni stabilizzate in facies continentale dell'Olocene, posizionate sopra le Argille Siltose, in facies marina, del Pliocene.

**CARTA GEOLOGICA UFFICIALE DELLA REGIONE CALABRIA**

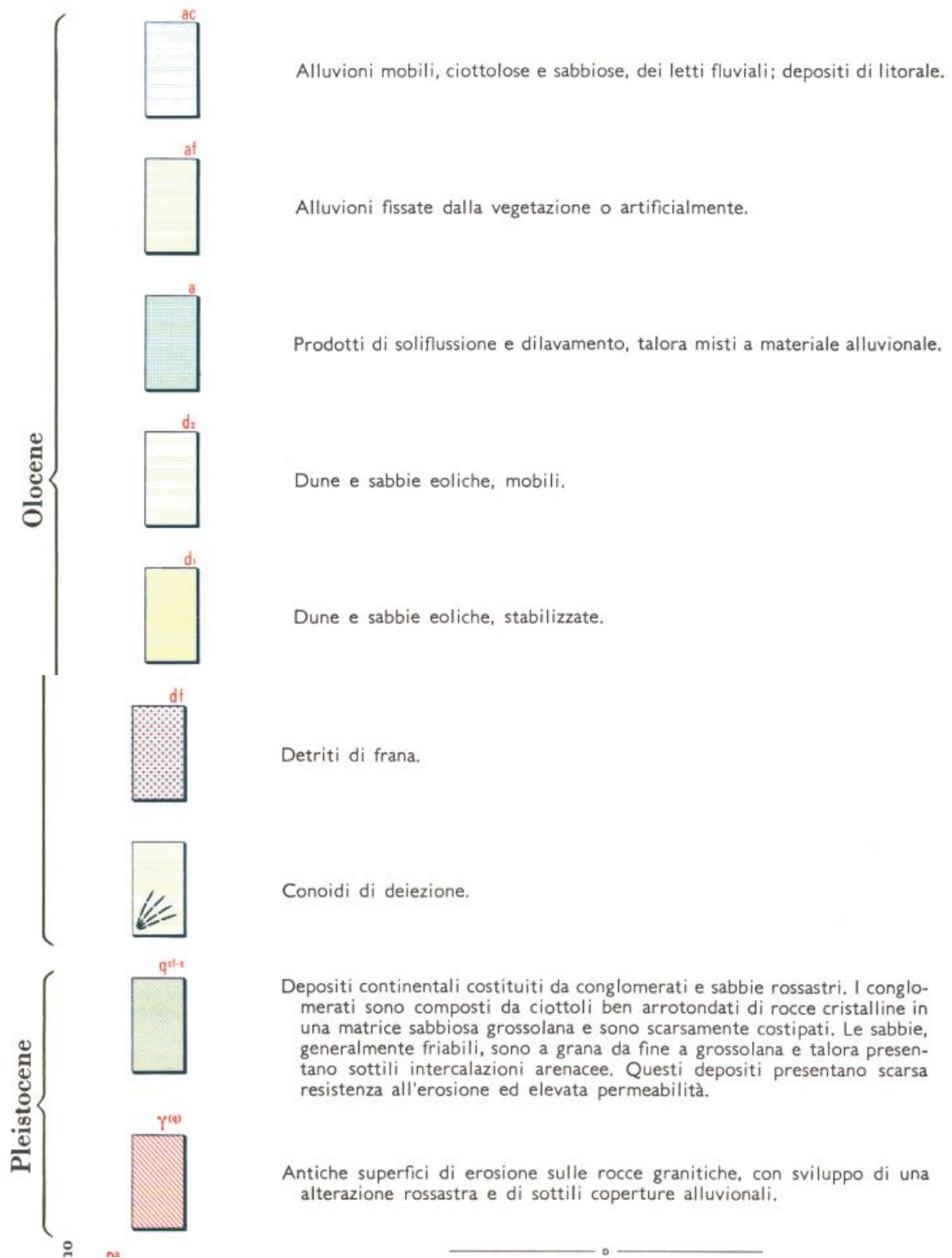
**IN SCALA 1:25.000 – FOGLIO 247 – IV N. O.**

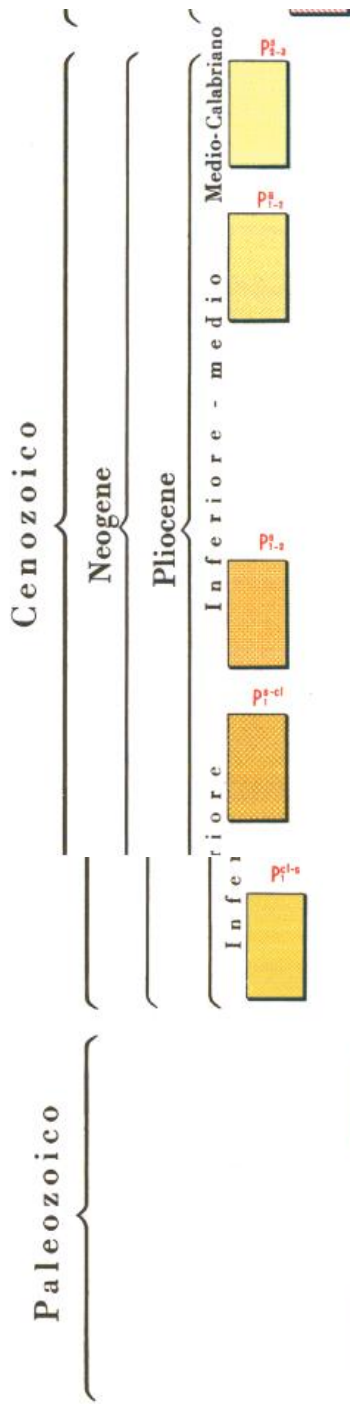
**“S. ANDREA APOSTOLO DELLO IONIO”**





Legenda:





Sabbie brune a grana da fine a grossolana, localmente con bande e lenti arenacee. Esse presentano scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.

Argille, argille siltose e silts, da grigio-chiare a brune, con locali intercalazioni sabbiose. Contengono una microfauna a foraminiferi con abbondanti specie planctoniche e bentoniche, fra cui: *Globorotalia hirsuta* (d'ORBIGNY), *Hastigerina siphonifera* (d'ORBIGNY), *Sphaeroidinella dehisca* (PARKER & JONES), *Vaginulinopsis bononiensis* (FORNASINI), *Ellipsoidina ellipsoides* SEGUENZA, *Pleurostomella alternans* SCHWAGER; in associazione con ostracodi, denti di pesci e frammenti di macrofossili. (In località Chiaranzano, ad ovest della Stazione di S. Sòstene al km 160 della strada costiera, si è rinvenuta una microfauna calabriana comprendente: *Angulogerina angulosa* (WILLIAMSON), *Cassidulinoides bradyi* (NORMAN), *Cassidulina neocarinata* THALMANN, *Bolivina alata* (SEGUENZA). Le argille presentano una scarsa resistenza all'erosione e, lungo i pendii più ripidi, possono dar luogo a movimenti franosi. Permeabilità bassa.

Sabbie bruno-chiare, a grana da fine a grossolana, localmente con bande e lenti arenacee. Esse presentano scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità.

Sabbie grossolane costipate, spesso rossastre, localmente con orizzonti conglomeratici. Esse passano gradualmente, verso il basso, a  $Pt^{cl}$ . Le sabbie sono in genere afossilifere, ma talora contengono una microfauna a foraminiferi planctonici e bentonici ricristallizzati e mal conservati. Questo complesso presenta una moderata resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.

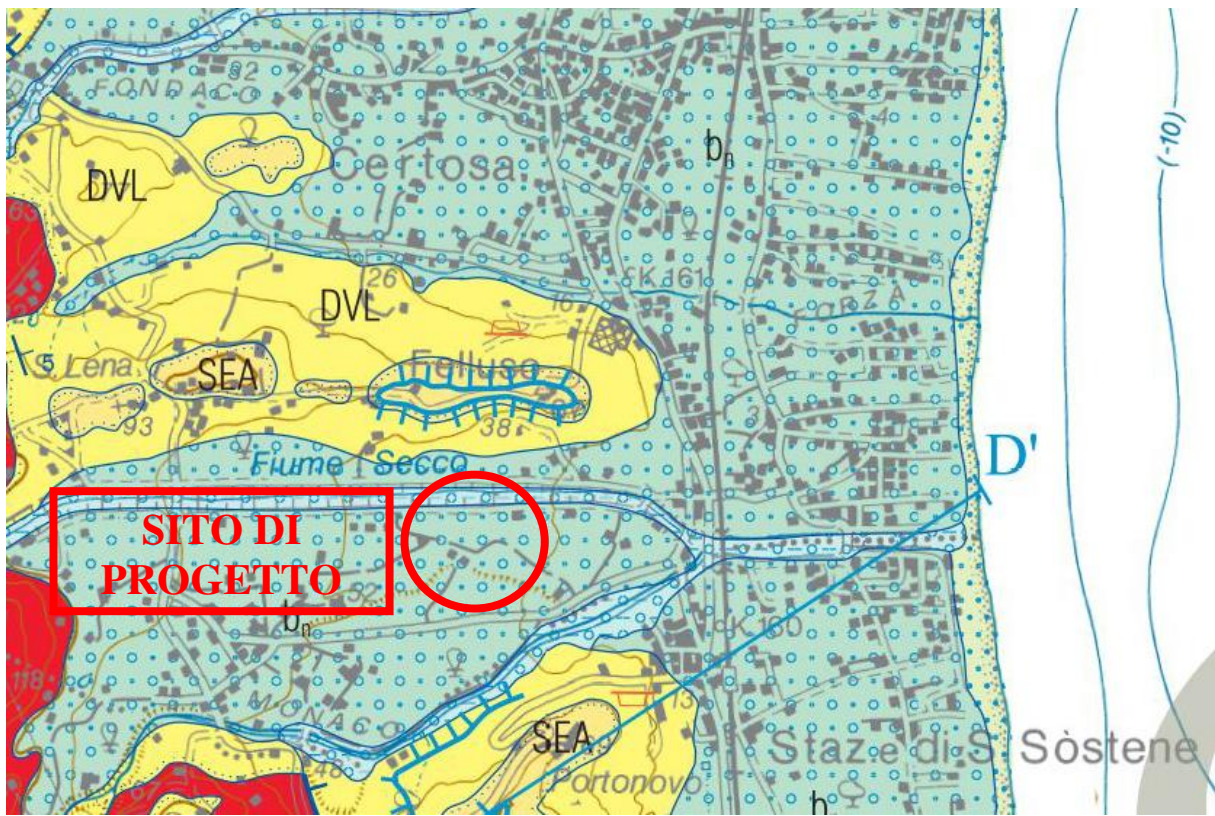
Conglomerati composti da ciottoli di rocce cristalline in una matrice sabbiosa. Esse si possono considerare derivati, in larga misura, da depositi più antichi. I conglomerati sono discretamente costipati e presentano intercalazioni di sabbie grossolane. Essi manifestano una moderata resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.

Complesso di rocce acide, biotitiche, a grana da media a grossolana, a composizione variabile tra la quarzo-monzonite ed il granito. La roccia è attraversata da vene pegmatitiche, meno frequentemente da apliti. Sottili intrusioni (non cartografabili) di diorite alterata ricorrono in tutta la massa. In alcune zone il granito è stato alterato durante il suo insediamento, o successivamente. La roccia presenta in genere una elevata resistenza all'erosione, ma può essere localmente alterata o degradata e dar luogo, nelle zone più elevate, a movimenti franosi. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione e degradazione.

Para gneiss e scisti biotitici, a grana da fine a grossolana, spesso con granati visibili a occhio nudo, in associazione con orto-gneiss granitoidi, dioritici ed anfibolitici, e vene, o segregazioni, di rocce granitiche. Queste rocce presentano in genere una elevata resistenza all'erosione. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione e degradazione.

# CARTA GEOLOGICA C.A.R.G. DELL'ISPRA AL 50.000

## FOGLIO 580 "SOVERATO"

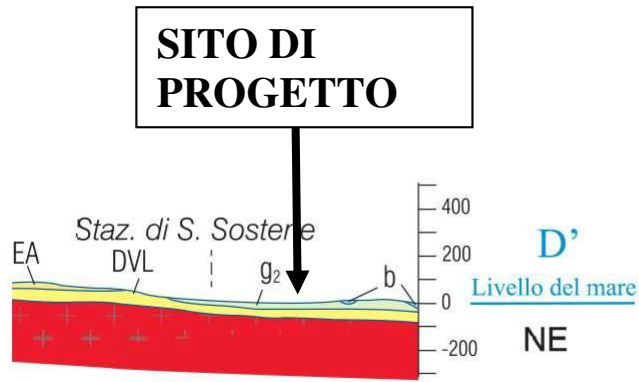


### LEGENDA

Pleistocene medio - Olocene		<b>Deposito alluvionale</b> Sabbie-limose e ghiaiose con ciottoli molto arrotondati e di forma sferoidale, sia di rocce cristalline che sedimentarie, localizzati in corrispondenza degli alvei di piena attuali e nelle piane di esondazione delle principali depressioni morfostrutturali interne attraversate dai fiumi e dai numerosi torrenti o "fossi". <i>OLOCENE - ATTUALE</i>
		<b>Deposito alluvionale terrazzato</b> Sabbie ghiaiose, talora siltose, con ciottoli molto arrotondati e di forma sferoidale, sia di rocce cristalline che sedimentarie, fissate dalla vegetazione e generalmente ricoperte da una coltre limoso-argillosa pedogenizzata con spessore massimo dell'ordine del metro. Questi depositi risultano terrazzati e costituiscono le aree di piana alluvionale non più in formazione, che potenzialmente possono essere interessate da attiva sedimentazione solo in occasione di eventi alluvionali eccezionali; sono anche localizzati in corrispondenza delle principali depressioni morfostrutturali interne. <i>PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE</i>
		<b>Deposito di frana con indizi di evoluzione</b>



# SEZIONE STRATIGRAFICA



## COPERTURA SEDIMENTARIA

1 Unità quaternarie ubiquitarie

2 Unità plio-pleistoceniche

3 Unità mioceniche

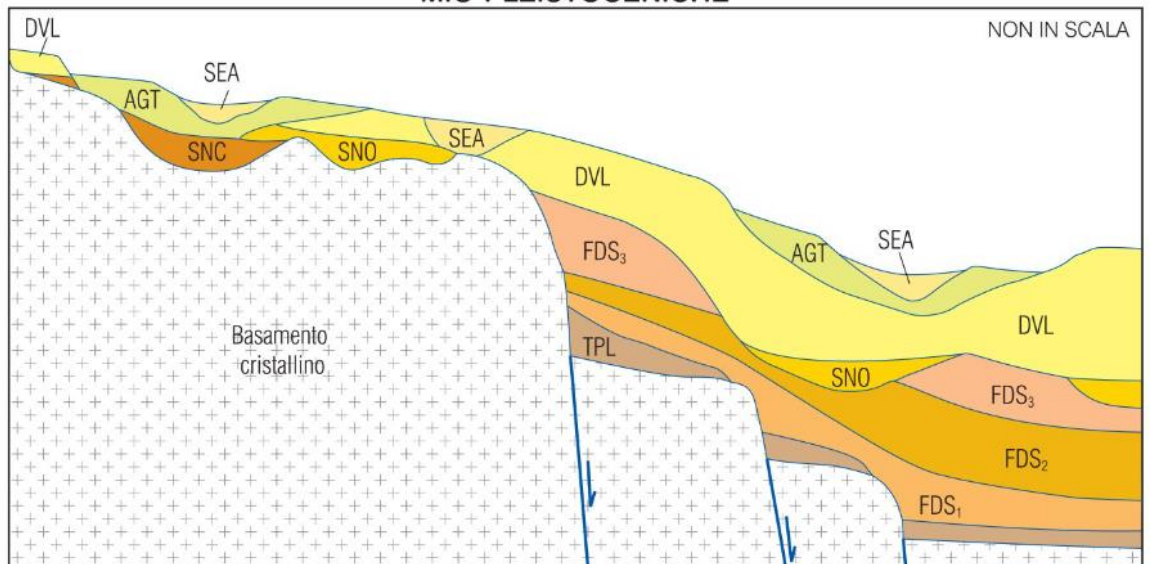
## BASAMENTO CRISTALLINO

4 Complesso plutonico delle Serre Permo-Carbonifero

5 Complesso migmatitico di transizione Permo-Carbonifero

6 Complesso metamorfico incassante Pre-Carbonifero: unità dominata da paragneiss migmatitici (6); unità dominata da granuliti felsiche e metagabbri (7)

## SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLE UNITÀ SEDIMENTARIE MIO-PLEISTOCENICHE





### SOVRASSEGNI DELLE UNITÀ QUATERNARIE



sabbia e ghiaia



sabbia






ghiaia e limo

### SCHEMA TETTONICO

Scala 1:200.000

Direttore Responsabile: C. Campobasso

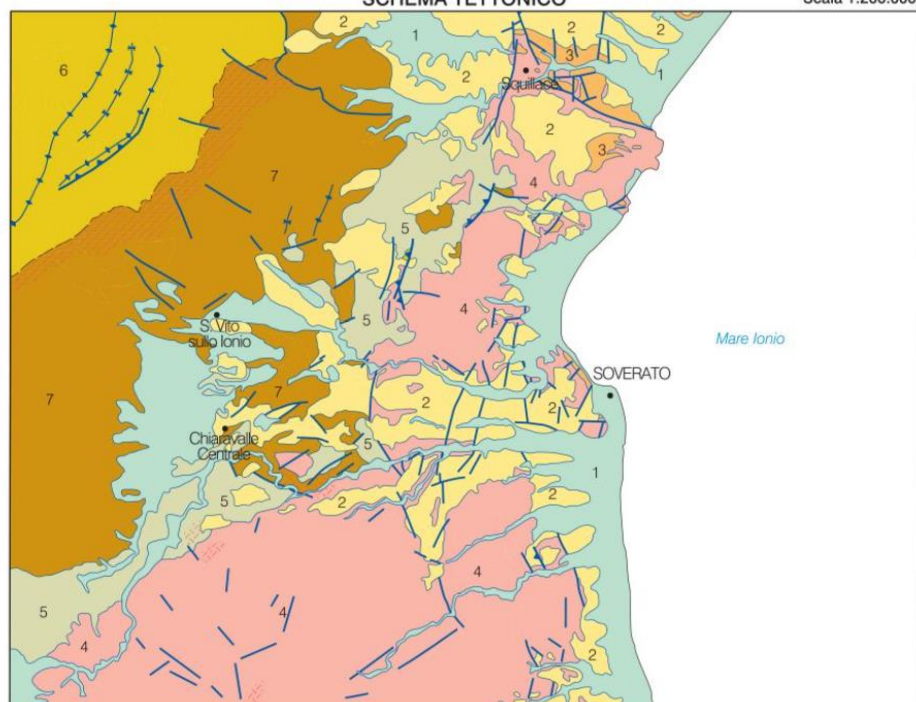
#### COPERTURA SEDIMENTARIA

-  1 Unità quaternarie ubiquitarie
-  2 Unità plio-pleistoceniche
-  3 Unità mioceniche

#### BASAMENTO CRISTALLINO

-  4 Complesso plutonico delle Serre Permo-Carbonifere
-  5 Complesso migmatitico di transizione Permo-Carbonifero
-  6 Complesso metamorfico incassante Pre-Carbonifero: unità dominata da paragneiss migmatitici (6); unità dominata da granuliti felsiche e metagabbri (7)

- Contatto sinmetamorfico
- Faglia a prevalente componente diretta
- ▲ Faglia a prevalente componente inversa
- + Traccia di piano assiale di anticlinale
- + Traccia di piano assiale di sinclinale
-  Zona a intensa fratturazione con fenomeni cataclastici diffusi
-  Zona cataclastico-milonitica



## **ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA**

Il territorio comunale di Davoli, nell'area esaminata, si trova ai margini del bacino idrografico del Vallone Melis ed è interessato da una serie di torrenti di minore importanza.

L'area in studio si presenta pianeggiante.

La pianura in oggetto risulta realizzata dalla sedimentazione di litotipi in facies continentale (dune e sabbie eoliche) e da sedimenti prettamente continentali di tipo alluvionali.

Le dune e sabbie eoliche in facies continentale sono rappresentate da sabbie monogranulari dell'Olocene; mentre, i sedimenti alluvionali della stessa epoca sono dati da sabbie limose – argillose con occasionali ciottoli.

Lungo il settore investigato sono presenti una serie di terrazzi di tipo marino, impostati su sabbie e conglomerati bruno-rossastri del Pleistocene.

L'area in esame si colloca in una pianura alluvionale poco distante dalla linea di costa del Mar Ionio.

Il sito oggetto d'intervento si può considerare stabile allo stato attuale e non interessato da morfologie legate ad elementi di instabilità locale.

## **DATI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGIA LOCALE**

Il territorio comunale di Davoli, nel settore rilevato, ricade nel bacino idrografico del Vallone Melis.

L'area in studio risulta posizionata sulla destra orografica del Vallone Melis (asta del quinto Ordine di Horton) che sfocia nel Mar Ionio e che presenta le seguenti caratteristiche idrografiche: area 8.225.500 m<sup>2</sup>; perimetro = 19.143 ml; pendenza media 28.31 %; quota media 246.90 ml; Ordine Horton = 5; lunghezza asta principale = 9.634 ml.

Nell'area esaminata il reticolo idrografico risulta poco marcato e le acque di precipitazioni atmosferiche possono essere agevolmente regimate.

Il livello medio annuo di precipitazioni è di circa 1000 mm ed è stato ottenuto dai dati delle stazioni pluviometriche presenti in zona. Questi dati sono relativi al periodo che va dal 1921 al 2000, pubblicati a cura del Servizio Idrografico del Ministero LL.PP. ed attualmente reperibili dal sito istituzionale dell'A.R.P.A.CAL.

Il sito su cui verrà realizzata la tettoia è caratterizzato da formazioni sedimentarie con porosità primaria medio - alta è presenza di una falda acquifera di una certa importanza a profondità di circa 8 ml dal piano campagna attuale.

Tale livello può subire oscillazioni legate al regime delle precipitazioni locali e allo sfruttamento della falda acquifera in esame.

Nell'area esaminata esistono dati di pozzi artificiali.

In virtù dei regimi di precipitazioni sopraesposti, si consiglia un dimensionamento corretto delle opere idrauliche; ossia, deve essere predisposto un sistema di drenaggio superficiale e profondo, che eviti il ristagno delle acque piovane in prossimità degli elementi strutturali che compongono l'opera da realizzare (fondazioni, etc.).

Le acque meteoriche devono essere convogliate tramite la rete di acque bianche in fossi e/o canali che permettano lo smaltimento delle precipitazioni più intense.

## LINEAMENTI DI SISMICITA' REGIONALE

La vicinanza del territorio di Davoli ad allineamenti sismici dell'Arco Calabro di una certa importanza, presuppone un certo grado di rischio sismico.

In base alla L. n.64 del 02/02/1974 e successive modifiche, il Comune di Davoli è stato classificato in 2° categoria a cui corrisponde un grado di sismicità medio  $S=9$ .

Il grado di sismicità ci permette di calcolare il “coefficiente d'intensità sismica” secondo la formula seguente:  $c = (S-2)/100$ , che rappresenta la massima accelerazione (espressa in frazioni dell'accelerazione di gravità, g) alla quale le opere rispondono elasticamente. Nell'area oggetto di studio il coefficiente d'intensità sismica assume un valore pari a 0.07g.

In relazione alla normativa vigente, nella misura degli effetti che coinvolgono l'opera edilizia, il coefficiente d'intensità sismica assume peso sia nell'analisi statica sia dinamica della struttura.

Nell'analisi statica il coefficiente d'intensità sismica compare nella determinazione dell'azione sismica di progetto nella seguente espressione:  $F = M \times W$ ; dove M è il coefficiente sismico dato da:  $M = c \times R \times E \times B \times Y$ ; dove:

W peso dell'opera - c coefficiente d'intensità sismica – R coefficiente di risposta della struttura – E coefficiente di fondazione – B coefficiente di struttura – Y coefficiente di distribuzione azioni sismiche sulla struttura.

Il coefficiente c compare nell'analisi dinamica nella formula che valuta gli effetti sismici:  $a/g = c \times R$ ; dove: c coefficiente d'intensità sismica – R coefficiente di risposta della struttura – a accelerazione spettrale del sisma – g accelerazione di gravità.

L'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.2788 del 12/06/1998, approvata dalla Commissione per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi, ha recepito l'elaborato tecnico predisposto dal Servizio Sismico Nazionale e dal Gruppo dell'Istituto Nazionale di Geofisica contenente l'elenco dei comuni ad



elevato rischio sismico. Il **Rischio Sismico** dei comuni italiani è stato determinato sulla base dei seguenti parametri semiquantitativi:

- Valori attesi delle perdite annue dovute ad eventi sismici – indice di rischio, calcolati sulla base delle perdite economiche e di vite umane;
- Intensità massime osservate (scala MCS), determinata sulla base dei cataloghi storici (Intensità Massima Osservata) o calcolata sulla base dell'attenuazione e regolarizzazione di campi macrosismici (Intensità Massima Calcolata);
- Classificazione ufficiale della normativa vigente (dal 1909 al 1984).

L'indice di rischio può assumere valori che variano tra 0 e 0.8. I comuni ad elevato rischio sismico sono quelli che hanno un valore superiore alla media nazionale, pari a 0.0455. Per il territorio del Comune di Davoli l'indice di rischio risulta avere un valore sopra la media nazionale.

L'Ordinanza P. C. M. n. 3274/2003, la quale propone una risposta rapida ed integrata alle esigenze poste dal rischio sismico, ha fornito alle Regioni i criteri generali attinenti alla classificazione sismica con le relative norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni. Essa individua quattro zone sismiche, alle quali sono associate i valori di accelerazione orizzontale massima del suolo  $a_g$  (espressa in frazioni dell'accelerazione di gravità,  $g$ ); le prime tre zone (Zona 1; Zona 2; Zona 3), dagli adempimenti previsti dalla legge 64/1974, corrispondono alle zone di sismicità alta ( $S=12$ ), media ( $S=9$ ) e bassa ( $S=6$ ), mentre per i comuni classificati in Zona 4 (con Grado di Sismicità non classificato), l'Ordinanza, lascia alle regioni la facoltà di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica.

Secondo la nuova Ordinanza (P. C. M. n° 3274/2003) il Comune di Davoli presenta la seguente nuova classificazione sismica:

**Tabella 1 Classificazione Sismica – Delibera di Giunta n. 47 del 10/02/2004 (Regione Calabria)**

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria Secondo la proposta GdL del 1998	Zona Ai sensi Dell'ultima Ordinanza (2003)	Valore di $a_g/g$
18079042	Davoli	II	II	<b>2</b>	0,25g

La stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla pericolosità di base del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

## CLASSIFICAZIONE DEL SUOLO DI FONDAZIONE – STIMA DEI PARAMETRI SISMICI

Sulla base delle indagini della prospezione HVSR realizzata nel sito di progetto il terreno di fondazione può essere classificato:

**Tabella 2 Categoria del suolo di fondazione**

Litostratigrafia	Spessore (ml)	Vs30 equivalente	Categoria suolo Secondo NTC 2018
Terreni a grana fine di media consistenza	30	297 m/s	C

Determinata la categoria del suolo fondale (C) come nella tabella 2, si calcolano i fattori  $S$ ,  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ , che dipendono dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione, e che compaiono nelle espressioni dello Spettro di Risposta Elastico, dato dalla formula:

$$a_g \times S$$

dove:  $a_g$  = accelerazione massima;  $S$  = forma spettrale.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni hanno introdotto nel calcolo strutturale un terremoto di progetto non per ogni comune ma per ogni punto del territorio (punti di riferimento nodali di un reticolo di 4 km di lato). Vengono introdotti gli stati limiti probabilistici: in sintesi, l'intensità della componente orizzontale del sisma viene trattata come un campo aleatorio (in ogni punto del territorio il sisma viene rappresentato da una variabile aleatoria). Ulteriori novità sono rappresentate dalla vita nominale, dalla classe d'uso, dal periodo di riferimento e dall'introduzione di una serie di stati limite. La velocità equivalente delle onde di taglio per la definizione della categoria del suolo di fondazione è inoltre stimata come media armonica.

In funzione delle coordinate geografiche del sito, della classe d'uso, della vita nominale della struttura, delle condizioni topografiche locali, della categoria di

suolo di fondazione e del fattore di struttura di seguito sono riportati gli spettri elastici (e di progetto) dell'intervento in studio.

## Stima Parametri sismici

### 1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

### 2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R$  = periodo di riferimento

$V_N$  = vita nominale

$C_U$  = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

**Tab. 2.1** – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico  $V_N = 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.  $C_U = 0.7$ ;

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.  $C_U = 1.0$ ;

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.  $C_U = 1.5$ ;

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.  $C_U = 2.0$ ;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso  $C_U = 1$ .

Ricavati i valori di  $V_N$  e  $C_U$ , è possibile calcolare il periodo di riferimento  $V_R$ , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

### 3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

**Tabella 3.1-** Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento  $V_R$

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>P_{VR} = 81\%</math></b>
Stato limite di esercizio: danno	SLD	<b><math>P_{VR} = 63\%</math></b>
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	<b><math>P_{VR} = 10\%</math></b>
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	<b><math>P_{VR} = 5\%</math></b>

Fissati  $V_R$  e  $P_{VR}$  associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra  $P_{VR}$  (probabilità) e  $T_R$  (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è  $V_R = 50$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

**Tabella 3.2-** Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento  $V_R$

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>T_R = 30</math></b>
Stato limite di esercizio: danno	SLD	<b><math>T_R = 50</math></b>
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	<b><math>T_R = 475</math></b>
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	<b><math>T_R = 975</math></b>

#### 4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

**Tabella 4.1-** Stralcio della tabella contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e  $P_{V_R}$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'**Allegato A** alle NTC08:

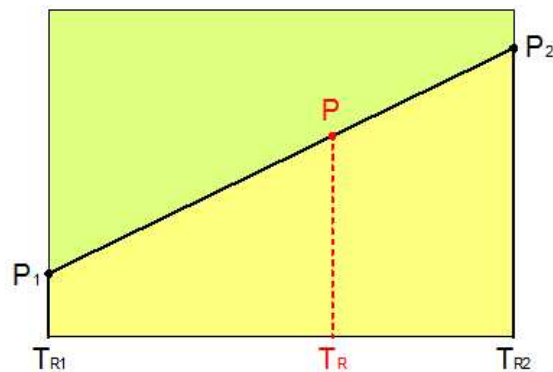
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g, F_o, T_C^*$ ) corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  desiderato, mentre  $p_{1, 2}$  è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno  $T_{R1, 2}$ .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

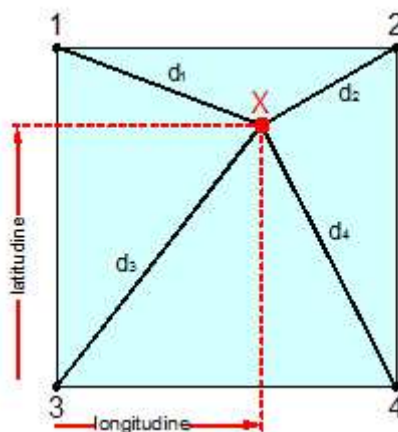
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g, F_o, T_C^*$ ) corrispondente al punto considerato,  $p_i$  è il valore di tale parametro nell' $i$ -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e  $d_i$  è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo vertice della suddetta maglia.



**Figura 4.1** - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2



**Figura 4.2** - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la



distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza  $d$  tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $\text{lat}\alpha$ ,  $\text{lon}\alpha$ ,  $\text{lat}\beta$  e  $\text{lon}\beta$  sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di  $\pm 0,01g$  ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

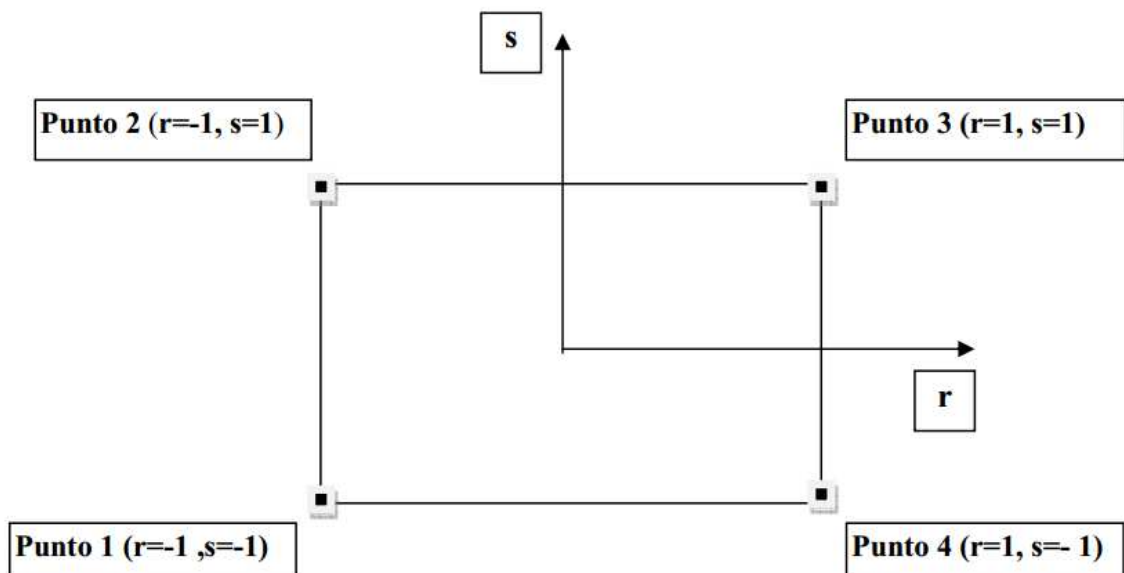


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate  $x$ ,  $y$  di un punto generico e le coordinate  $r$ ,  $s$  dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di  $r$  ed  $s$ , si determinano i parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove  $p$  rappresenta il parametro cercato.

## 5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

### 5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno ( $T_R$ ) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $P_{VR}$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  non può essere inferiore a 35 anni.

### 5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella tabella 5.1.

**Tabella 5.1-** Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica) ( $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E), e del rapporto  $a_g/g$ .  $S_T$  (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.20; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

### 5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta_s = 0.38$  nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

$\beta_s = 0.47$  nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

### 5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

Con:

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

$\beta_m = 0.38$  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$  nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente  $\beta_m$  possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

$S$  è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

## 5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici,  $a_h$  (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco  $a_{\max}$  attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max} \quad (5.8)$$

dove:

$g$  è l'accelerazione di gravità;

$k_h$  è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva  $H$  della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

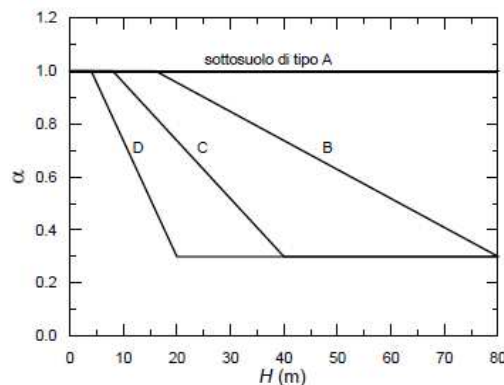


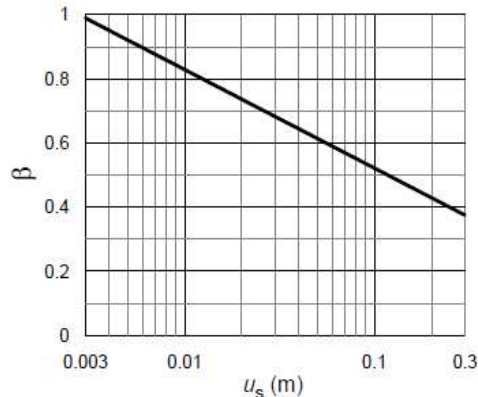
Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$ .

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente  $V_s$ . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi  $\alpha = 1$ .

Il valore del coefficiente  $\beta$  può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per  $u_s = 0$  si ha  $\beta = 1$ ;  $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se  $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$  deve assumersi  $k_h = 0.2 \cdot a_{\max} / g$



**Figura 5.2** - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .

L'accelerazione di picco  $a_{\max}$  è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

$S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

## PERICOLOSITÀ SISMICA

Data: 19/09/2024

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 38.6551094 [°]  
 Longitudine (WGS84): 16.5430717 [°]  
 Latitudine (ED50): 38.6561356 [°]  
 Longitudine (ED50): 16.5438652 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	42782	38.643760	16.494010	4542.95
2	42783	38.641980	16.557870	1989.18
3	42561	38.691950	16.560160	4226.07
4	42560	38.693720	16.496290	5875.58

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.054	2.351	0.279
SLD	50	0.071	2.338	0.308
	72	0.085	2.357	0.322
	101	0.101	2.368	0.334
	140	0.118	2.368	0.343
	201	0.140	2.376	0.353
SLV	475	0.203	2.417	0.374
SLC	975	0.272	2.428	0.393
	2475	0.376	2.483	0.433

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.051	2.347	0.282
SLD	50	0.066	2.355	0.308
	72	0.079	2.380	0.324
	101	0.094	2.379	0.336
	140	0.109	2.379	0.346
	201	0.129	2.390	0.357
SLV	475	0.187	2.421	0.377
SLC	975	0.249	2.411	0.420
	2475	0.345	2.483	0.434

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.053	2.353	0.280
SLD	50	0.070	2.345	0.308
	72	0.083	2.365	0.322
	101	0.099	2.371	0.335
	140	0.115	2.371	0.344
	201	0.136	2.381	0.354
SLV	475	0.198	2.422	0.374
SLC	975	0.264	2.430	0.394

	2475	0.366	2.483	0.433
--	------	-------	-------	-------

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.057	2.352	0.279
SLD	50	0.074	2.327	0.308
	72	0.089	2.342	0.321
	101	0.106	2.355	0.332
	140	0.124	2.360	0.341
	201	0.146	2.370	0.352
SLV	475	0.213	2.416	0.374
SLC	975	0.283	2.434	0.394
	2475	0.394	2.482	0.434

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.053	2.350	0.281
SLD	50	0.069	2.346	0.308
SLV	475	0.196	2.420	0.375
SLC	975	0.261	2.422	0.406

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.019	0.067	0.107
kv	0.007	0.009	0.033	0.054
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.781	1.015	2.732	3.385
Beta	0.180	0.180	0.240	0.310

### Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.080	0.103	0.279	0.345
kv	0.040	0.052	0.139	0.173
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.781	1.015	2.732	3.385
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

### Paratie NTC 2018

Altezza paratia (H): 3.0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.052	0.067	0.181	0.224
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.781	1.015	2.732	3.385
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.016	0.021	0.067	0.097
kv	0.008	0.010	0.033	0.048
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.781	1.015	2.732	3.385
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

### Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.049	0.106	--
kv	--	0.024	0.053	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.781	1.015	2.732	3.385
Beta	--	0.470	0.380	--

### Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.049	0.106	--
kv	--	0.024	0.053	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.781	1.015	2.732	3.385



Beta	--	0.470	0.380	--
------	----	-------	-------	----

### Paratie NTC 2018

Altezza paratia (H):

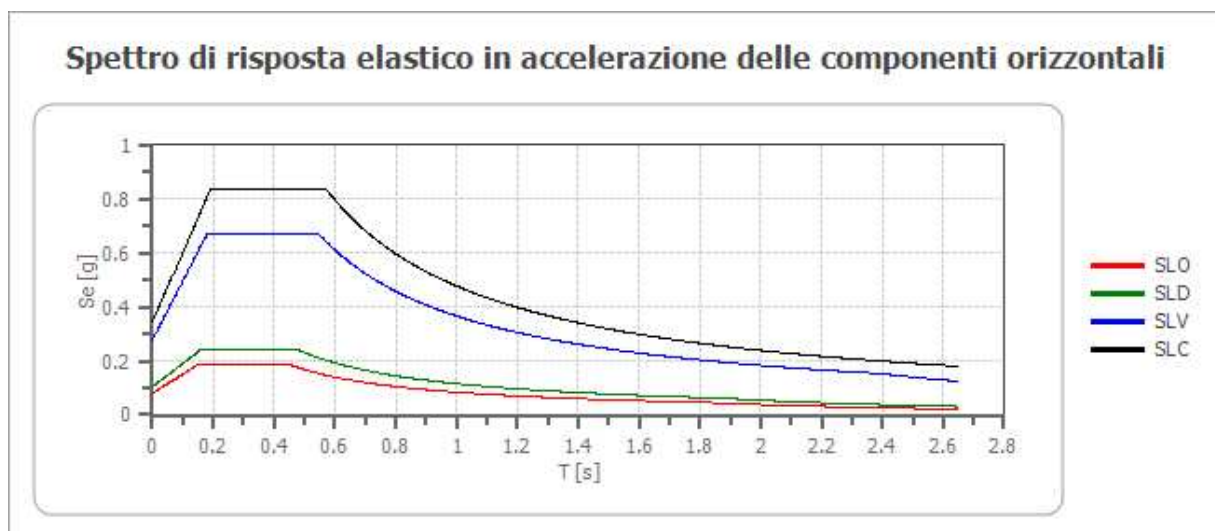
3.0 [m]

Spostamento ammissibile us:

0.015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.062	0.080	0.216	0.268
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.781	1.015	2.732	3.385
Beta	0.776	0.776	0.776	0.776

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.053	2.350	0.281	1.500	1.600	1.000	1.500	1.000	0.150	0.449	1.812	0.080	0.187
SLD	1.0	0.069	2.346	0.308	1.500	1.550	1.000	1.500	1.000	0.150	0.477	1.876	0.103	0.243
SLV	1.0	0.196	2.420	0.375	1.420	1.450	1.000	1.420	1.000	0.181	0.544	2.385	0.279	0.674
SLC	1.0	0.261	2.422	0.406	1.320	1.410	1.000	1.320	1.000	0.191	0.572	2.646	0.345	0.836

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

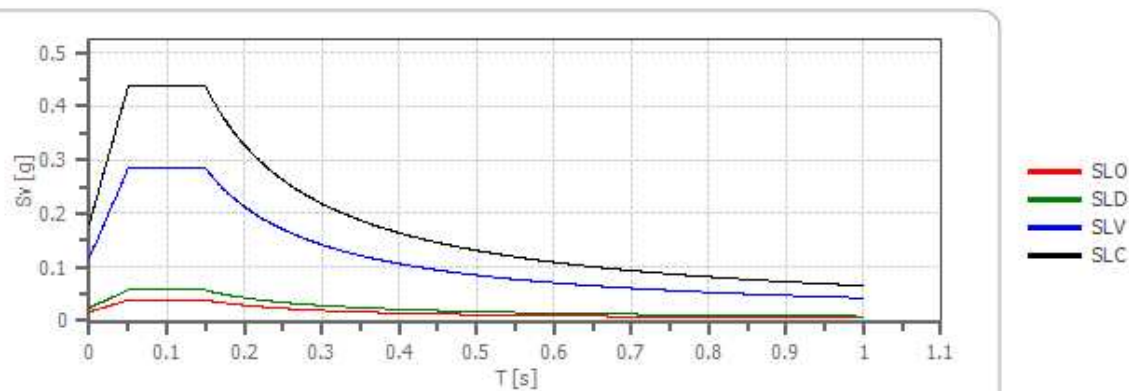
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ:

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$ :

1.000

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



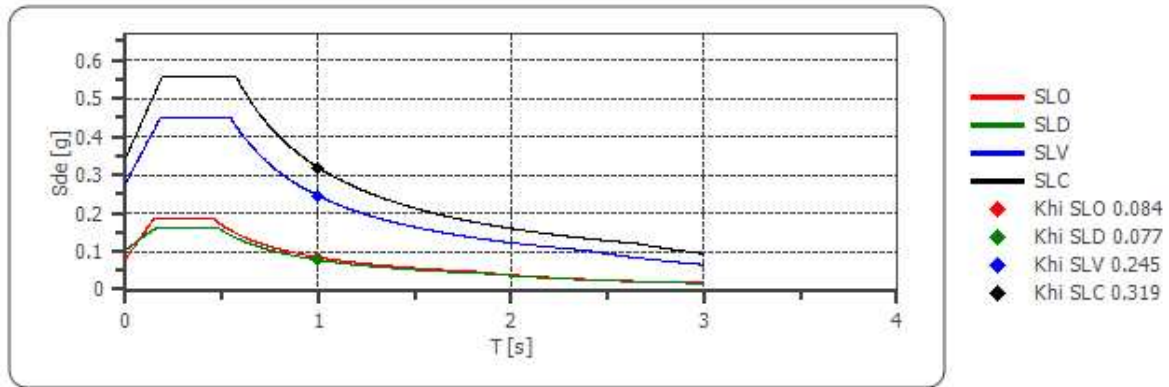
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.05 3	2.35 0	0.28 1	1	1.60 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.01 7	0.03 9
SLD	1.0	0.06 9	2.34 6	0.30 8	1	1.55 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.02 4	0.05 7
SLV	1.0	0.19 6	2.42 0	0.37 5	1	1.45 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.11 7	0.28 4
SLC	1.0	0.26 1	2.42 2	0.40 6	1	1.41 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.18 0	0.43 7

### Spettro di progetto

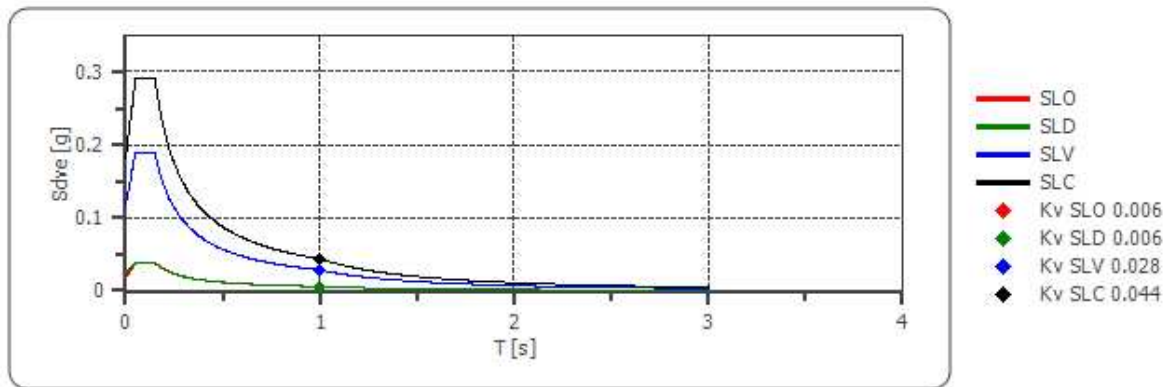
Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50  
 Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50  
 Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k <sub>hi</sub> = S <sub>d</sub> e(T) Orizzontale [g]	0.084	0.077	0.245	0.319
k <sub>v</sub> = S <sub>d</sub> v <sub>e</sub> (T) Verticale [g]	0.006	0.006	0.028	0.044

### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



### Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0 ) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ontal e	1.0	0.05 3	2.35 0	0.28 1	1.50 0	1.60 0	1.00 0	1.50 0	1.00 0	0.15 0	0.44 9	1.81 2	0.08 0	0.18 7
SLO verti cale	1.0	0.05 3	2.35 0	0.28 1	1.50 0	1.60 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.01 7	0.03 9
SLD orizz ontal e	1.0	0.06 9	2.34 6	0.30 8	1.50 0	1.55 0	1.00 0	1.50 0	1.50 0	0.15 9	0.47 7	1.87 6	0.10 3	0.16 2
SLD verti cale	1.0	0.06 9	2.34 6	0.30 8	1.50 0	1.55 0	1.00 0	1.00 0	1.50 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.02 4	0.03 8
SLV orizz ontal e	1.0	0.19 6	2.42 0	0.37 5	1.42 0	1.45 0	1.00 0	1.42 0	1.50 0	0.18 1	0.54 4	2.38 5	0.27 9	0.44 9
SLV verti cale	1.0	0.19 6	2.42 0	0.37 5	1.42 0	1.45 0	1.00 0	1.00 0	1.50 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.11 7	0.18 9

SLC orizz ontal e	1.0	0.26 1	2.42 2	0.40 6	1.32 0	1.41 0	1.00 0	1.32 0	1.50 0	0.19 1	0.57 2	2.64 6	0.34 5	0.55 7
SLC verti cale	1.0	0.26 1	2.42 2	0.40 6	1.32 0	1.41 0	1.00 0	1.00 0	1.50 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.18 0	0.29 1

## **CARATTERISTICHE DEI TERRENI E INDAGINI SVOLTE**

L'area su cui dovrà essere realizzata la lottizzazione in progetto è interessata dall'affioramento di depositi in facies continentale dell'Olocene. I depositi affioranti sono rappresentati da depositi alluvionali da sciolti a moderatamente addensati ricoperti da terreno vegetale, posizionati sopra le argille siltose e silts di colore da grigio – chiaro a grigio – azzurre del Pliocene (substrato).

Il substrato argilloso presenta una moderata resistenza all'erosione e una permeabilità bassa; mentre, i depositi alluvionali affioranti presentano una permeabilità medio - alta. E' stato eseguito un rilevamento geologico – geomorfologico di campagna, esteso a una zona più ampia di quella interessata dall'intervento, indagine diretta mediante penetrometro dinamico super pesante e indagine HVSR per la stima della categoria sismica del suolo di fondazione.

Il rilevamento geologico – geomorfologico è risultato necessario per la conoscenza delle formazioni affioranti e per il riconoscimento di tutte le morfologie sia di tipo naturale sia di tipo artificiale.

Le indagini geognostiche (prova penetrometrica e HVSR) hanno permesso di ricavare i parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione della lottizzazione da realizzare.

In particolare, il lavoro è consistito in una ricerca bibliografica sui vincoli di natura geologica, in un rilievo di campagna esteso ad una zona più ampia di quella interessata dall'intervento, in prove penetrometriche dinamiche super pesanti e indagine HVSR.

## PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Le prove penetrometriche dinamiche realizzate nei depositi alluvionali continentali dell'Olocene permettono di suddividere il terreno in profondità nel modo seguente:

Profondita' dal p.c. in m.	Litotipo	$\phi^\circ$	C Kg/cmq	$\gamma$ T/mc	$\gamma'$ T/mc	Modulo Young Kg/cmq	Modulo di Poisson
da 0.00 a - 2.60	sabbie limoso-ghiaiose con addensamento sciolto	27°	0	1.45	1.90	38	0.34
da - 2.60 a -6.60	Sabbie ghiaiose con addensamento denso	35°	0	1.72	2.07	234	0.29
> - 6.60	Ghiaie sabbiose	36°	0	2.00	2.20	420	0.26

Vedi allegato Relazione Geotecnica.



## VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Dopo aver desunto dalla relazione geologica del progetto in esame i parametri necessari alla verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione (spessore degli strati, peso di volume, velocità delle onde S, magnitudo del sisma di riferimento, percentuale di fine, profondità della falda) si è proceduto ad eseguire la verifica con il metodo di Andrus e Stokoe (1997).

I risultati ottenuti sono i seguenti:

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE													
(da prove sismiche a rifrazione)													
Metodo semplificato													
Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato													
<b>PARAMETRI:</b>													
$\gamma$	=	1.8	g/cm <sup>3</sup>										
$\sigma_{vo}$	=	1.8	kg/cm <sup>2</sup>										
$\sigma_{vo}'$	=	1.6	kg/cm <sup>2</sup>										
profondità della prova	=	1000	cm										
profondità falda	=	800	cm										
$\gamma_{H_2O}$	=	1	g/cm <sup>3</sup>										
Pressione neutra	=	0.2	kg/cm <sup>2</sup>										
z	=	10	m										
$V_S$	=	333											
$V_{S1C}$	=	210	m/s	FC<5%	FC=20%								
				220	210								
				FC>35%	200								
$V_{S1}$	=	296,08											
M	=	7,0											
MSF	=	1,26	se M≤7.5										
	=	1,19	se M>7.5										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>R=</td> <td>Resistenza al taglio mobilitata</td> </tr> <tr> <td>T=</td> <td>Sforzo di taglio indotto dal sisma</td> </tr> <tr> <td>FC=</td> <td>Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia</td> </tr> <tr> <td>Vs=</td> <td>Velocità dell'onda di taglio S</td> </tr> </table>						R=	Resistenza al taglio mobilitata	T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma	FC=	Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia	Vs=	Velocità dell'onda di taglio S
R=	Resistenza al taglio mobilitata												
T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma												
FC=	Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia												
Vs=	Velocità dell'onda di taglio S												
<b>FORMULE:</b>			<b>RISULTATI:</b>										
$V_{S1}$	=	$V_S(1/\sigma_{vo})^{0.25}$		296,08	$V_{S1}$								
R	=	$0,03 \cdot (V_{S1}/100)^2 + (0,9(V_{S1C}-V_{S1})) - (0,9V_{S1C})$		0,248255679	R								
T	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}'/\sigma_{vo})) \cdot r_d \cdot 1/MSF$	se M≤7.5	0,034213312	$T_{M \leq 7,5}$								
			se M>7.5	0,036018426	$T_{M > 7,5}$								
$a_{max}/g$	=	0,25											
$r_d$	=	0,235											
$F_s=R/T$	>	1	se M≤7.5	7,256113689	Verificato $F_s$								
			se M>7.5	6,892463248	Verificato $F_s$								

Visti i valori del fattore di sicurezza ( $F_s$ ) superiore all'unità, i depositi affioranti come terreni di fondazione si possono ritenere non liquefacibili.

## **CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI**

La ricerca bibliografica, il rilevamento geologico di campagna e le indagini geognostiche dirette e indirette hanno messo in evidenza le seguenti caratteristiche dell'area investigata:

1. dal rilevamento di campagna, nel sito di progetto, è emerso l'affioramento di Alluvioni stabilizzate in facies continentale dell'Olocene con substrato rappresentato dalle argille siltose in facies marina del Pliocene;
2. Il sito da lottizzare è caratterizzato da formazioni sedimentarie con porosità primaria medio - alta è presenza di una falda acquifera di una certa importanza a profondità media di circa 8 ml dal piano campagna attuale;
3. i parametri fisico – meccanici dei terreni di fondazioni sono stati misurati con indagini dirette penetrometriche;
4. in base alla L. n.64 del 02/02/1974 e successive modifiche, il Comune di Davoli è stato classificato in 2° categoria con grado di sismicità medio  $S=9$ . La categoria sismica del suolo di fondazione (N. T. C. 2018) è la C, condizione topografica T1.

Dai dati ottenuti mediante le campagne di indagini geognostiche risulta un'alternanza di strati da poco a moderatamente addensati con la profondità. Per ciascun strato nella presente relazione è stato riportato il valore dei parametri geotecnici.

Da evidenziare la non omogeneità nella distribuzione in profondità dei parametri geotecnici dei terreni affioranti.

Le acque meteoriche devono essere allontanate tramite opportune opere idrauliche al fine di evitare possibili fenomeni alluvionali e/o di impaludamento.

La presente relazione geologica – geognostica descrive in dettaglio le condizioni geologico – tecniche dei terreni di fondazione e le caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area d'intervento.

Le campagne di indagini geognostiche realizzate sono sufficienti per la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione oggetto d'intervento relativamente al tipo di progettazione in esame.

Sulla base di quanto sopra specificato, il sottoscritto Dott. Geol. Luca Lamanna, come Tecnico Incaricato per la redazione della presente Relazione per gli aspetti geologici e geomorfologici del terreno attesta:

- che il terreno oggetto di lottizzazione è compatibile riguardo la conformazione geomorfologica.

Il sottoscritto resta, comunque, a disposizione per qualsiasi ulteriore chiarimento tecnico e si riserva di integrare lo studio in oggetto qualora emergessero elementi mal rilevati nel corso dell'indagine.

Davoli (Cz), lì settembre 2024

Il dott. Geologo, Luca LAMANNA



# TABELLA DI SINTESI DATI GEOLOGICI

## Condizioni stratigrafiche e topografiche

a) Approccio utilizzato per la valutazione dell'amplificazione

- Semplificato
- Numerico mono-dimensionale
- Numerico bi-dimensionale

Posizione del punto d'indagine (WGS 84):

b) Latitudine della stratigrafia 38.6551094

c) Longitudine della stratigrafia 16.5430717

d) Quota del piano campagna [m. s.l.m.] 20

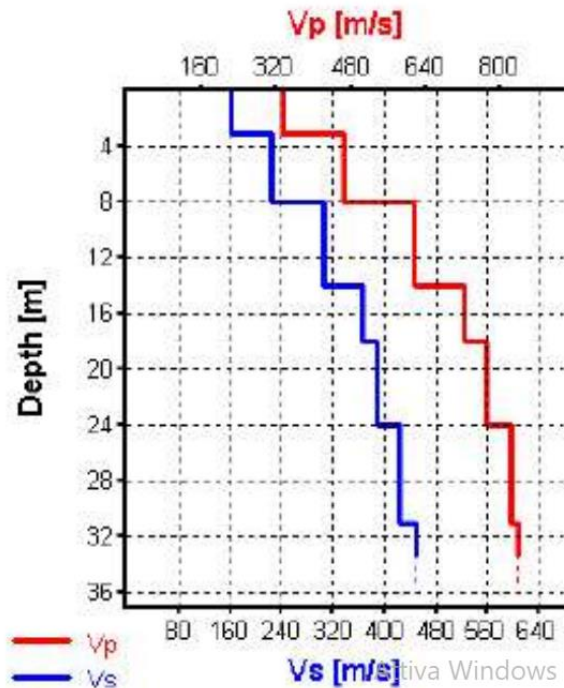
e) Differenza fra la quota del piano campagna e la quota di imposta delle fondazioni [m] - 1.00

f) Metodo di calcolo della velocità delle onde di taglio ( $V_{S30}$ )

- DOWN-HOLE
- SPT/CU
- SASW
- HVSr
- CROSS-HOLE
- Altre misure

g)

H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
3	3	333	160	1650
5	8	468	225	1700
6	14	619	305	1700
4	18	725	365	1750
6	24	774	390	1800
7	31	826	425	1850
-	> 31	842	450	1900



$V_{Seq\ 30} = 297$  m/s (Offset = 0 m)

**h) Categoria topografica T1**  
**Geologia: informazioni generali**

- **Categoria di sottosuolo: C**
- **Profondità del Bedrock:**
  - >30 metri
  - < 30 metri
  - Sconosciuta
- **Stratificazione del deposito: SI**  
**Se SI:**
  - Sub - orizzontale piano parallela
  - Inclinata
  - Incrociata
  - Irregolare
  - Altro
- **Presenza di discontinuità:** (contatti stratigrafici e/o tettonici, bordi di bacino, discordanze stratigrafiche,) **NO**
- **Presenza di faglie capaci: NO**
- **Presenza di frana: NO**
- **Profondità della falda [m]: -8,00 dal p.c.**

**Morfologia: informazioni generali**

**Ubicazione dell'opera**

- Pianura
  - Pianura aperta
    - Fondovalle di valle stretta ( $C > 0.25$ )
    - Fondovalle di valle larga ( $C < 0.25$ )
- Rilievo isolato
  - Alla base del pendio
  - A metà del pendio
  - Sulla sommità o in cresta
- Cresta stretta
- Cresta larga

**COMUNE DI DAVOLI**  
(Provincia di Catanzaro)

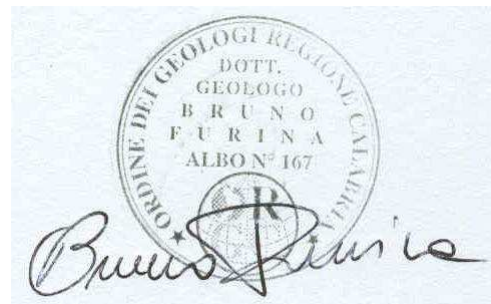
**PROGETTO PER L'INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO  
PER IL CONFEZIONAMENTO DI CALCESTRUZZO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI**

**COMMITTENTE: CALCESTRUZZI srl UNIPERSONALE**  
Contrada Spadaro – 88060 DAVOLI (CZ)

Soverato, lì Agosto 2023

Il Geologo  
Dott. Geol. Bruno Furina



## RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

In conformita' agli adempimenti del D.M. 17/01/18, il Dott. Geol. Bruno Furina ha redatto uno studio geotecnico, su incarico della Ditta CALCESTRUZZI srl UNIPERSONALE, Contrada Spadaro - 88060 DAVOLI (CZ), sull'area su cui e' presente un impianto di sua proprieta' per la lavorazione di inerti, e sul quale si intende intervenire con l'installazione di nuovi silos, tendente ad accertare la stratigrafia geotecnica e le principali proprieta' geomeccaniche dei vari strati.

Al tal fine sono state effettuate due prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH).

Le prove sono state spinta fino alla profondita' massima di -6.6.00 metri dal piano di campagna. La stratigrafia scaturita da entrambi i sondaggi e' direttamente collegabile. Nello specifico, i principali dati geotecnici per la caratterizzazione dei singoli geostrati, desunti in base alle caratteristiche litologiche, sono i seguenti:

Profondita' dal p.c. in m.	Litotipo	$\Phi^\circ$	C Kg/cmq	$\gamma$ T/mc	$\gamma'$ T/mc	Modulo Young Kg/cmq	Modulo di Poisson
da 0.00 a - 2.60	sabbie limoso-ghiaiose con addensamento sciolto	27°	0	1.45	1.90	38	0.34
da - 2.60 a -6.60	Sabbie ghiaiose con addensamento denso	35°	0	1.72	2.07	234	0.29
> - 6.60	Ghiaie sabbiose	36°	0	2.00	2.20	420	0.26

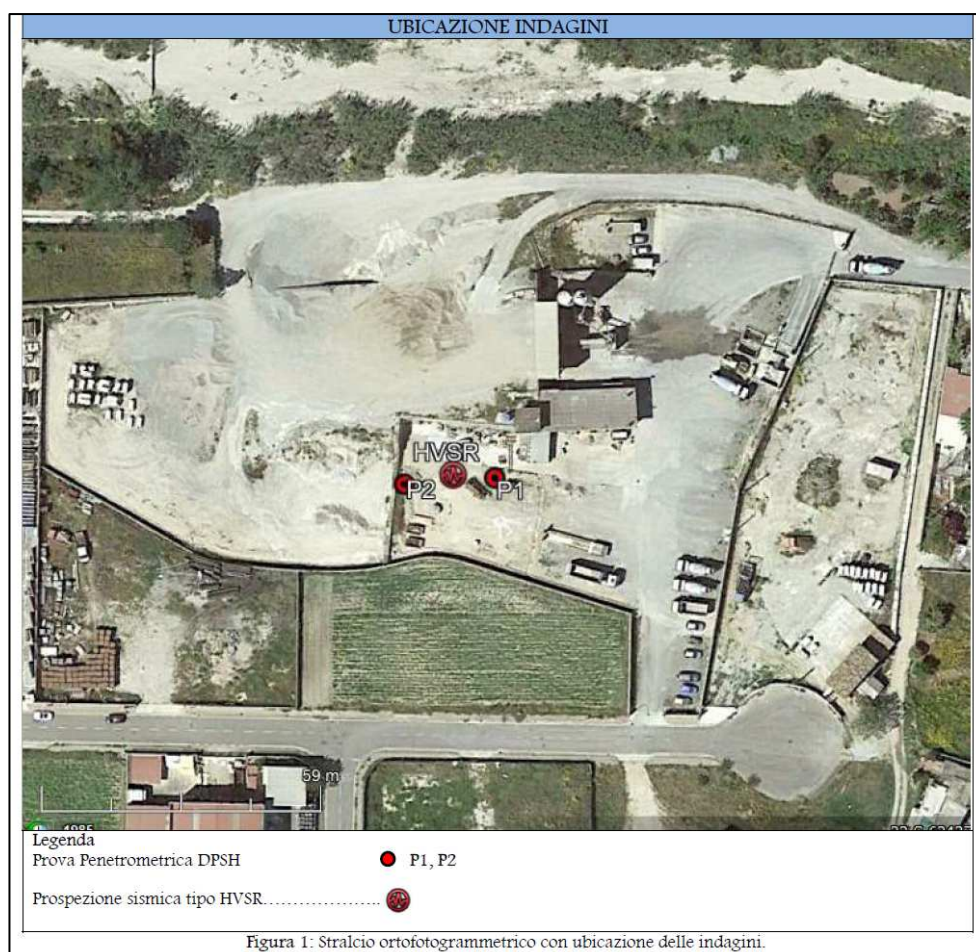
Alla profondita' di -12.00 m. dal piano di campagna, grazie all'utilizzo di un freatimetro all'interno di un pozzo ubicato nelle vicinanze, e' stato rilevato il tetto della falda idrica. Dalla ricostruzione geologica operata, e' presumibile che lo spessore dei depositi clastici superi i 15 metri.



Di tale dato si e' tenuto conto nell'eseguire la verifica del potenziale di liquefazione del terreno in condizioni sismiche (terreno sismico di tipo C).

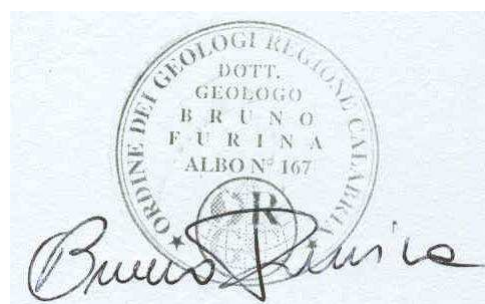
Le risultanze di tale calcolo sono allegati alla *Relazione sulla pericolosità sismica*.

I risultati conseguiti nell'elaborazione dei dati geotecnici, unitamente alle proprietà geomeccaniche che servono a meglio caratterizzare i singoli strati, vengono di seguito allegati.



Soverato, Agosto 2023

Dott Geol. Bruno Furina



**OGGETTO:** Progetto per Impianto 5MAX/220/3LATI Nastro  
caricatore da 14 m. 3 Silos da Ø 3000 – 90 mc



**RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ  
D'INDAGINE GEOGNOSTICA**

**COMMITTENTE:** Calcestruzzi Unipersonale

**Geolags s.r.l.**

Sede legale: Via San Giuseppe Moscati  
s.n.c. 89900 Vibo Valentia (VV)

Tel. Fax 0963 545158

P.IVA 03352390797

[geolags@gmail.com](mailto:geolags@gmail.com)

[geolagssrls@pec.it](mailto:geolagssrls@pec.it)



Geolags s.r.l.	“Progetto per Impianto 5MAX/220/3LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da Ø 3000 – 90 mc”	Calcestruzzi Unipersonale
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SUPERPESANTI (DPSH) .....	3
2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	4
2.2 ELABORAZIONE DATI .....	5
3. ANALISI HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO) .....	5
3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE .....	6
3.2 MODALITÀ ESECUTIVE DELLA PROVA E ACQUISIZIONE DATI .....	6

### *Allegati:*

- *Allegato n°1 Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini;*
- *Allegato n°2 Documentazione fotografica;*
- *Allegato n°3 Risultati prospezione sismica di tipo HVSR;*
- *Allegato n°4 Risultati prove penetrometriche dinamiche superpesanti;*

REV. DOCUMENTO	REDATTO	VERIFICATO	DATA
00	Dr. Armando Sirianni	Dr. Carlo Artusa	28/08/2023

**1. PREMESSA**

La Geolags s.r.l., ditta operante nei settori della geologia applicata, della geofisica applicata, della geoarcheologia e dei monitoraggi ambientali, con sede legale a Vibo Valentia, in via San Giuseppe Moscati- s.n.c., è stata incaricata dalla ditta Calcestruzzi Unipersonale ad eseguire una campagna di indagini geologico e geofisica per il “Progetto per Impianto “5 MAX/220/3LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da  $\phi$  3000 – 90 mc.”.

In particolare, durante la campagna sono state svolte le seguenti attività:

- ✓ n° 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH;
- ✓ n° 1 prospezione sismica di tipo HVSR;

Di seguito vengono illustrate le metodiche di esecuzione delle diverse attività.

La campagna d'indagine geofisica e geotecnica è stata condotta nel rispetto della vigente normativa sismica e in particolare ai sensi del:

- ✓ D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni 2018”
- ✓ CIRCOLARE 21 gennaio 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.

Di seguito vengono illustrate le metodiche di esecuzione delle diverse attività.

**2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SUPERPESANTI (DPSH)**

Sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH, la cui profondità massima raggiunta è stata di 6,60 mt dal piano campagna; la profondità e le coordinate dei punti di sondaggio sono elencate nella seguente tabella:

PROVA DPSH	COORDINATE UTM WGS84	PROFONDITÀ RAGGIUNTA DAL P.C.
P1	Lat. 4279645.79 m N Long. 634292.89 m E	6,00 mt
P2	Lat. 4279643.25 m N Long. 634273.82 m E	6,60 mt

TABELLA 1 – COORDINATE UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi N necessari.

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 il sondaggio geognostico 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.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura);
- avanzamento (penetrazione);
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

L'ubicazione dei sondaggi penetrometrici è stata concordata con la committenza prima dell'avvio dei lavori.

## 2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle indagini penetrometriche è stato utilizzato un penetrometro tipo Emilia prodotto da Pagani Geotechnical modello TG 63-100 Kn.

DATI TECNICI		
Motore	Tipo	Benzina; 2 cil.; V
	Potenza [HP (kW) - RPM]	16 (12) - 3600
	Raffreddamento	Aria
Traslazione	Cingolato a trasmissione idrostatica	Cingolato Gommato
	Velocità di traslazione [km/h]	0 ÷ 1.8
	Pendenza Max %	30
Pompa Idraulica	Numero di Pompe	2
	Max. pressione operativa [bar]	245
Stabilizzatori	Numero	3
	Tipo	Idraulico
DIMENSIONI E PESI		
H [mm]	1600	PENETROMETRO DINAMICO TG 63-100 KN
L [mm]	2450	
P [mm]	1040	
Peso [kg]	910	
Massa battente [kg]	63.5	
Altezza caduta (m)	0.75	
Avanzamento Δ (cm)	20	
Punta conica diam.	50.5	
Area base cono (cm <sup>2</sup> )	20	
Lunghezza aste (m)	1	
Diametro aste (mm)	32	
Peso aste (Kg)	6.31	

TABELLA 2 – CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO

Geolags s.r.l.	“Progetto per Impianto 5MAX/220/3LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da Ø 3000 – 90 mc”	Calcestruzzi Unipersonale
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	

## 2.2 ELABORAZIONE DATI

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare, consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Gli elaborati grafici e tabellari sono riportati in allegato e contengono:

- Stima dei parametri geotecnici;
- Colonna stratigrafica.

## 3. ANALISI HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - Metodo di Nakamura), è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso. Il metodo è basato sull'acquisizione del rumore sismico (detto anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole rispetto a quelle indotte dai terremoti), generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; sorgenti di rumore uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Il risultato che si ottiene da una registrazione di questo tipo è la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di “doppia risonanza” estremamente pericolosa per la stabilità degli stessi.

Le coordinate dell'ubicazione in situ sono elencate nella seguente tabella:

Geolags s.r.l.	“Progetto per Impianto 5MAX/220/3LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da Ø 3000 – 90 mc”	Calcestruzzi Unipersonale
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	

PROVA	COORDINATE UTM WGS84
HVSR	Lat. 4279642.00 m N Long. 634283.00 m E

TABELLA 3 – COORDINATE UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

### 3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Il Tromografo digitale SARA Geobox SR04 della Sara Eletronic Instruments, utilizzato per l'acquisizione del rumore sismico, ha le seguenti caratteristiche strumentali:

Serial number	903
Classo of instrument	Siesmic digitizer
Conformità agli standard	EN 61326, EN 61326 Class B, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-11, EN 61010-1
Alimentazione	10-15 Vdc 180mA (max), batterie alcaline
Potenza utilizzata	75 mW
Numero canali	3 azionati da microcontroller
Rumore	≤ -124dB @ 100SPS
Impedenza in ingresso	300k Ohm
Sensitivity	40 v/m/s (+/-10%)
Risoluzione A/D	24 bit
Livellamento	a bolla, alta precisione orizzontale, sensibilità 5' arco (0.083°)
Conessioni	Porta USB a RS232

4. TABELLA 3 – CARATTERISTICHE TECNICHE TOMOGRAFO SARA GEOBOX SR04

### 3.2 MODALITÀ ESECUTIVE DELLA PROVA E ACQUISIZIONE DATI

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z). Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore a 20 minuti. Successivamente si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di durata prefissata. Tale dimensione, detta Long Period, deve essere pari almeno a 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre “long”, sincronizzate fra le tracce, che vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle alte frequenze) o di fenomeni di saturazione. Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamiento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute idonee. Si prendono così in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia (ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y,



Geolags s.r.l.	“Progetto per Impianto 5MAX/220/3LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da Ø 3000 – 90 mc”	Calcestruzzi Unipersonale
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	

vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone) e per ognuna di queste viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una media ponderale o geometrica. Per ciascuna coppia, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della coppia. Questo permette quindi di ottenere il rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

Successivamente si passa all'elaborazione dello spettro medio con il processo d'inversione per poter ricavare il profilo verticale delle velocità delle onde trasversali (Vs), al disotto dell'area di misurazione.

Vibo Valentia 28.08.2023

Il Tecnico

Dr. Geol. Carlo Artusa

**GEOLAGS s.r.l.s.**  
Via San Giuseppe Moscato, snc  
89900 Vibo Valentia  
PEC: geolagssrls@pec.it  
PI.: 03352390797



## Allegato n.1

### Stralcio Ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini

Oggetto: “Progetto per Impianto “5 MAX/220/3 LATI Nastro caricatore  
da 14 m. 3 Silos da  $\phi$  3000 – 90 mc”

Committente: Calcestruzzi Unipersonale

UBICAZIONE INDAGINI



**Legenda**

Prova Penetrometrica DPSH

● P1, P2

Prospezione sismica tipo HVSr.....



**Figura 1:** Stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione delle indagini.

## Allegato n.2

### Documentazione Fotografica

Oggetto: “Progetto per Impianto “5 MAX/220/3 LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da  $\phi$  3000 – 90 mc”

Committente: Calcestruzzi Unipersonale



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

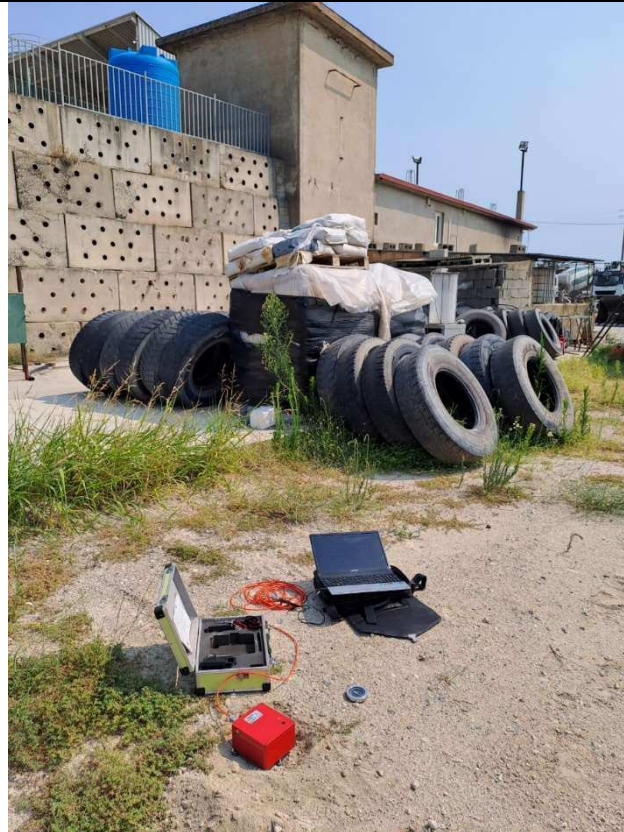


Prova Penetrometrica dinamica – P1



Prova Penetrometrica dinamica – P2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prospezione sismica di tipo HVSR

## Allegato n.3

### Risultati prospezione sismica HVSR

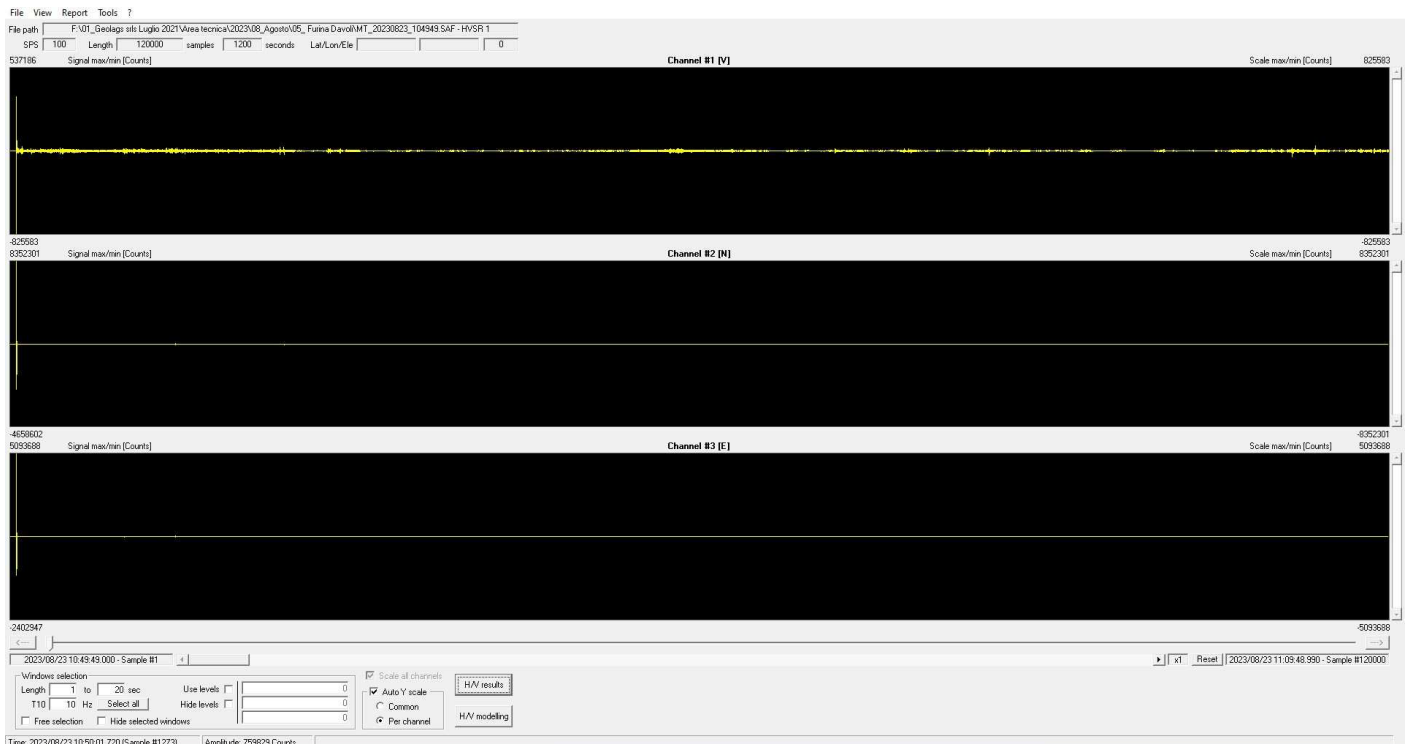
**Oggetto: “Progetto per Impianto “5 MAX/220/3 LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da  $\phi$  3000 – 90 mc”**

**Committente: Calcestruzzi Unipersonale**



**HVSR**

<b>Instrument:</b>	TZ3-0003/01-13
<b>Start recording:</b>	23/08/2023 10:10:11
<b>End recording:</b>	23/08/2023 10:30:11
<b>Channel labels:</b>	NORTH SOUTH
	EAST WEST
	UP
	DOWN
<b>Trace length:</b>	0h20'00"
	Analyzed 75% trace (manual window selection)
<b>Sampling rate:</b>	128 Hz
<b>Window size:</b>	20 s



**Tracce**

**Fig. 1:** Tracciato della registrazione lungo le direttrici: 1) Verticale; 2) N-S; 3) E-W.

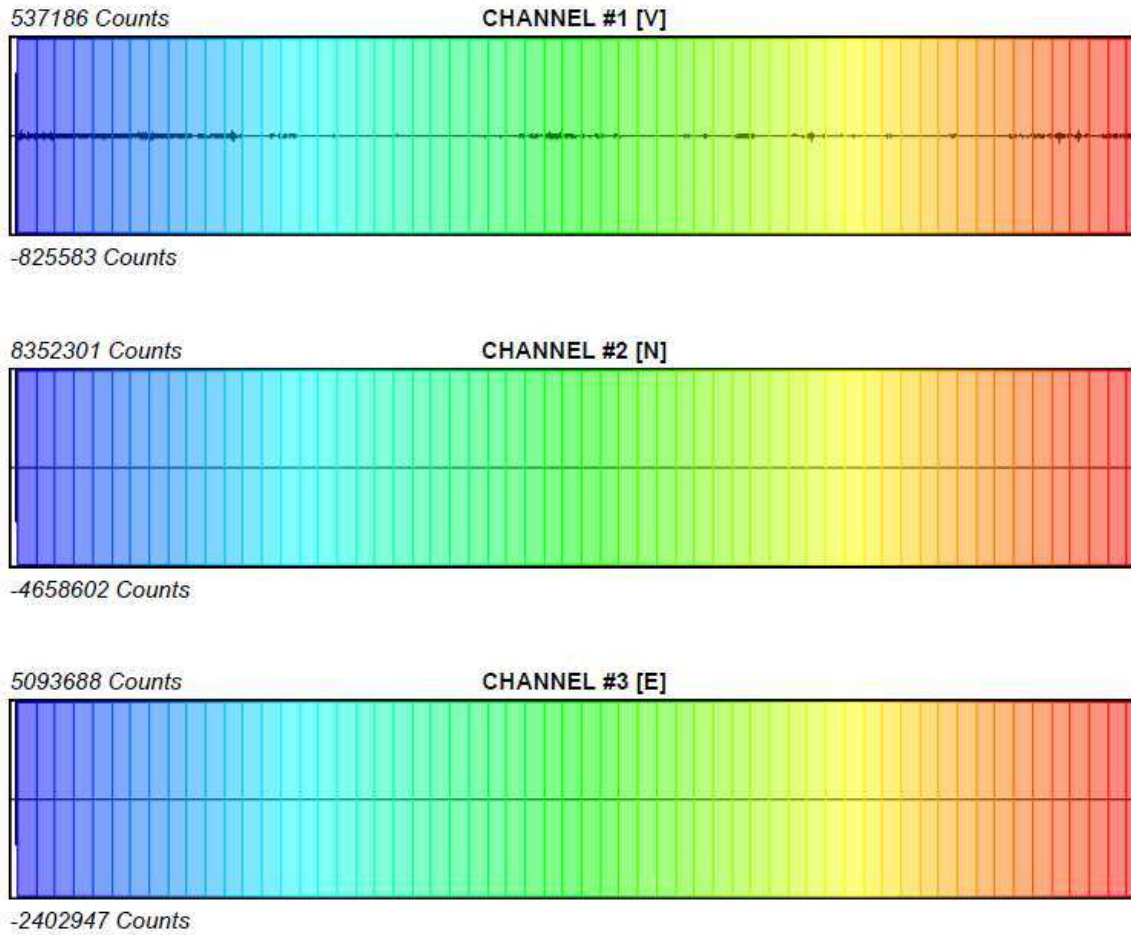


Fig. 2: Tracce campionate  
 HVSR average

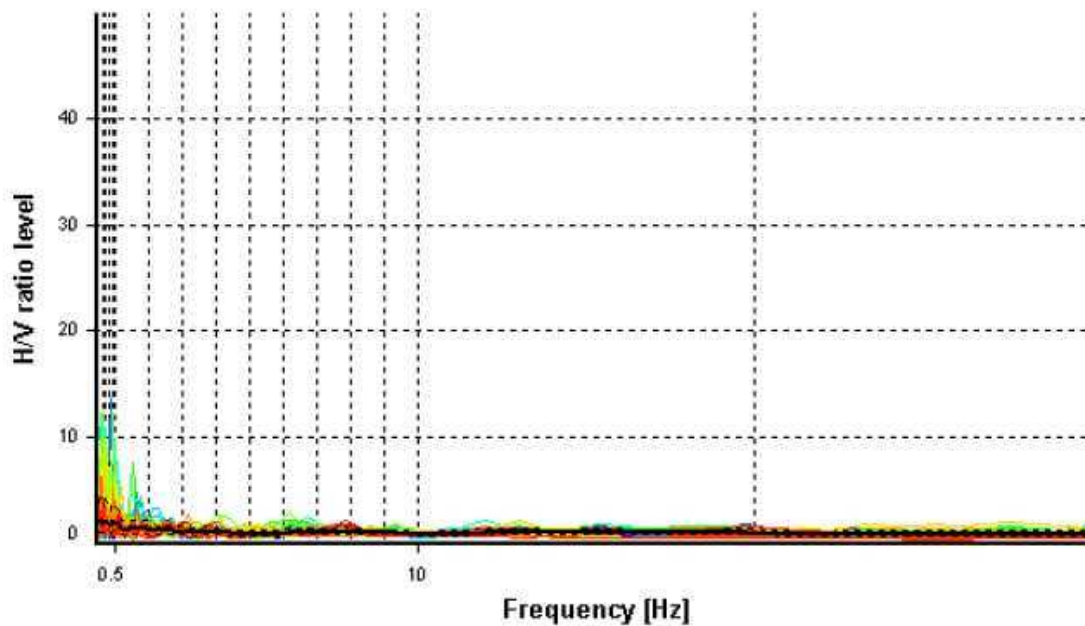


Fig.3: Rapporto Amplificazione su frequenza, con evidenziato il periodo fondamentale

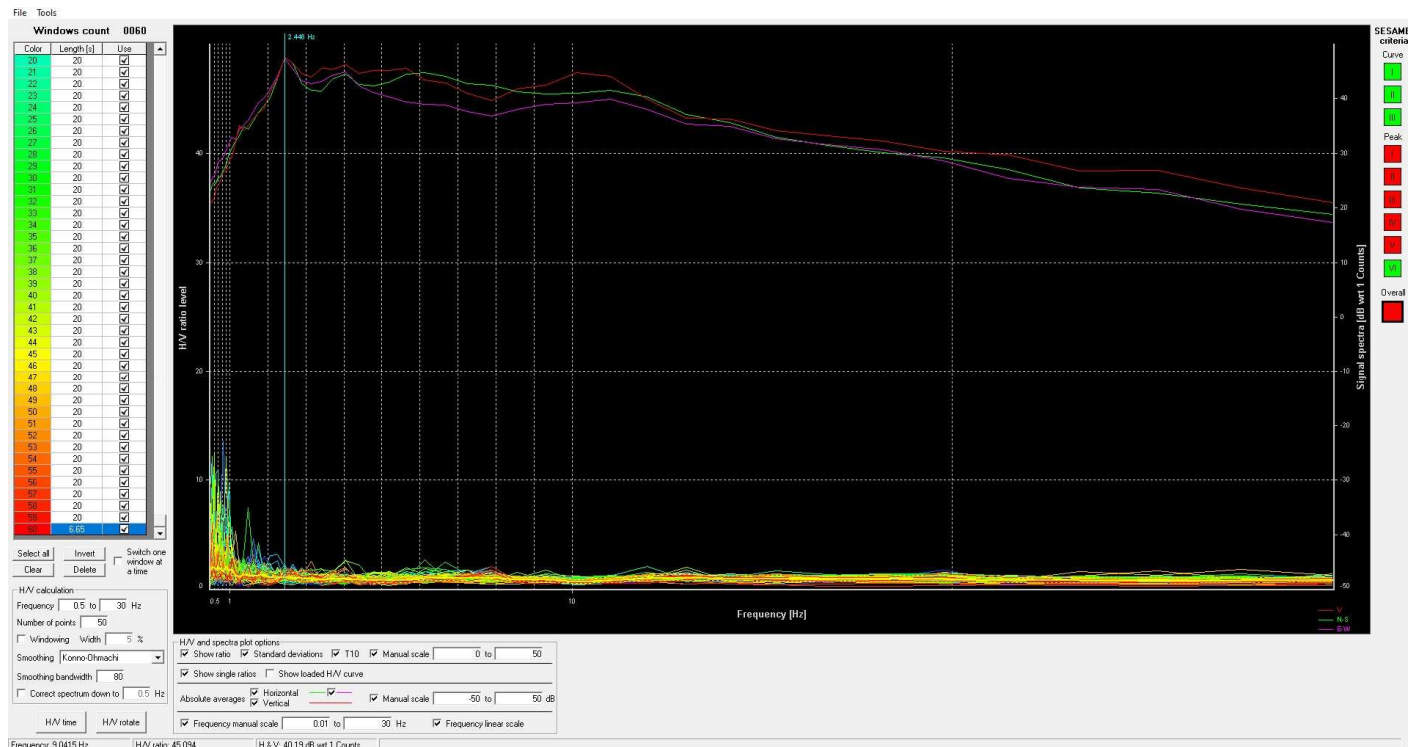


Fig.4: Rapporto Amplificazione su frequenza, con evidenziato il periodo fondamentale

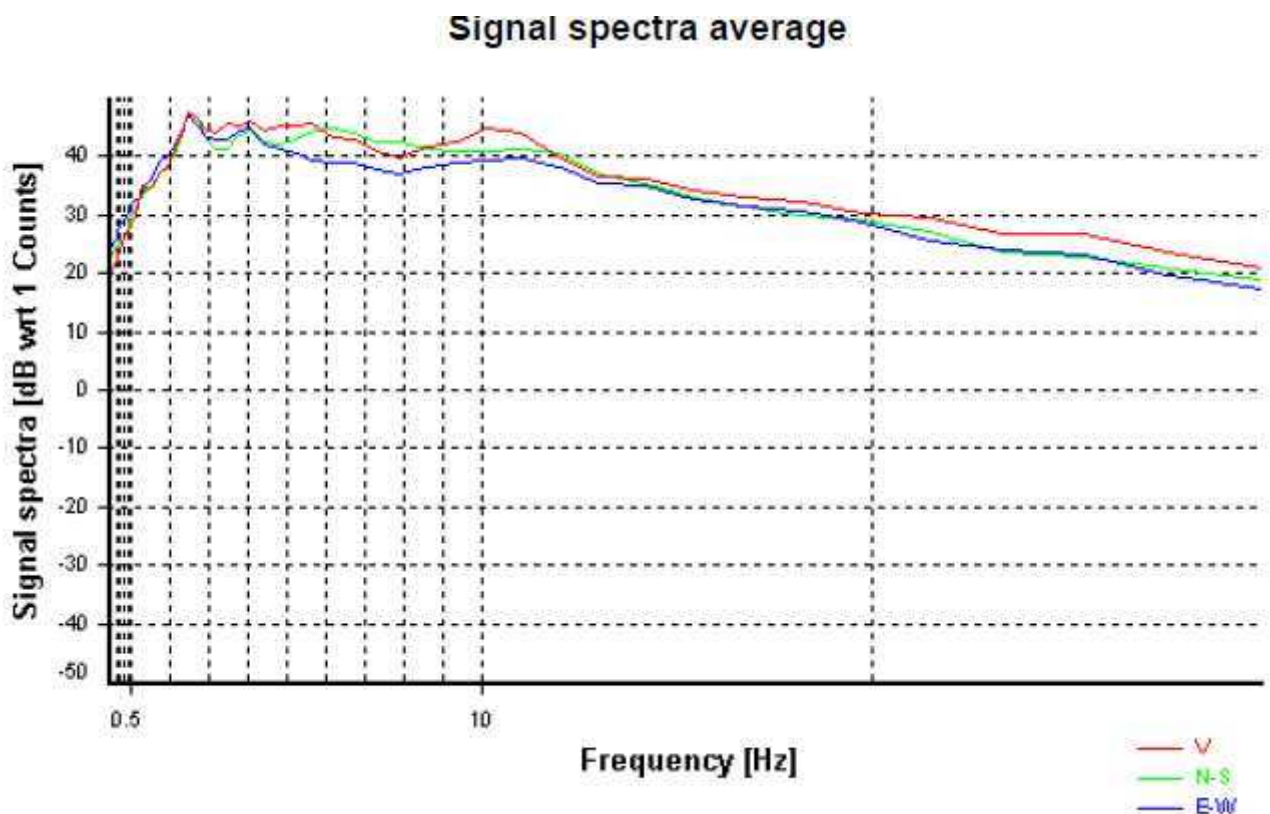


Fig.5: Media degli spettri del segnale



**HVSR time-frequency analysis (5 seconds windows)**

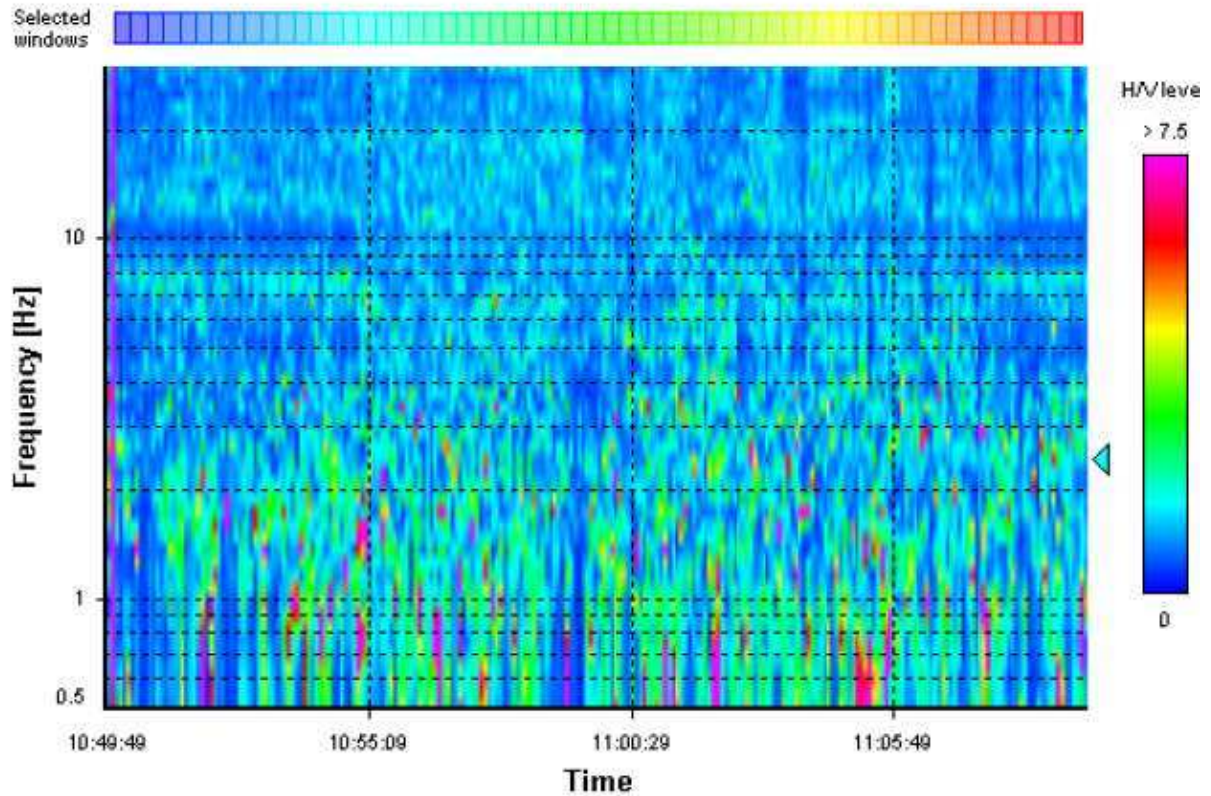


Fig.6: Analisi tempo-frequenza HVSR (finestre di 30 secondi)

**HVSR directional analysis**

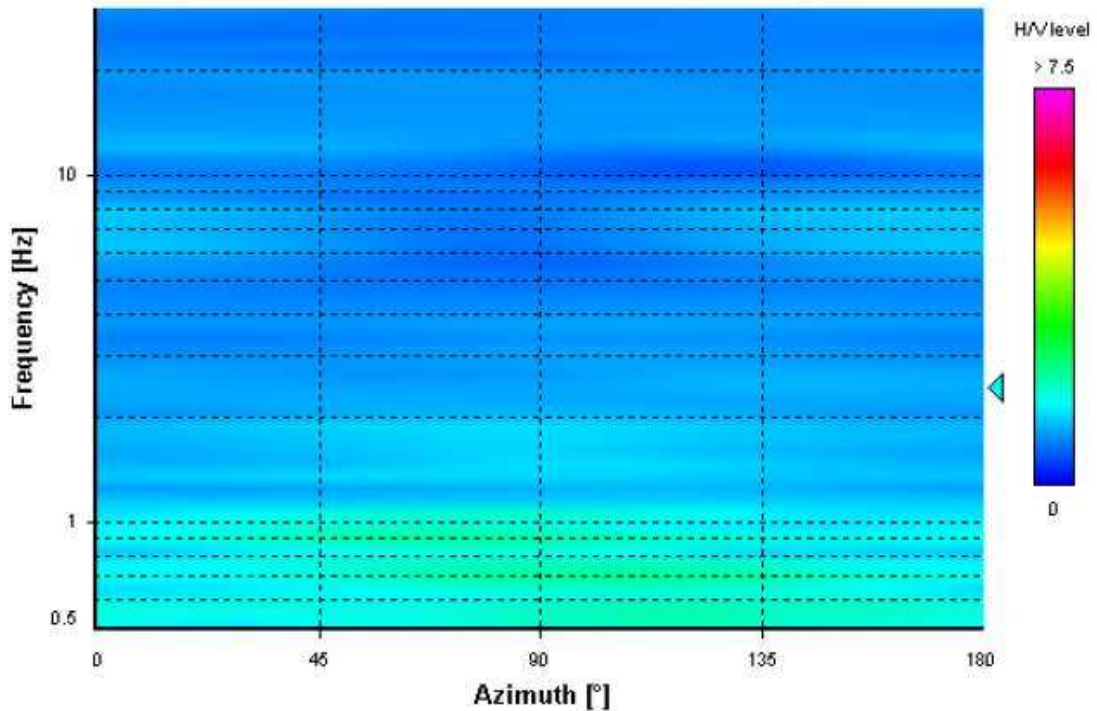


Fig.7: Analisi direzionale HVSR

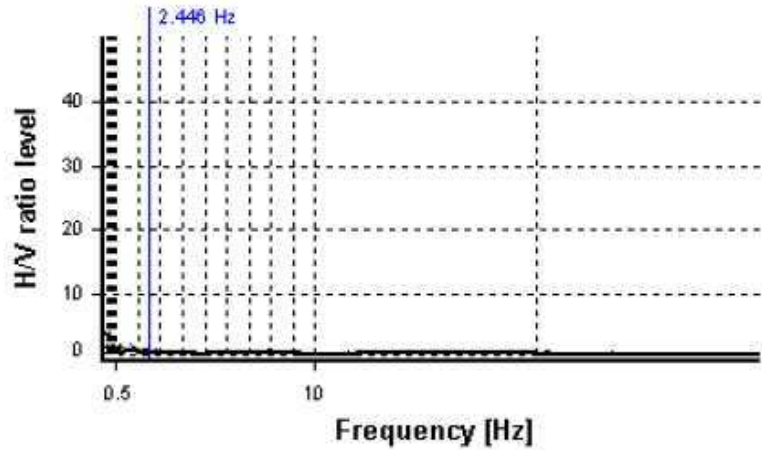
**SESAME CRITERIA**

**Selected  $f_0$  frequency**

2.446 Hz

$A_0$  amplitude = 1.109

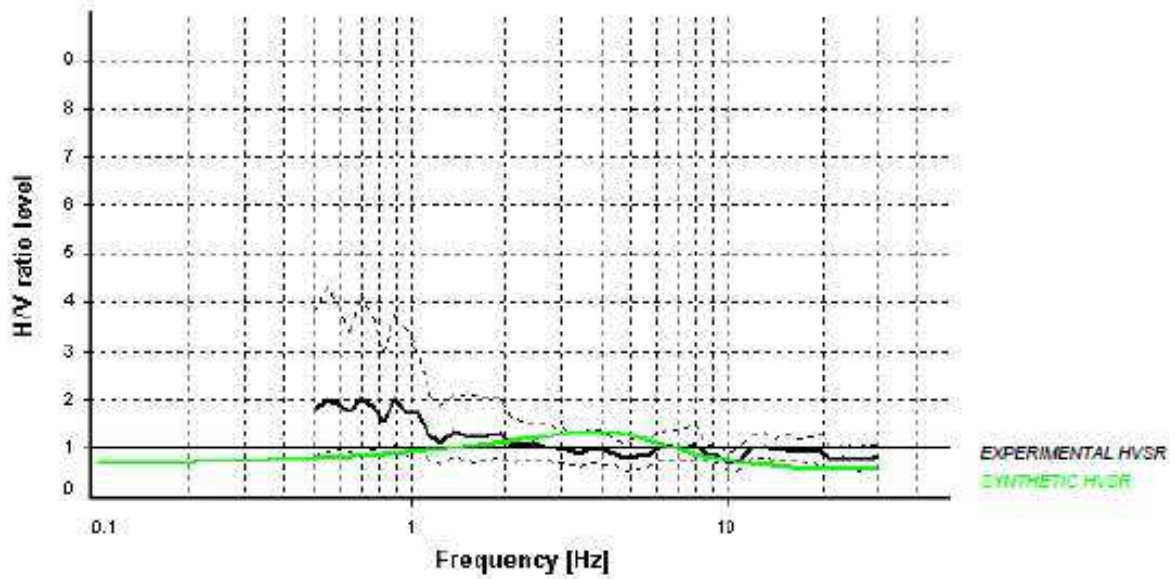
Average  $f_0 = 2.288 \pm 0.518$



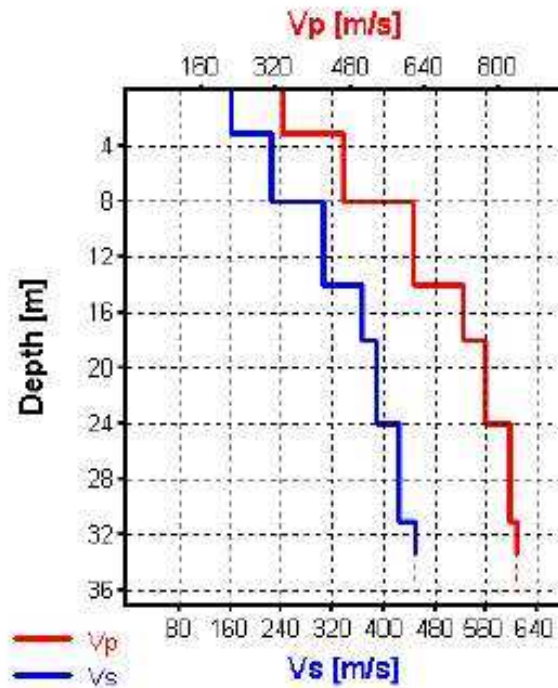
HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	60 valid windows (length > 4.09 s) out of 60	OK
$n_c(f_0) > 200$	2902.55 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 17	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	1.11 $\leq$ 2	NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	22.17% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.5184 $\geq$ 0.1223	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.40351 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Fig.8: Modellazione HVSR sintetica – SESAME CRITERIA

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
3	3	333	160	1650
5	8	468	225	1700
6	14	619	305	1700
4	18	725	365	1750
6	24	774	390	1800
7	31	826	425	1850
-	> 31	842	450	1900



**V<sub>seq 30</sub> = 297 m/s (Offset = 0 m)**

Fig.9: modello stratigrafico e relative velocità



## Allegato n.4

### Risultati prove penetrometriche dinamiche

Oggetto: “Progetto per Impianto “5 MAX/220/3 LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da  $\phi$  3000 – 90 mc”

Committente: Calcestruzzi Unipersonale



## PROVA ... P1

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 28/08/2023

Profondità prova 6.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	3	0.855	24.92	29.15	1.25	1.46
0.40	10	0.851	82.68	97.18	4.13	4.86
0.60	10	0.847	82.31	97.18	4.12	4.86
0.80	9	0.843	73.76	87.46	3.69	4.37
1.00	4	0.840	30.20	35.96	1.51	1.80
1.20	4	0.836	30.07	35.96	1.50	1.80
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	4	0.830	29.83	35.96	1.49	1.80
1.80	6	0.826	44.57	53.94	2.23	2.70
2.00	5	0.823	34.42	41.82	1.72	2.09
2.20	4	0.820	27.44	33.45	1.37	1.67
2.40	3	0.817	20.50	25.09	1.03	1.25
2.60	3	0.814	20.43	25.09	1.02	1.25
2.80	8	0.811	54.29	66.91	2.71	3.35
3.00	9	0.809	56.90	70.37	2.85	3.52
3.20	9	0.806	56.72	70.37	2.84	3.52
3.40	11	0.803	69.10	86.00	3.45	4.30
3.60	10	0.801	62.62	78.18	3.13	3.91
3.80	15	0.748	87.77	117.28	4.39	5.86
4.00	13	0.746	71.19	95.42	3.56	4.77
4.20	11	0.794	64.09	80.74	3.20	4.04
4.40	12	0.791	69.71	88.08	3.49	4.40
4.60	11	0.789	63.73	80.74	3.19	4.04
4.80	15	0.737	81.16	110.10	4.06	5.51
5.00	13	0.735	66.10	89.92	3.30	4.50
5.20	14	0.733	70.98	96.84	3.55	4.84
5.40	22	0.681	103.64	152.18	5.18	7.61
5.60	29	0.679	136.23	200.60	6.81	10.03
5.80	46	0.577	183.68	318.19	9.18	15.91
6.00	50	0.575	188.19	327.01	9.41	16.35

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.6	5.23	48.09	Incoerente	0	1.65	1.9	0.21	1.5	7.87	strato 1
6	17.53	125.23	Incoerente - coesivo	0	2.12	2.26	0.79	1.5	26.37	strato 2

## TERRENI COESIVI

## Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	Terzaghi-Peck	1.78

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	Robertson (1983)	39.56

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	270.75

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	D'Appollonia ed altri 1983	263.70

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	Meyerhof	2.12

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	Meyerhof	2.26

**TERRENI INCOERENTI**

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Meyerhof (1957)	61.6
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Meyerhof (1957)	88.36

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Meyerhof (1965)	27.81
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Meyerhof (1965)	34.56

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Bowles (1982)	41.61
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Bowles (1982)	206.85

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Begemann (1974)	43.63
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Begemann (1974)	332.97

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.45
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.66

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità' di Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.03

Geolags s.r.l.	<b>“Progetto per Impianto 5MAX/220/3LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da Ø 3000 – 90 mc”</b>	<b>Calcestruzzi Unipersonale</b>
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	A.G.I.	0.34
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	A.G.I.	0.3

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Ohsaki & Iwasaki	566.97
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Ohsaki & Iwasaki	1408.50

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Navfac (1971- 1982)	1.64
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Navfac (1971- 1982)	5.09

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	7.87	0.00-2.60	7.87	Robertson (1983)	31.48
Strato (2) strato 2	26.37	2.60-6.00	26.37	Robertson (1983)	105.48

## PROVA ... P2

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 28-08-2023

Profondità prova 6.60 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	5	0.855	41.53	48.59	2.08	2.43
0.40	12	0.851	99.21	116.61	4.96	5.83
0.60	6	0.847	49.39	58.31	2.47	2.92
0.80	4	0.843	32.78	38.87	1.64	1.94
1.00	4	0.840	30.20	35.96	1.51	1.80
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	3	0.830	22.37	26.97	1.12	1.35
1.80	3	0.826	22.29	26.97	1.11	1.35
2.00	3	0.823	20.65	25.09	1.03	1.25
2.20	3	0.820	20.58	25.09	1.03	1.25
2.40	7	0.817	47.84	58.54	2.39	2.93
2.60	4	0.814	27.24	33.45	1.36	1.67
2.80	7	0.811	47.50	58.54	2.38	2.93
3.00	9	0.809	56.90	70.37	2.85	3.52
3.20	9	0.806	56.72	70.37	2.84	3.52
3.40	10	0.803	62.81	78.18	3.14	3.91
3.60	9	0.801	56.35	70.37	2.82	3.52
3.80	15	0.748	87.77	117.28	4.39	5.86
4.00	14	0.746	76.66	102.76	3.83	5.14
4.20	14	0.744	76.43	102.76	3.82	5.14
4.40	14	0.741	76.19	102.76	3.81	5.14
4.60	13	0.739	70.54	95.42	3.53	4.77
4.80	19	0.737	102.80	139.47	5.14	6.97
5.00	20	0.735	101.69	138.34	5.08	6.92
5.20	21	0.683	99.21	145.26	4.96	7.26
5.40	21	0.681	98.93	145.26	4.95	7.26
5.60	31	0.629	134.91	214.43	6.75	10.72
5.80	32	0.627	138.85	221.35	6.94	11.07
6.00	33	0.625	134.99	215.83	6.75	10.79
6.20	39	0.574	146.34	255.07	7.32	12.75
6.40	44	0.572	164.61	287.77	8.23	14.39
6.60	50	0.570	186.51	327.01	9.33	16.35

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspst	NSPT	Descrizione
2.6	4.62	42.18	Incoerente	0	1.62	1.9	0.21	1.5	6.95	strato 1
6.6	21.2	147.93	Incoerente - coesivo	0	2.2	2.43	0.86	1.5	31.88	strato 2

**TERRENI COESIVI**

## Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	Terzaghi-Peck	2.15

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	Robertson (1983)	47.82

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	326.95

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	D'Appollonia ed altri 1983	318.80

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	Meyerhof	2.20

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	Meyerhof	2.43

## TERRENI INCOERENTI

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Meyerhof (1957)	58.02
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Meyerhof (1957)	94.9

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Meyerhof (1965)	27.37
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Meyerhof (1965)	35.77

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Bowles (1982)	38.85
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Bowles (1982)	234.40

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Begemann (1974)	41.74
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Begemann (1974)	383.11

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Classificazione A.G.I. (1977)	ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.44
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.72

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.07



Geolags s.r.l.	<b>“Progetto per Impianto 5MAX/220/3LATI Nastro caricatore da 14 m. 3 Silos da Ø 3000 – 90 mc”</b>	<b>Calcestruzzi Unipersonale</b>
	<i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	A.G.I.	0.34
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	A.G.I.	0.29

Modulo di deformazione a taglio dinamico

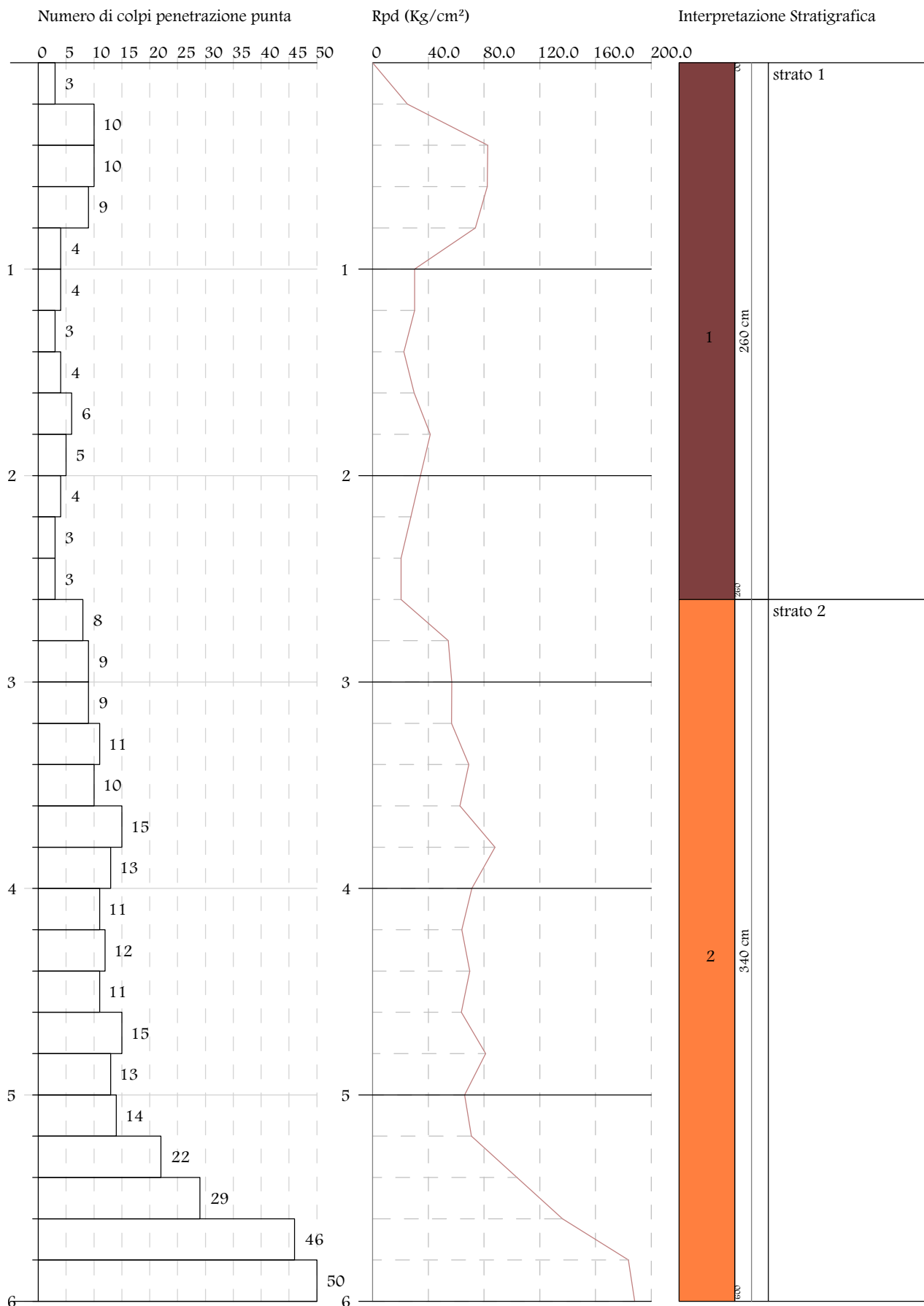
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Ohsaki & Iwasaki	402.14
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Ohsaki & Iwasaki	1683.53

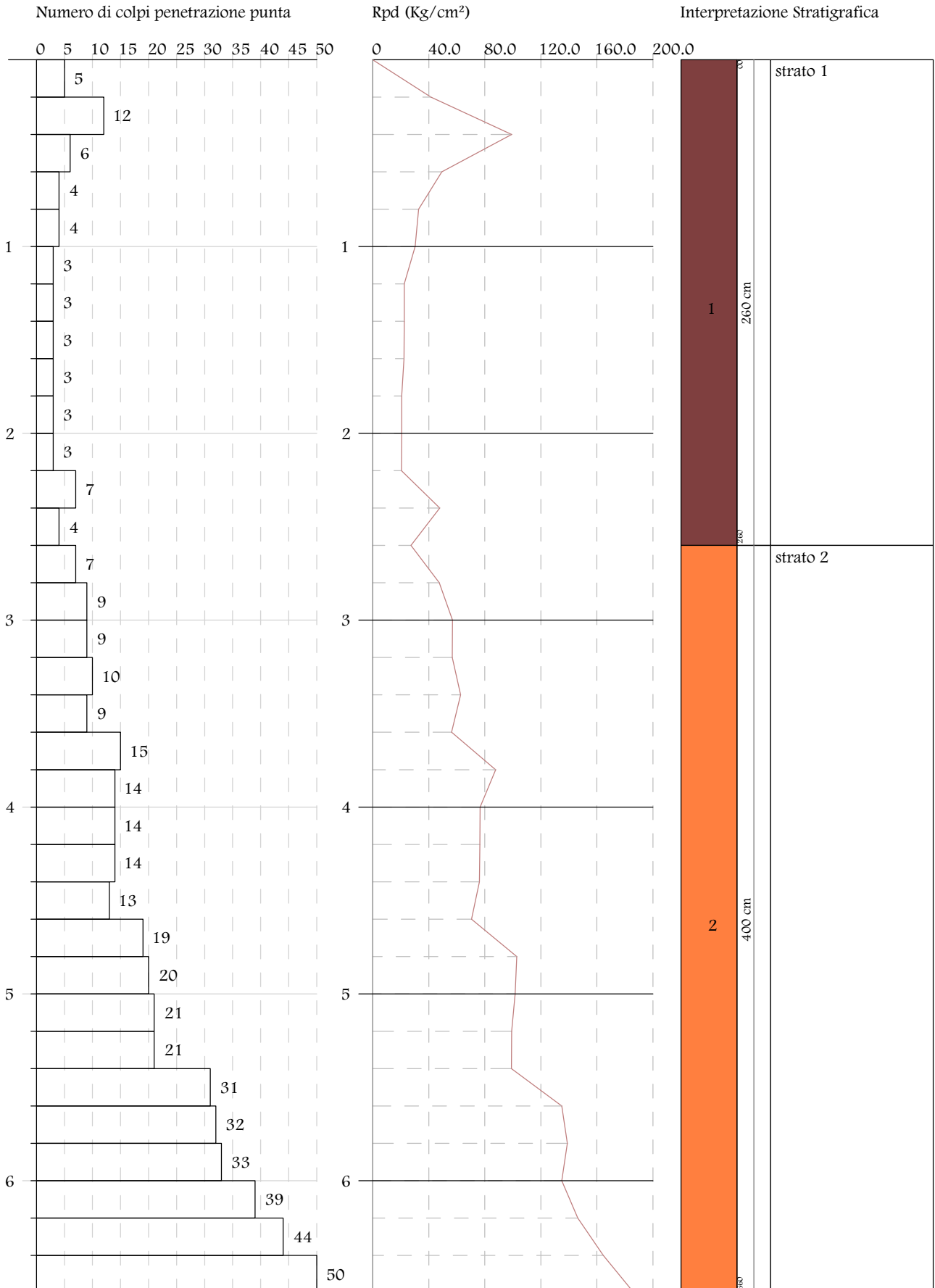
Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Navfac (1971- 1982)	1.43
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Navfac (1971- 1982)	5.87

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) strato 1	6.95	0.00-2.60	6.95	Robertson (1983)	27.80
Strato (2) strato 2	31.88	2.60-6.60	31.88	Robertson (1983)	127.52





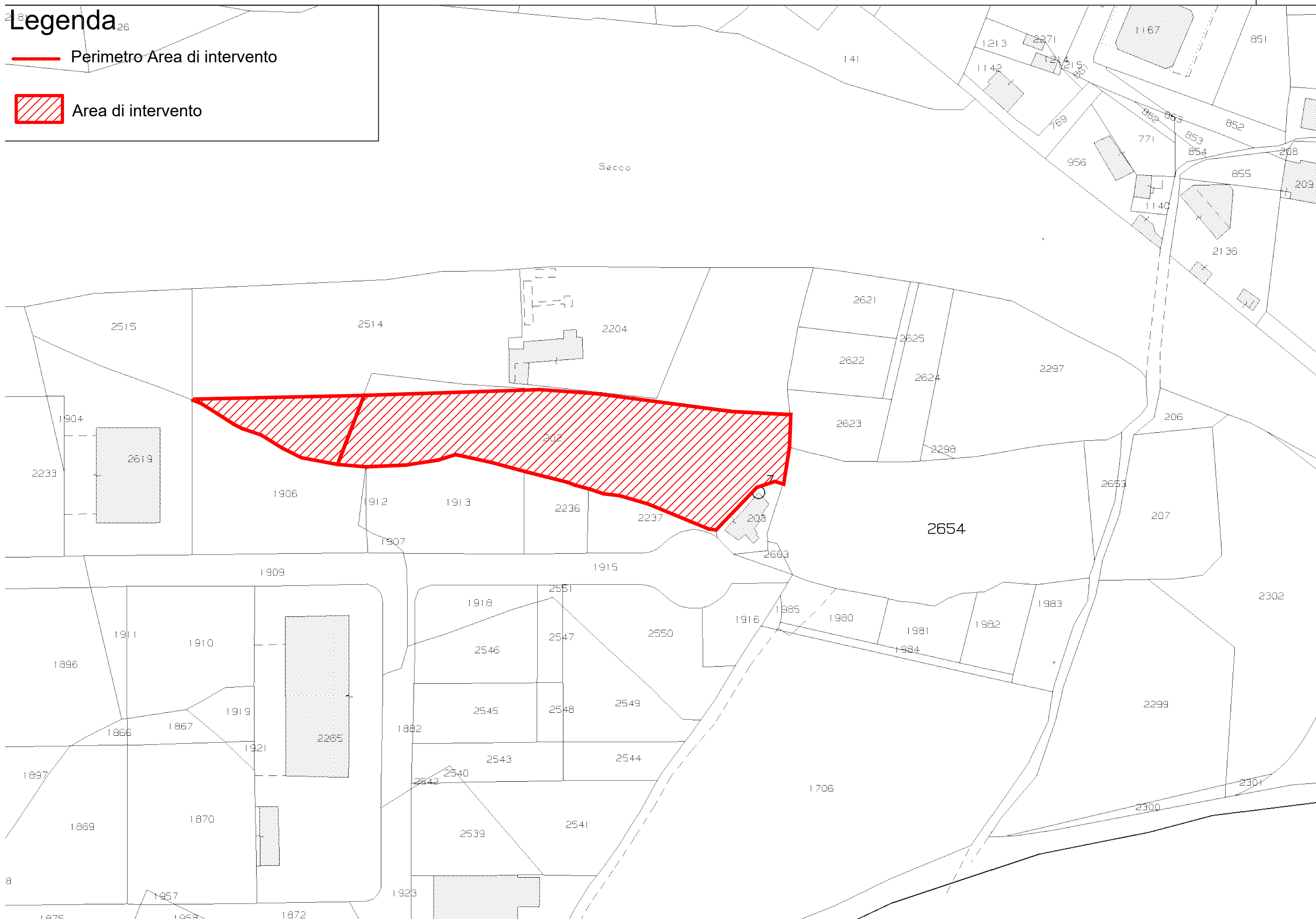


# Stralcio Catastale

Nord  
scala 1:1000

**Legenda**

- Perimetro Area di intervento
- Area di intervento



# Stralcio Orto fotogrammetrico

Nord  
scala 1:1000

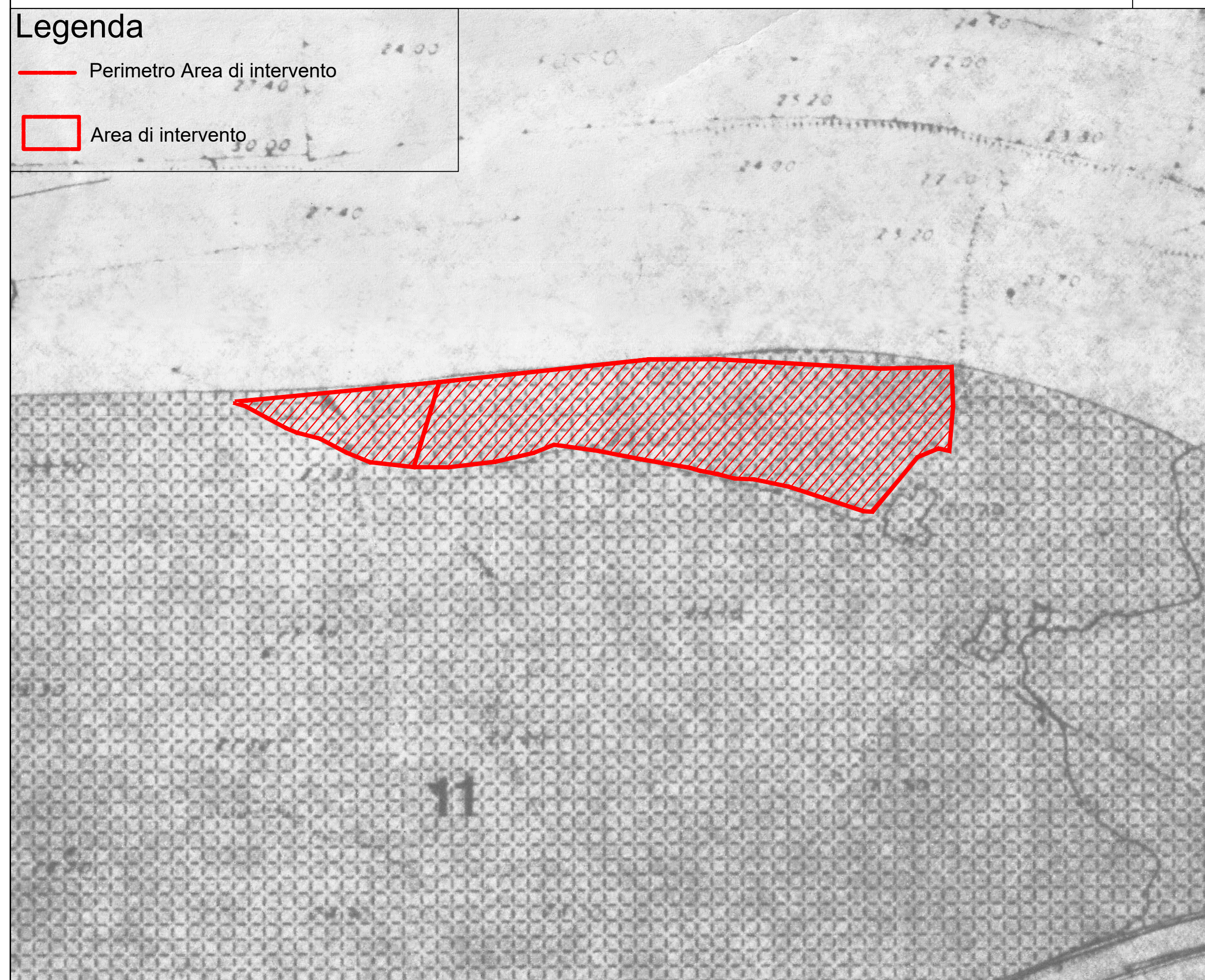


# Stralcio P.R.G.

Nord  
scala 1:1000

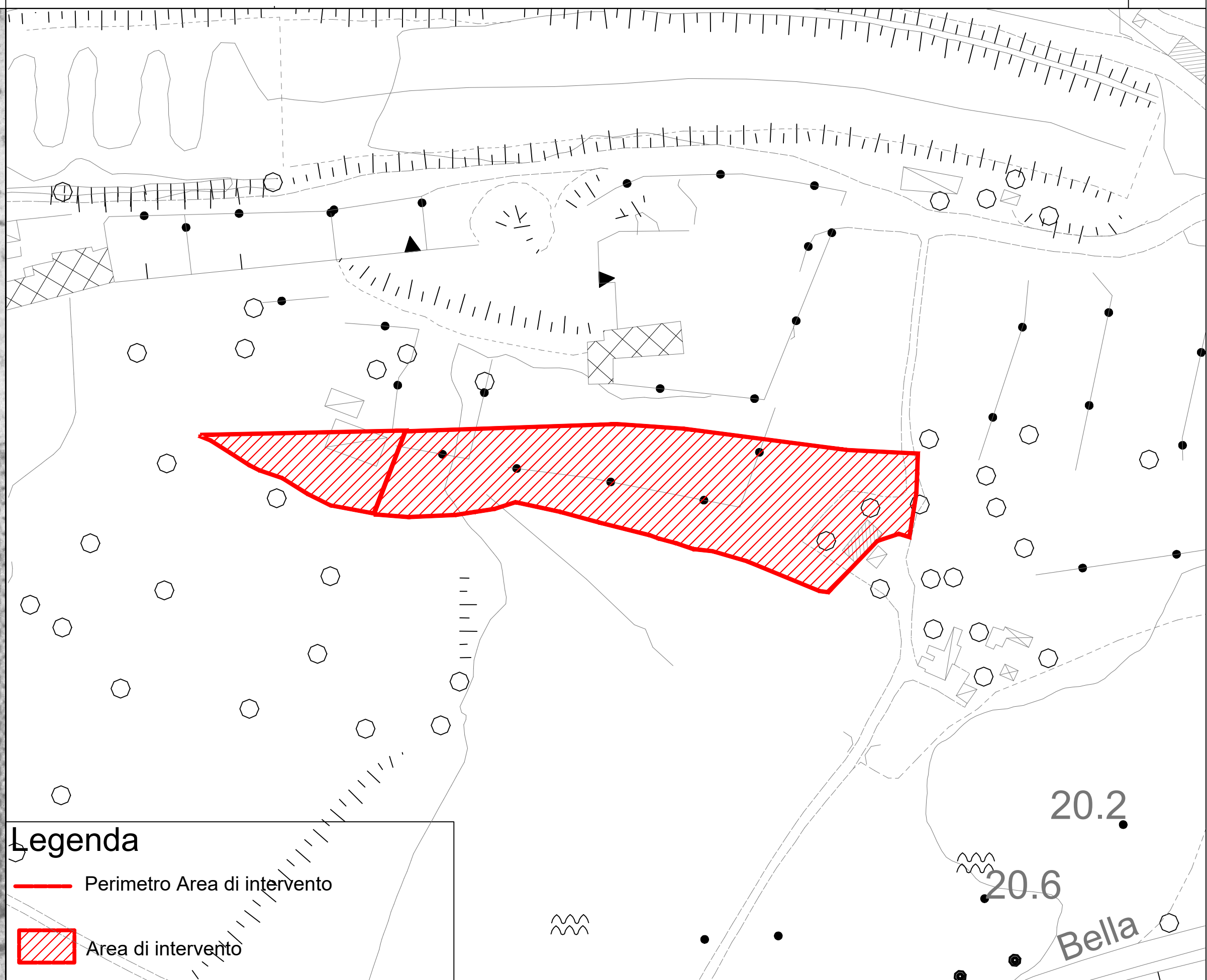
**Legenda**

- Perimetro Area di intervento
- Area di intervento



# Stralcio Aereofotogrammetria

Nord  
scala 1:1000



**Geometra**  
*Francesco Gualtieri*

Viale Cassiodoro, 112 - 88060 Marina di Davoli (CZ)  
Tel/Fax 0967 572864 - Cell. 368 3651884  
e-mail: gpstudiotecnico@tiscali.it

**Comune di Davoli**

- PROVINCIA di CATANZARO -

---

Progetto inerente la redazione di un piano di lottizzazione Convenzionato da effettuarsi nel Comune di Davoli in Via Piani di Bella - Zona industriale denominato "CALCESTRUZZI S.R.L."

<b>DATA</b> Aprile 2024	<b>Oggetto :</b> INQUADRAMENTO TERRITORIALE STRALCIO CATASTALE - STRALCIO P.R.G. STRALCIO ORTOFOTO - STRALCIO AEREO FOTOGRAFOMETRICO	<b>SCALA</b> 1:1000
<b>TAV. N. 3</b>		
<b>COMMITTENTE:</b> Calcestruzzi S.R.L. unipersonale	<b>PROGETTISTA</b> Geom. Francesco Gualtieri	
<b>IMPRESA:</b>	Ing. Roberta Angela Caccamo	