



Comune di Laviano

Provincia di Salerno (SA)

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICO FORESTALE DEL
VALLONE CHE INTERESSA LE LOCALITA' "CAMPO PIANO-
SPAGARINO-CAPO LO PIANO-PIETRA DEL CORVO" DEL COMUNE
DI LAVIANO (SA)**

PROGETTO DEFINITIVO

Elab.07

Relazione geologica

R.T.P. Gestione Tecnica:

Mandatario: Arch.Mario G.S.Giudice

Mandanti: Ing.Luigi Iannone

Ing.Arch.Mario L. Capasso

Ing.Arch.Rosario Antonini

Dott.Geol. Antonio Corradino

IL R.U.P. :
Giuseppe Molinaro

DATA: Ottobre 2021

INDICE

1. Premessa	pag. 2
2. Caratteri geologici ed idrogeologici locali	pag. 4
3. Caratteri geomorfologici e compatibilità geologica	pag. 9
4. Piano delle indagini e modello geologico-tecnico locale	pag. 11
5. Modellazione sismica di sito	pag. 16
6. Verifica del potenziale di liquefazione dei terreni	pag. 23
7. Il vincolo idrogeologico	pag. 28
8. Conclusioni	pag. 29

ALLEGATI

- Corografia in scala 1:25.000
- Stralcio Carta Geologica d'Italia
- Carta geolitologica
- Carta geomorfologica
- Planimetria con ubicazione delle indagini
- Carta del Rischio da frana
- Carta della Pericolosità da frana
- Carta Inventario fenomeni franosi
- Fascicolo delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche

1. Premessa

L'Amministrazione Comunale di Laviano ha incaricato lo scrivente **geologo dott. Antonio CORRADINO**, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con il numero di riferimento **1396**, alla redazione dello studio geologico sui terreni interessati dal Progetto di "*Sistemazione idraulico forestale del vallone che interessa le località Campo Piano – Spagarino - Campo lo Piano – Pietra del Corvo*".

Le indagini sono state mirate a caratterizzare la natura dei litotipi, verificando nel contempo le problematiche di ordine geologico esistenti, definendo l'origine e la natura dei litotipi presenti, il loro stato di alterazione e fratturazione, la loro degradabilità, i lineamenti geomorfologici dell'area con i relativi processi geomorfici, i dissesti in atto e quelli potenzialmente attivabili, i lineamenti geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità.

Lo studio è stato così articolato:

- Raccolta di materiale bibliografico inerente la letteratura geologica dell'area, per acquisire le indicazioni generali e preliminari circa la natura dei litotipi affioranti, l'assetto stratigrafico di massima e i lineamenti geomorfologici e geosismici dell'area;
- Rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, volto alla verifica ed all'analisi visiva dei litotipi affioranti lungo i tagli naturali presenti nell'area, degli assetti geomorfologici e delle condizioni morfoevolutive dell'area;
- esecuzione di un piano di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, nel rispetto del D.M. 17/01/2018, al fine di determinare da un punto di vista qualitativo i litotipi ed i relativi spessori, i rapporti geometrici tra le formazioni, gli assetti litostratigrafici di dettaglio, i parametri geotecnici e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, nonché per una valutazione della risposta sismica locale.

Il piano di indagini è stato così articolato:

- esecuzione di n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con sonda perforatrice idraulica;
- Prelievo di n° 4 campioni di terreno indisturbato;
- Esecuzione di n° 4 set di analisi geotecniche di laboratorio sui campioni di terreno prelevati in sito;
- N° 3 acquisizioni ed analisi sismiche secondo la tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dzierwonsky et al., 1969; Herrmann, 2013; Pedersen et al., 2003), mediante analisi congiunta delle componenti verticale e radiale dell'onda di Rayleigh e dell'onda di Love.

Lo stesso è stato completamente affidato alla Ditta **INGE s.r.l.** di Castel Morrone (CE), dotata di **Decreto di autorizzazione Ministero Infrastrutture n. 154 del 19/04/11, di cui all'art. 59 dl D.P.R. n. 380/2001 Circolare n. 7619/STC dell'8 Settembre 2010.**

L'area in esame ricade nel territorio comunale di Laviano (SA), inserito, con Deliberazione della Giunta Regionale della Campania n°5447 del 7 novembre 2002 (aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania) nella **categoria sismica I**. Pertanto, dal 7 novembre 2002, per ogni intervento è fatto obbligo di rispettare le disposizioni di cui alla Legge 2 febbraio 1974 n°64 e successive modificazioni ed integrazioni e le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, nonché le disposizioni di cui al D.M. 17/01/2018.

In riferimento al **PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO** redatto dall'ex A.d.B. Campania Sud ed Interregionale del Fiume Sele, il vallone oggetto del presente studio rientra:

- In aree classificate a rischio frana reale **Rf2a**:
- In aree classificate a rischio frana potenziale **Rutr1, Rutr2 ed Rutr3**:
- In aree classificate a pericolosità potenziale da frana **Putr1, Putr2 e Putr3**.

2. Caratteri geologici ed idrogeologici locali

Il comprensorio comunale di Laviano si colloca nel settore nord-orientale del territorio dell'alta valle del Sele, a nord del gruppo montuoso Montete Marzano - Monte Ognà, ed è delimitato a sud dai versanti settentrionali della dorsale carbonatica Monte Eremita - Monte Pennone – Monte Malignana e a nord dal bacino idrografico del T. Temete.

La successione stratigrafica del territorio comunale comprende formazioni rocciose carbonatiche mesozoiche ricoperte da unità mioceniche e coltri detritiche, eluviali e colluviali. In dettaglio la successione dei terreni che formano il substrato roccioso può essere così delineata, in ordine di età crescente:

- *Calcari-dolomitici del'unità M.te Marzano_M,te Ognà* (Piattaforma Campano-lucana) (Cretaceo superiore);
- *Unità calcarenitico-marnosa* (Miocene inferiore)
- *Unità arenaceo-argillosa* (Miocene sup.-Eocene inf.)
- *Coltri quaternarie* , detritiche ,alluvionali e colluviali.

In contatto sulle successioni calcareo-dolomitiche mesozoiche sono trasgressive le due unità mioceniche; l'unità miocenica inferiore (calarenitico-marnosa) è in trasgressione concordante, mentre l'unità superiore è in trasgressione discordante ed è rappresentata da arenarie, argille e conglomerati poligenici, inglobanti olistoliti calcarei di grandi dimensioni come quello su cui sorgeva la parte alta dell'abitato di Laviano prima del sisma del 1980.

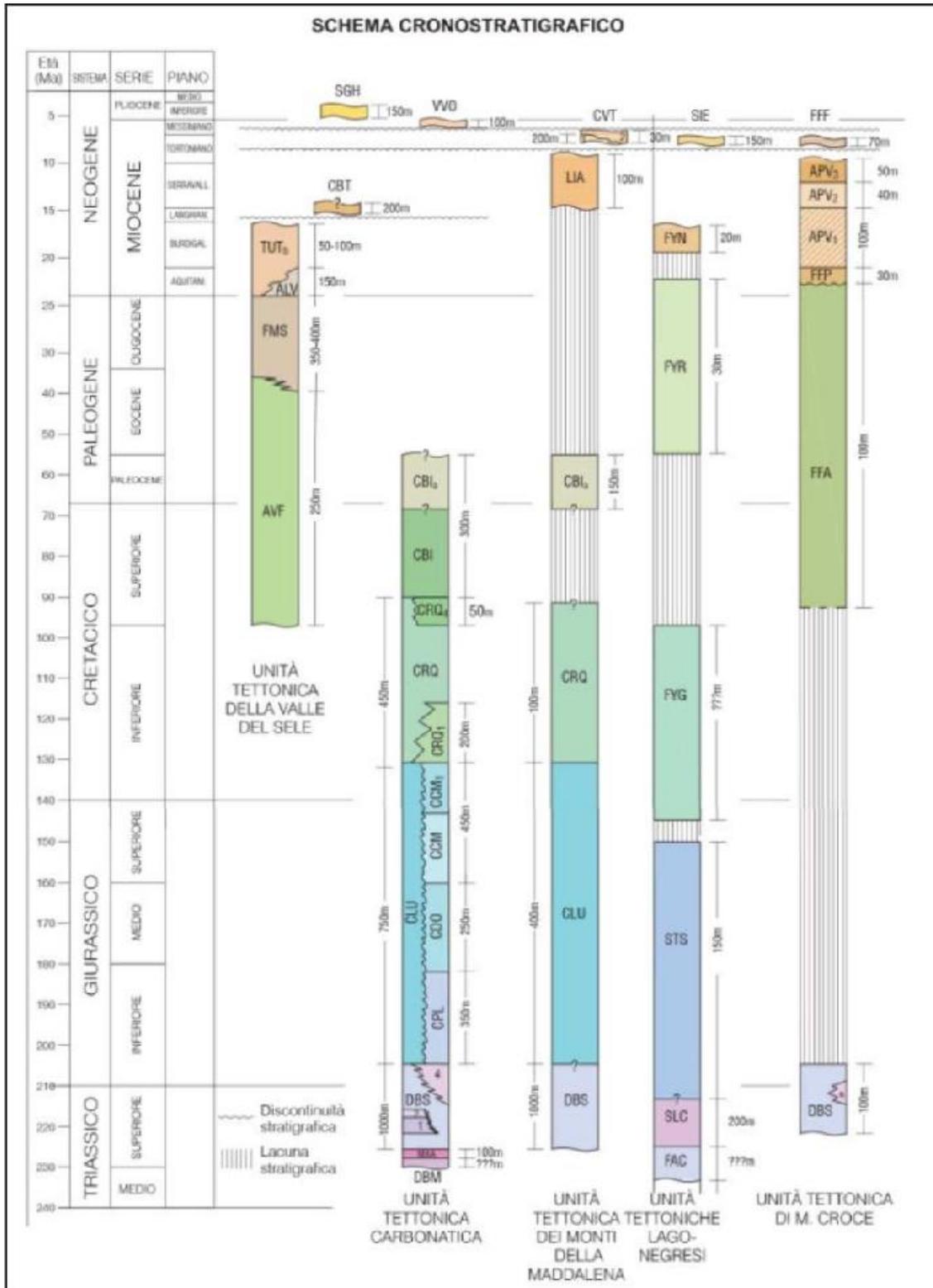


Figura 1: schema cronostatigrafico - Foglio 468 Eboli - Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000

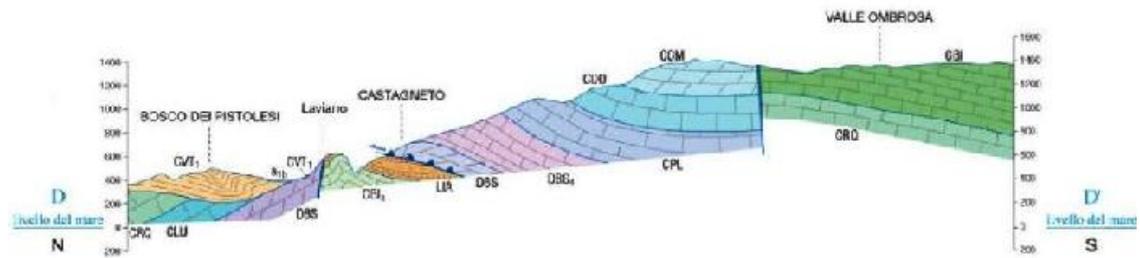


Figura 2: sezione geologica passante per Laviano - Foglio 468 Eboli - Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000

Dallo schema cronostratigrafico e dalla sezione geologica riportati alle figure precedenti, è chiaro come, l'area a Nord del centro abitato di Laviano, ivi compresa la località Campo Piano, sia stata ribassata da una faglia normale che ha dislocato il bedrock carbonatico. In affioramento si rinvengono depositi terrigeni dell' Unità Miocenica superiore, ascrivibili al membro siltoso-argilloso-marnoso della Formazione di Castelvetere.

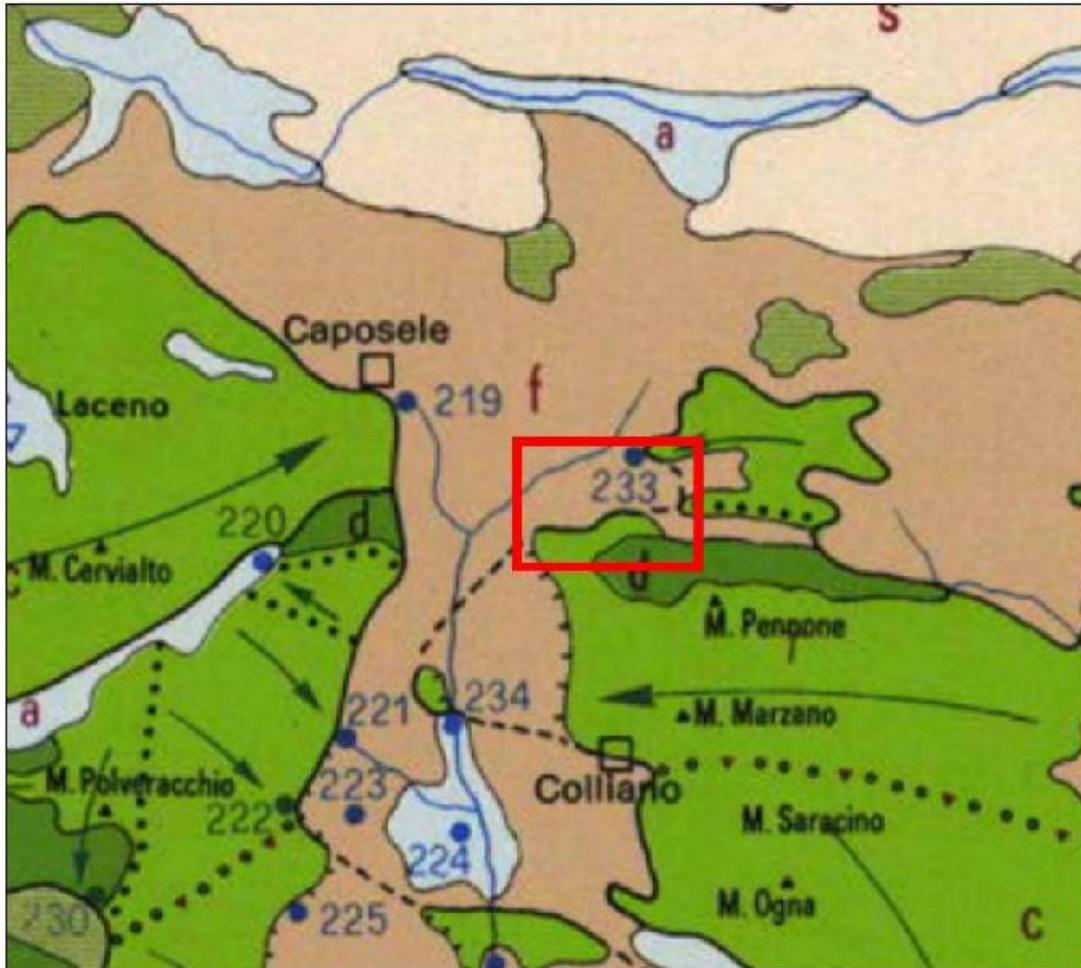
Nei sondaggi eseguiti ex-novo a corredo del presente studio, i termini terrigeni in facies di Flysch sono stati intercettati a profondità comprese tra circa 8.00 e circa 10.00 metri dal p.c., sottoposti a coltri detritiche alluvionali, a granulometria ghiaioso-sabbioso-limosa e colmamenti antropici eterogenei ed eterometrici.

Dal punto di vista idrogeologico, è possibile suddividere i terreni in affioramento in diversi complessi idrogeologici, sulla base delle caratteristiche granulometriche e litostratigrafiche che ne determinano la permeabilità complessiva e quella relativa.

Lo schema idrogeologico generale è desumibile dallo stralcio della Carta Idrogeologica dell'Italia Centro-meridionale, riportato in figura seguente.

Il bedrock carbonatico presenta una permeabilità alta e molto alta per fratturazione e carsismo: la circolazione idrica è soprattutto verticale ed alimenta le falde di base, generalmente molto profonde, con travasi idrici sotterranei verso la sub-alvea del Fiume Sele.

CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE
 Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania



COMPLESSO SABBIOSO-LIMOSO-GHIAIOSO



Alluvioni antiche e recenti, depositi fluvio-lacustri, sabbie dunari e di spiaggia, detriti di falda, depositi morenici, terre rosse, piroclastiti risedimentate (a); permeabilità per porosità variabile, da bassa a media, in relazione alla granulometria dei depositi.
 Travertini (t): permeabilità alta, per porosità e fratturazione.

COMPLESSI ARENACEO-MARNOSO; ARGILLOSO-CALCAREO; ARGILLOSO-SCISTOSO



Terreni in facies di flysch e di molassa (Flysch della Laga; Flysch di Frosinone; Flysch di Pietraroia; Flysch di Agnone; Flysch di Castelvetere; Flysch Numidico; ecc.); Unità dei Complessi Sicilide e Liguride (f): permeabilità scarsa, prevalentemente per porosità.

COMPLESSO CARBONATICO



Rocce carbonatiche (calcarei prevalenti con intercalazioni dolomitiche e calcareo-dolomitiche) (c): permeabilità altissima per fratturazione e carsismo.
 Rocce carbonatiche (dolomie prevalenti con intercalazioni calcaree e calcareo-dolomitiche) (d): permeabilità alta per fratturazione.

I depositi terrigeni in facies di Flysch che bordano le dorsali carbonatiche, presentano una permeabilità molto scarsa per porosità ed effettuano una funzione di tampone sugli adiacenti acquiferi carbonatici, delineando delle vere e proprie cinture impermeabili.

I depositi detritici ed alluvionali di copertura presentano una permeabilità variabile, in funzione della granulometria dei depositi e del loro stato di addensamento: nella fattispecie in esame, le coltri sabbioso-limose poggianti sulle argille della Formazione di Castelvetero, possono essere sede di modeste falde effimere, legate ai normali apporti pluviometrici stagionali.

A tale riguardo, a causa della (seppur modesta) circolazione idrica nelle coltri sabbiose superficiali, è stata effettuata una verifica del potenziale di liquefazione dei terreni, ai sensi del Cap. 7.11.3.4. delle NTC 2018, di cui si rimanda la trattazione ai paragrafi seguenti.

3. Caratteri geomorfologici e compatibilità geologica

Il nuovo abitato di Laviano, nell'alta Valle del Fiume Sele, si articola alle falde settentrionali del Monte Pennone (1408 metri s.l.m.), in un'area degradante verso Ovest dal Monte Mediatore verso l'alveo del Sele.

La morfologia è, dunque, tipica di ambienti collinari impostati su substrato flyscioide con crinali poco acclivi e valli svasate ad ampio ventaglio di testata. Il paesaggio è ricco di ondulazioni, conseguenza anche dell'esistenza di un reticolo idrografico piuttosto denso, per cui ad aree che presentano moderate acclività seguono aree ad andamento più dolce.

Il territorio in esame presenta una morfologia abbastanza varia, in cui si registra un'alternanza di pendii dolci e scarpate più o meno ripide che riflettono la diversa evoluzione geomorfologica dei litotipi presenti in affioramento. A termini per lo più argillosi, limosi o siltosi corrispondono morfologie abbastanza dolci con pendii poco inclinati mentre a terreni lapidei sono legate scarpate anche ripide.

In particolare, i litotipi che caratterizzano il territorio presentano caratteristiche tecniche variabili da strato a strato, in funzione della ritmica ripetizione dei litotipi arenacei con i livelli pelitici. Nell'insieme possono essere considerate come formazioni strutturalmente complesse, caratterizzate da una disomogeneità litologica.

Per quanto la superficie del versante oggetto di studio, si connota un modellamento da processi di degradazione e denudazione accompagnati da fenomeni di trasporto in massa delle coperture su sequenze terrigene a comportamento plastico che spesso qui assumono un significato di agente morfodinamico primario.

In riferimento al **PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO** redatto dall'ex A.d.B. Campania Sud ed Interregionale del Fiume Sele, l'areale sul quale insiste il Vallone in studio, risulta così perimetrato:

- In aree classificate a rischio frana reale **Rf2a**;
- In aree classificate a rischio frana potenziale **Rutr1, Rutr2 ed Rutr3**;
- In aree classificate a pericolosità potenziale da frana **Putr1, Putr2 e Putr3**.

Il livello di rischio e pericolosità attribuiti all'area del Vallone è dovuto alla coesistenza di alcune fenomenologie di dissesto presenti nell'area.

In particolare, il vallone in studio delimita un'area a deformazione lenta diffusa che interessa una parte della frazione Campo Piano, in prossimità della località Serra d'Orfi.

Il manto d'alterazione superficiale dei sedimenti terrigeni sottili e/o le coltri di detrito che li ricoprono, sono molto spesso interessati da movimenti lentissimi in grado di agire anche su pendii con inclinazione di pochi gradi. Il movimento, che interessa le porzioni più superficiali del terreno, agisce in modo omogeneo su superfici anche molto vaste (presenta cioè carattere areale) e può provocare la mobilitazione corticale anche di interi versanti. Si tratta di un movimento delle particelle verso valle, impercettibile e raramente soggetto ad accelerazioni. La velocità è generalmente di frazioni di mm l'anno.

Allo stato attuale, dunque, non esiste alcuna evidente condizione di particolare criticità in merito alla stabilità dei versanti, legata a dissesti a cinematica rapida.

In riferimento alla pericolosità dell'area, gli interventi a farsi sono disciplinati agli Artt. 33 - Comma 1 e 34 del Testo Unico Coordinato delle N.T.A dei P.S.A.I. relativi ai bacini idrografici regionali in destra e in sinistra Sele ed interregionale del Fiume Sele, in quanto rientrano a pieno titolo tra gli *"Interventi di sistemazione delle aree di possibile innesco e sviluppo dei fenomeni di dissesto"*.

Pertanto il sottoscritto alla luce del presente studio e tenendo conto delle indicazioni tecniche fornite, ritiene che le opere da realizzare non costituiscono un incremento del rischio da dissesto, poiché si adeguano a quanto indicato nelle disposizioni generali di detta normativa di attuazione del Piano Stralcio e quindi sono **compatibili dal punto di vista idrogeologico**.

4. Piano delle indagini e modello geologico-tecnico locale

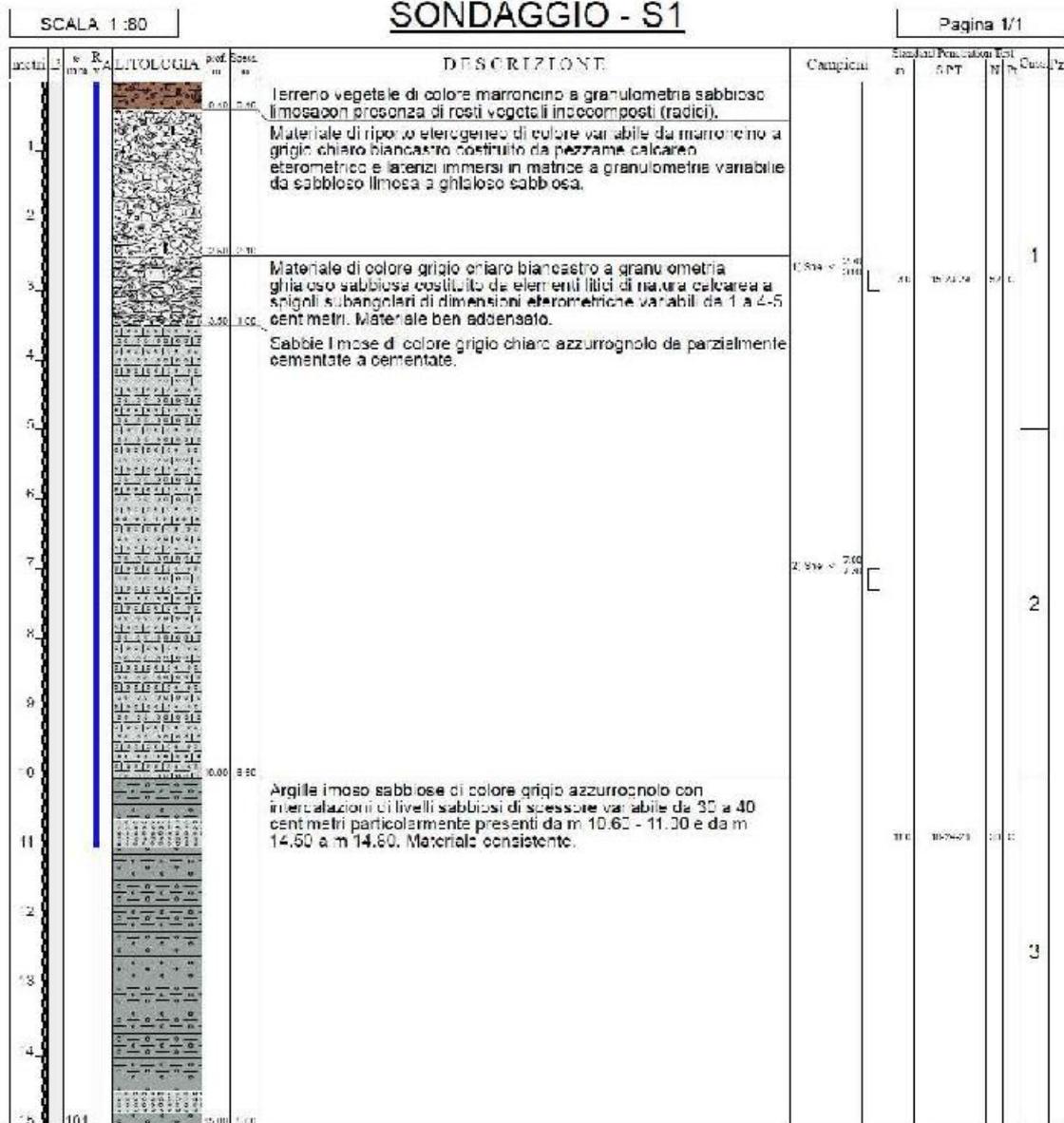
Il piano delle indagini in sito e di laboratorio è stato così articolato:

- esecuzione di n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con sonda perforatrice idraulica;
- Prelievo di n° 4 campioni di terreno indisturbato;
- Esecuzione di n° 4 set di analisi geotecniche di laboratorio sui campioni di terreno prelevati in sito;
- N° 3 acquisizioni ed analisi sismiche secondo la tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dzierwonsky et al., 1969; Herrmann, 2013; Pedersen et al., 2003), mediante analisi congiunta delle componenti verticale e radiale dell'onda di Rayleigh e dell'onda di Love.

Lo stesso è stato completamente affidato alla Ditta **INGE s.r.l.** di Castel Morrone (CE), dotata di **Decreto di autorizzazione Ministero Infrastrutture n. 154 del 19/04/11, di cui all'art. 59 dl D.P.R. n. 380/2001 Circolare n. 7619/STC dell'8 Settembre 2010.**

I due sondaggi geognostici sono stati localizzati in corrispondenza dei ponti n° 1 e 4, per i quali è previsto il ripristino/sostituzione.

Il sondaggio S1 ha evidenziato la presenza di uno spessore di circa 2.50 metri di materiale di riporto antropico eterogeneo ed eterometrico, poggiante su colluvioni ghiaiose al tetto, passanti a sabbie limose. Le argille in facies di Flysch, consistenti, sono state intercettate alla profondità di 10.0 metri dal p.c.



Il modello geologico tecnico relativo alla verticale di sondaggio S1, può essere così riassunto:

Orizzonte 1: da 0.0 a 2.5 metri dal p.c.

Ripporto antropico eterogeneo ed eterometrico

$$\text{Peso di volume} = 1.7 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Angolo d'attrito} = 20^\circ$$

$$\text{Coesione efficace} = 0.01 \text{ Kg/cm}^2$$

Orizzonte 2: da 2.5 a 3.5 metri dal p.c.

Ghiaia sabbiosa addensata

$$\text{Peso di volume} = 1.86 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Angolo d'attrito} = 36^\circ$$

$$\text{Coesione efficace} = 0.05 \text{ Kg/cm}^2$$

Orizzonte 3: da 3.5 a 10.0 metri dal p.c.

Sabbia limosa

$$\text{Peso di volume} = 1.95 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Angolo d'attrito} = 33^\circ$$

$$\text{Coesione efficace} = 0.01 \text{ Kg/cm}^2$$

Orizzonte 4: da circa 10.0 metri dal p.c. - spessore indefinito

Argilla limoso-sabbiosa

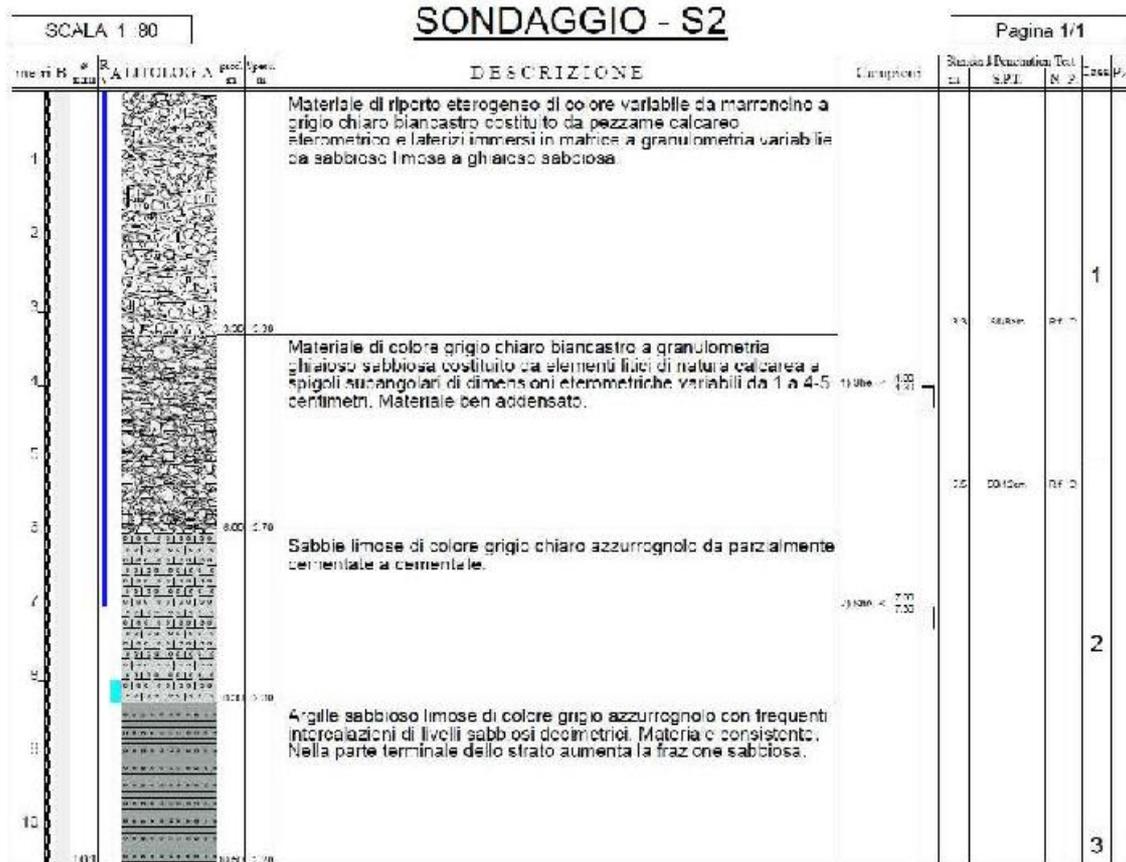
$$\text{Peso di volume} = 2.00 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Angolo d'attrito} = 25^\circ$$

$$\text{Coesione efficace} = 0.35 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Coesione non drenata} = 1.5 \text{ Kg/cm}^2$$

Il sondaggio S2 ha evidenziato la presenza di uno spessore di circa 3.30 metri di materiale di riporto antropico eterogeneo ed eterometrico, poggiante su colluvioni ghiaiose al tetto, passanti a sabbie limose. Le argille in facies di Flysch, consistenti, sono state intercettate alla profondità di 8.3 metri dal p.c.



Il modello geologico tecnico relativo alla verticale di sondaggio S2, può essere così riassunto:

Orizzonte 1: da 0.0 a 3.3 metri dal p.c.

Ripporto antropico eterogeneo ed eterometrico

Peso di volume = 1.75 g/cm³

Angolo d'attrito = 19°

Coazione efficace = 0.08 Kg/cm²

Orizzonte 2: da 3.3 a 6.0 metri dal p.c.

Ghiaia sabbiosa addensata

Peso di volume = 1.65 g/cm³

Angolo d'attrito = 37°

Coazione efficace = 0.04 Kg/cm²

Orizzonte 3: da 6.0 a 8.3 metri dal p.c.

Sabbia limosa

Peso di volume = 1.82 g/cm³

Angolo d'attrito = 33°

Coazione efficace = 0.12 Kg/cm²

Orizzonte 4: da circa 8.3 metri dal p.c. - spessore indefinito

Argilla limoso-sabbiosa

Peso di volume = 2.00 g/cm³

Angolo d'attrito = 25°

Coazione efficace = 0.35 Kg/cm²

Coazione non drenata = 1.5 Kg/cm²

5. Modellazione Sismica di Sito

La Normativa Italiana prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura, che dello spessore della stessa. Vengono identificate, in tal modo, 5 classi, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

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

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

In riferimento ai dati della campagna di indagini geofisiche eseguita, l'alveo del Vallone oggetto di studio può essere classificato, nella sua totalità, come appartenente alla **Categoria Suolo di Fondazione B**.

La risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali di terreno, sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale GEOSTRU PS, per una Categoria Topografica T1, relativa a pendii con inclinazione media <math><15^\circ</math>.

La stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_s > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". La stima dei parametri spettrali

necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento. Più precisamente la pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in tale sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

Il suddetto lasso di tempo è denominato “periodo di riferimento” VR, mentre la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PVR. Il periodo di riferimento VR è dato per ciascun tipo di costruzione dalla seguente relazione:

$$VR = VN \cdot CU$$

Dove:

VN = vita nominale della costruzione

CU = coefficiente d'uso dipendente dalla classe d'uso dell'opera

In particolare la vita nominale di una costruzione VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo alla quale è destinata. Il coefficiente d'uso Cu esprime la Classe d'uso nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso.

Sulla base di quanto indicato nelle normative per le opere in progetto si assume $VN \geq 50$ anni:

- Vita nominale 50 anni;
- Classe d'uso II
- Categoria Suolo di fondazione: B
- Categoria topografica: T1

Per quanto riguarda le probabilità PVR di superamento nel periodo di riferimento VR esse variano al variare dello stato limite considerato. In particolare i valori cui riferirsi per individuare l'azione sismica sono riportati nella tabella sottostante:

STATO LIMITE		P_{VR} - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento
		V_R
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Dove:

- SLO = Stato Limite di Operatività: 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;
- SLD = Stato Limite di Danno: 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.
- SLV = Stato Limite di Salvaguardia della Vita: 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte di resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli nei 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.

Fissato il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{VR} , il periodo di ritorno T_R si ricava mediante l'espressione:

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

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 = valore massimo di fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri a_g , F_0 , e T^*C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun SL, che definiscono lo spettro di risposta elastico di riferimento in accelerazione $S_e(T)$.

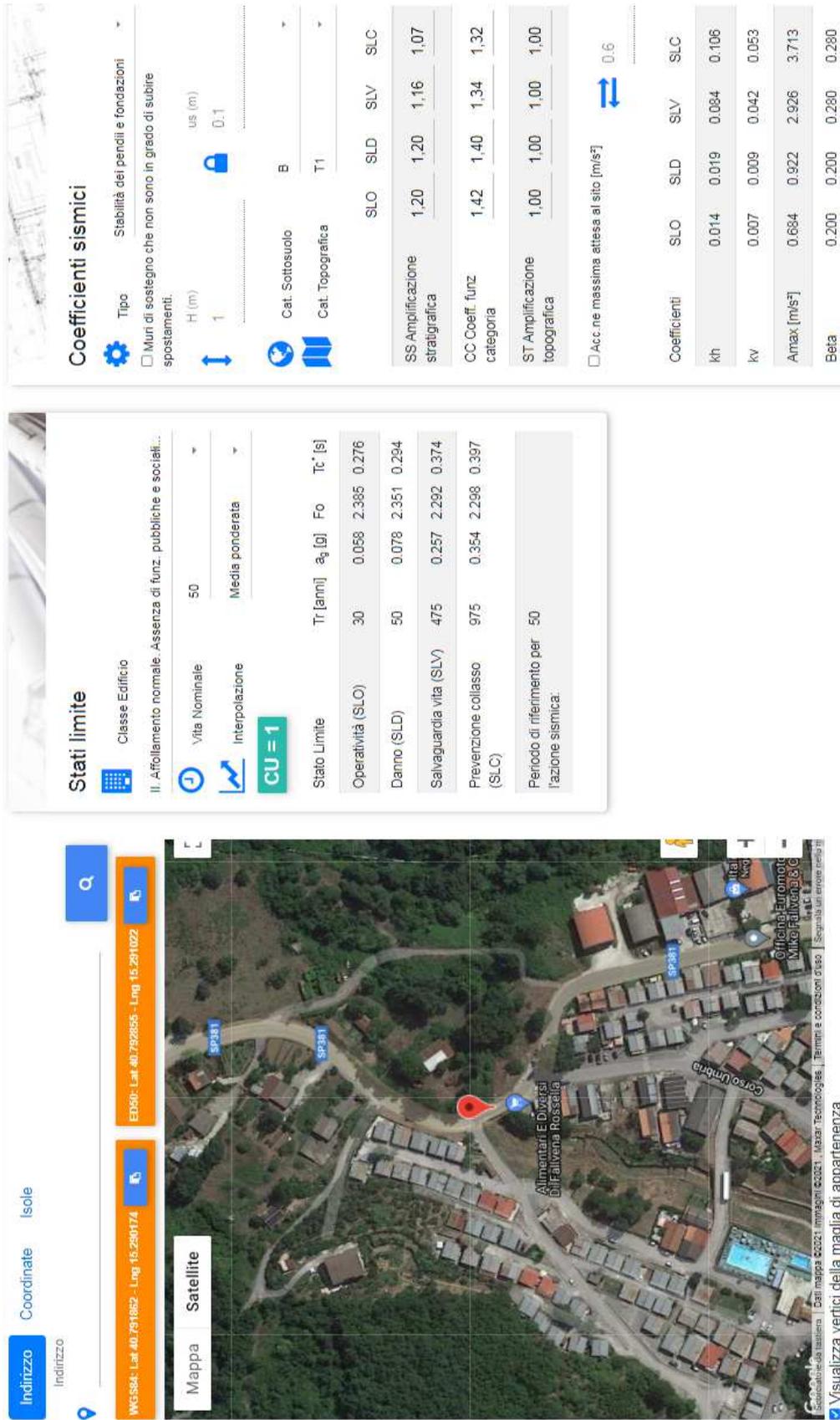
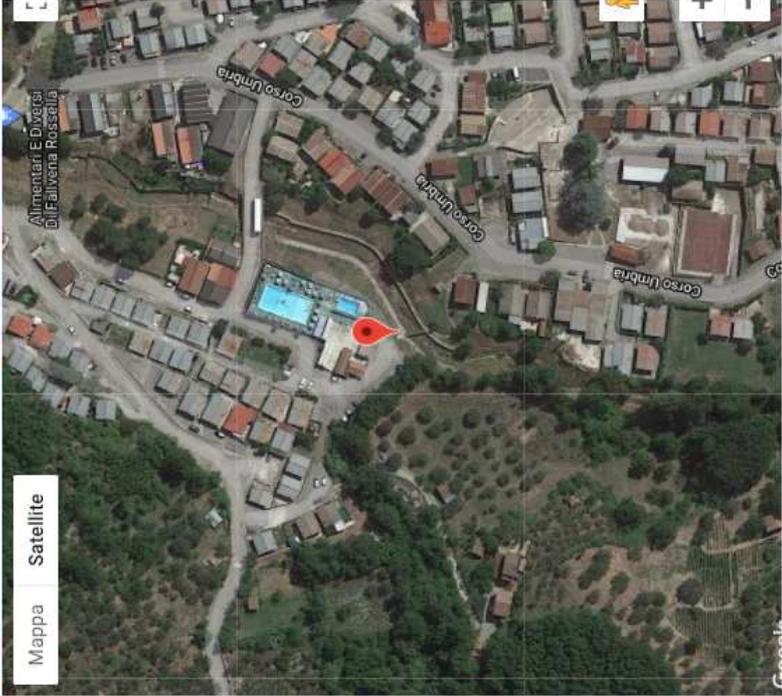


Figura 3: coefficienti e parametri sismici di base - punto d'indagine HS1



Indirizzo: **WGS84 - Lat: 40,790347 - Long: 15,289164**
EP950 - Lat: 40,7916340 - Long: 15,290002

Coordinate: **Isola**

Mappe: **Satellite**

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stati limite

Classe Edificio: **II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...**

Vita Nominale: **50**
 Interpolazione: **Media ponderata**

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0.058	2.385	0.276
Danno (SLD)	50	0.078	2.351	0.294
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.257	2.292	0.374
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.354	2.298	0.397

Periodo di riferimento per l'azione sismica: **50**

Coefficienti sismici

Tipo: **Stabilità dei penzili e fondazioni**

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

H (m): **1**
 us (m): **0.1**

Cat. Sottosuolo: **B**
 Cat. Topografica: **T1**

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,16	1,07
CC Coeff. funz. categoria	1,42	1,40	1,34	1,32
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: **0.6**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.019	0.083	0.106
kv	0.007	0.009	0.042	0.053
Amax [m/s²]	0.684	0.921	2.923	3.709
Beta	0.200	0.200	0.280	0.280

Figura 4: coefficienti e parametri sismici di base - punto d'indagine HS2

Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.058	2.385	0.276
Danno (SLD)	50	0.078	2.351	0.294
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.256	2.292	0.374
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.353	2.299	0.396

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,17	1,08
CC Coeff. funz. categoria	1,42	1,40	1,34	1,32
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.019	0.084	0.107
kV	0.007	0.009	0.042	0.053
Amax [m/s ²]	0.682	0.919	2.941	3.735
Beta	0.200	0.200	0.280	0.280

Figura 5: coefficienti e parametri sismici di base - punto d'indagine HS3

6. Verifica del potenziale di liquefazione dei terreni

Come già accennato, le coltri sabbioso-limose poggianti sulle argille della Formazione di Castelvetero, possono essere sede di modeste falde effimere, legate ai normali apporti pluviometrici stagionali.

Da tale considerazione si è resa necessaria una serie di verifiche del potenziale di liquefazione dei terreni, in ottemperanza a quanto disciplinato al Cap. 7.11.3.4. delle NTC 2018.

L'analisi è stata effettuata con metodologie di tipo storico-empirico, in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La Normativa vigente prevede che la resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio.

E' stata condotta una serie di analisi mediante le procedure descritte da **Iwasaki et alii** (1978, 1984), impiegando i risultati delle prove penetrometriche DPSH, delle analisi geotecniche sui campioni di terreno indisturbato prelevati durante le fasi di terebrazione e dell'analisi di disaggregazione riportata di seguito.

Il **metodo di Iwasaki et alii** (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito.

Il metodo si basa su due quantità: il fattore di resistenza (F_s) e l'indice di liquefazione (I_L).

Quando $F_s = 1$ lo strato di terreno è liquefacibile; mentre I_L , indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dalla espressione:

$$I_L = \int_0^{20} F \cdot W(z) dz$$

dove:

$$F = 1 - F_s \quad \text{per } F_s < 1$$

$$F = 0 \quad \text{per } F_s = 1$$

$$W(z) = 10 - 0.5 \cdot z$$

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella 1.

Tabella 1

Valori di I_L	Rischio di liquefazione
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

Il **fattore correttivo r_d** viene calcolato mediante la seguente formula proposta dagli stessi Autori:

$$r_d = 1 - 0.015 \cdot z$$

e MSF mediante la Tabella 2:

Tabella 2 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)
5.5	1.43
6.0	1.32
6.5	1.19
7.0	1.08
7.5	1.00
8.0	0.94
8.5	0.89

Invece per la valutazione di CRR vengono suggerite le seguenti espressioni ricavate da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

- per terreni con 0,04 mm D_{50} 0,6:

$$CRR = 0.0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{v0} + 0.7}} + 0.225 \log_{10} \left(\frac{0.35}{D_{50}} \right)$$

- per terreni con 0,6 mm D₅₀ 1,5:

$$CRR = 0.0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{v0} + 0.7}} - 0.05$$

Dove **D₅₀** è il diametro dei granuli al 50% (in mm), che nel caso specifico in esame è pari a circa:

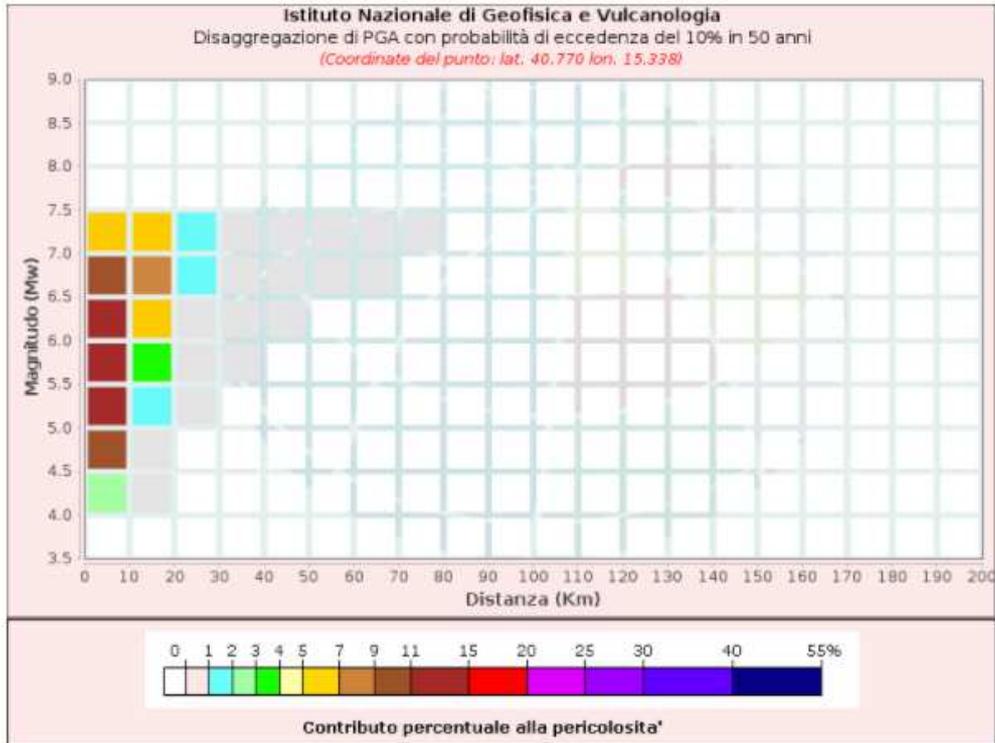
- 0.09 mm nel campione S1-C2;
- 0.42 mm nel campione S2-C2

Nella fattispecie sono state eseguite n° 2 verifiche, eseguite in corrispondenza di ciascun foro di sondaggio, ove erano disponibili sia i dati relativi alle prove SPT in foro, che i risultati delle analisi geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni.

La disaggregazione della pericolosità sismica è una operazione che consente di determinare il contributo di varie sorgenti sismogenetiche, alla pericolosità sismica del sito in esame. Per questo tale analisi viene condotta in termini di magnitudo (M) e distanza (R). In particolare, per il progetto oggetto del presente studio, si sono cautelativamente tenuti in considerazione terremoti di magnitudo compresi tra 4.0 e 7.5 e di una distanza compresa in un raggio di circa 25 km dal sito in esame.

Il valore di Magnitudo utilizzato nella verifica del potenziale di liquefazione dei terreni è pari a 6.1.

I valori di NSPT utilizzati per il calcolo, sono stati opportunamente ridimensionati a vantaggio della sicurezza al valore quasi dimezzato di 30, in quanto prossimi al rifiuto.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto: lat: 40.770 lon: 15.338)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	2.8200	9.5000	13.2000	14.6000	13.6000	10.8000	5.6000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0070	0.2550	1.6000	3.6200	5.7900	7.2300	5.2400	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0360	0.2210	0.8270	1.6400	1.4500	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.1190	0.4800	0.4400	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.1360	0.1530	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0243	0.0557	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0146	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.00	6.00	0.721

- Analisi foro di sondaggio S1

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (da prove dinamiche SPT)						
Metodo semplificato						
Metodo di Iwasaki s.r.l. (1974-1984) modificato come da D.M. 14/01/2008 e Circolare 017 del 02/02/2009						
PARAMETRI						
Dimensione particelle	=	101	mm			
γ	=	1,95	g/cm ³			
C_{cu}	=	1,0525	kg/cm ²			
C_{uc}	=	1,8025	kg/cm ²	CSR = Resistenza di taglio sismica		
profondità (cm)	=	950	cm			
profondità (m)	=	0,95	m	CSR = Effetto di taglio sismico dall'azione		
γ_{spt}	=	1	g/cm ³			
Pressione verticale	=	10,8	kg/cm ²	β_{cs} = Distanza della curva caratteristica di resistenza sismica al 20%		
α	=	5,5	m			
N_{60}	=	30				
C_u (Lobo e Whitman, 1966)	=	0,7521903	Verificata	β_{cs} = Velocità dell'onda di taglio		
Percentuale di fine (FC)	=	40	%			
C_{cu}	=	0,09				
M_{vs}	=	8,11				
MSF	=	1,98	se MSF < 2			
	=	1,70	se MSF > 2			
ESPRESSIONI			ESPRESSIONI			
CSR	=	$0,00014 \cdot C_{cu} \cdot \gamma_{spt} \cdot (C_{uc}/C_{cu})^{1,5} \cdot (N_{60})^{0,75}$	se $0,04 < C_{uc} < 0,5$	=	0,47850658	CSR
CSR	=	$0,00021 \cdot C_{cu} \cdot \gamma_{spt} \cdot (C_{uc}/C_{cu})^{1,5} \cdot (N_{60})^{0,75}$	se $0,5 < C_{uc} < 1,5$	=	0,24631967	CSR
CSR	=	$0,0003 \cdot C_{cu} \cdot \gamma_{spt} \cdot (C_{uc}/C_{cu})^{1,5} \cdot (N_{60})^{0,75}$	se MSF < 2	=	0,1174761	CSR _{MSF < 2}
			se MSF > 2	=	0,138821673	CSR _{MSF > 2}
α_{spt}/β	=	0,275				
β_s	=	0,107704				
$F_s = CSR/\beta_s$	>	1,25	se $M < 2,0$	=	3,61292217	Verificata F_s
			se $2,0 < M < 2,5$	=	2,992527331	Verificata F_s
			se $2,5 < M < 3,0$	=	3,129021801	Verificata F_s
			se $3,0 < M < 4,0$	=	1,795801247	Verificata F_s

- Analisi foro di sondaggio S2

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (da prove dinamiche SPT)						
Metodo semplificato						
Metodo di Iwasaki s.r.l. (1974-1984) modificato come da D.M. 14/01/2008 e Circolare 017 del 02/02/2009						
PARAMETRI						
Dimensione particelle	=	101	mm			
γ	=	1,82	g/cm ³			
C_{cu}	=	1,4924	kg/cm ²			
C_{uc}	=	1,4724	kg/cm ²	CSR = Resistenza di taglio sismica		
profondità (cm)	=	0,0	cm			
profondità (m)	=	0,0	m	CSR = Effetto di taglio sismico dall'azione		
γ_{spt}	=	1	g/cm ³			
Pressione verticale	=	0,07	kg/cm ²	β_{cs} = Distanza della curva caratteristica di resistenza sismica al 20%		
α	=	6,2	m			
M_{vs}	=	30				
C_u (Lobo e Whitman, 1966)	=	0,03210158	Verificata	β_{cs} = Velocità dell'onda di taglio		
Percentuale di fine (FC)	=	20	%			
C_{cu}	=	0,12				
M_{vs}	=	8,11				
MSF	=	1,98	se MSF < 2			
	=	1,70	se MSF > 2			
ESPRESSIONI			ESPRESSIONI			
CSR	=	$0,00014 \cdot C_{cu} \cdot \gamma_{spt} \cdot (C_{uc}/C_{cu})^{1,5} \cdot (N_{60})^{0,75}$	se $0,04 < C_{uc} < 0,5$	=	0,28067748	CSR
CSR	=	$0,00021 \cdot C_{cu} \cdot \gamma_{spt} \cdot (C_{uc}/C_{cu})^{1,5} \cdot (N_{60})^{0,75}$	se $0,5 < C_{uc} < 1,5$	=	0,248473690	CSR
CSR	=	$0,0003 \cdot C_{cu} \cdot \gamma_{spt} \cdot (C_{uc}/C_{cu})^{1,5} \cdot (N_{60})^{0,75}$	se MSF < 2	=	0,117086636	CSR _{MSF < 2}
			se MSF > 2	=	0,138962671	CSR _{MSF > 2}
α_{spt}/β	=	0,275				
β_s	=	0,107704				
$F_s = CSR/\beta_s$	>	1,25	se $M < 2,0$	=	3,395716125	Verificata F_s
			se $2,0 < M < 2,5$	=	2,921901672	Verificata F_s
			se $2,5 < M < 3,0$	=	2,058193314	Verificata F_s
			se $3,0 < M < 4,0$	=	1,022400697	Verificata F_s

Il FS calcolato è sempre > 1,25, tale che si possono escludere fenomeni di liquefazione sotto le azioni sismiche.

7. Vincolo idrogeologico

Il titolo I del R.D.L. n°3267 del 10.12.1923 affronta i provvedimenti per la tutela dei pubblici interessi; l'art. 1 specifica che sono sottoposti a vincolo idrogeologico quei terreni che per varie utilizzazioni possono subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque, con conseguente danno pubblico.

Una corretta gestione del territorio impone che le modificazioni apportate dall'uomo devono considerare sia le condizioni dell'ambiente fisico che le dinamiche evolutive, cioè quali mutamenti subirà quell'ambiente nel corso del tempo.

Nella fattispecie l'utilizzo del suolo per la realizzazione dell'opera in progetto può certamente essere visto come trasformazione controllata, di impatto minimo, assolutamente incapace di modificare i normali processi morfoevolutivi.

Gli interventi previsti in progetto saranno finalizzati alla eliminazione delle locali situazioni di pericolo, concorrendo al ripristino della capacità di deflusso delle sezioni dell'alveo del Vallone, al recupero della funzionalità delle opere idrauliche, nonché alla riqualificazione dell'ambiente fluviale.

Dalle considerazioni effettuate ne deriva che l'uso antropico del territorio non conduce a situazioni di instabilità e a variazioni del regime di circolazione delle acque sotterranee; per tali motivi non sussistono i presupposti di danno pubblico, come previsto dall'art. 1 del RDL n°3267 del 30.12.1923.

In tale situazione, quindi, vengono meno le motivazioni per mantenere il vincolo idrogeologico.

8. Conclusioni

Lo studio eseguito ha permesso di individuare gli assetti stratigrafico-strutturali, morfologici ed idrogeologici del sito in esame, nonché la determinazione delle caratteristiche geo-meccaniche dei terreni, le condizioni geostatiche e le situazioni litostratigrafiche ai fini della valutazione del rischio sismico.

Dal punto di vista geologico è possibile effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- nei sondaggi eseguiti ex-novo a corredo del presente studio, i termini terrigeni in facies di Flysch sono stati intercettati a profondità comprese tra circa 8.00 e circa 10.00 metri dal p.c., sottoposti a coltri detritiche alluvionali, a granulometria ghiaioso-sabbioso-limosa e colmamenti antropici eterogenei ed eterometrici;
- allo stato attuale non esiste alcuna evidente condizione di particolare criticità in merito alla stabilità dei versanti, legata a dissesti a cinematica rapida, ad eccezione di un'area a deformazione lenta diffusa che interessa una parte della frazione Campo Piano, in prossimità della località Serra d'Orfi, area di cui il vallone in studio delimita il margine orientale;
- le coltri sabbioso-limose poggianti sulle argille della Formazione di Castelvetere, possono essere sede di modeste falde effimere, legate ai normali apporti pluviometrici stagionali;
- Da tale considerazione si è resa necessaria una serie di verifiche del potenziale di liquefazione dei terreni, in ottemperanza a quanto disciplinato al Cap. 7.11.3.4. delle NTC 2018;
- L'analisi del potenziale di liquefazione dei terreni, risulta verificata, presentando valori di FS tali che si possono ragionevolmente escludere fenomeni di liquefazione sotto le azioni sismiche;
- In riferimento ai dati della campagna di indagini geofisiche e geotecniche eseguite a corredo del presente studio, il sito in esame può essere classificato, secondo quanto disciplinato dalla Normativa vigente (D.M. 17-01-2018), come appartenente alla **classe B** e facente parte della **Categoria Topografica T1**.

In riferimento allo scenario di rischio e pericolosità derivante dall'analisi del P.A.I. vigente, gli interventi a farsi sono disciplinati agli Artt. 33 - Comma 1 e 34 del Testo Unico Coordinato delle N.T.A dei P.S.A.I. relativi ai bacini idrografici regionali in destra e in sinistra Sele ed interregionale del Fiume Sele, in quanto rientrano a pieno titolo tra gli "Interventi di sistemazione delle aree di possibile innesco e sviluppo dei fenomeni di dissesto".

Pertanto il sottoscritto alla luce del presente studio, ritiene che le opere da realizzare non costituiscono un incremento del rischio da dissesto, poiché si adeguano a quanto indicato nelle disposizioni generali di detta normativa di attuazione del Piano Stralcio e quindi sono **compatibili dal punto di vista idrogeologico.**

Gli interventi previsti in progetto, infatti, saranno finalizzati alla eliminazione delle locali situazioni di pericolo, concorrendo al ripristino della capacità di deflusso delle sezioni dell'alveo del Vallone oggetto di studio, al recupero della funzionalità delle opere idrauliche, nonché alla riqualificazione dell'ambiente fluviale.

Dalle considerazioni effettuate ne deriva che l'uso antropico del territorio non conduce a situazioni di instabilità e a variazioni del regime di circolazione delle acque sotterranee; per tali motivi non sussistono i presupposti di danno pubblico, come previsto dall'art. 1 del RDL n°3267 del 30.12.1923.

In tale situazione, quindi, vengono meno le motivazioni per mantenere il vincolo idrogeologico.

La D.L. é invitata a comunicare allo scrivente, con congruo anticipo, l'inizio dei lavori, ai fini di verificare il rapporto struttura-terreni di fondazione e per ogni decisione riguardo la disciplina delle acque superficiali e sotterranee.

Tanto dovevasi per incarico ricevuto.

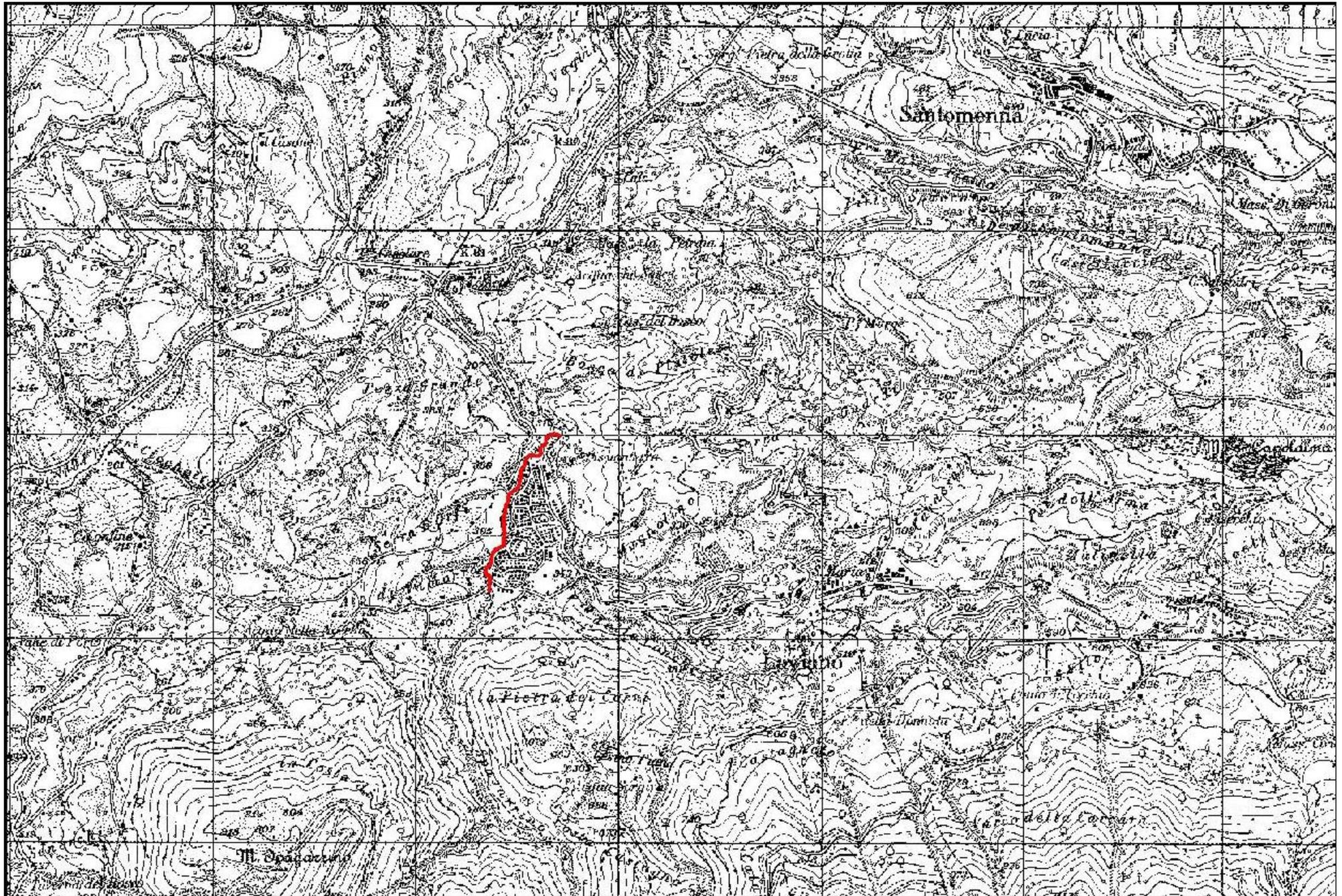
Giungano, Ottobre 2021

**Il Geologo
dott. Antonio Corradino**

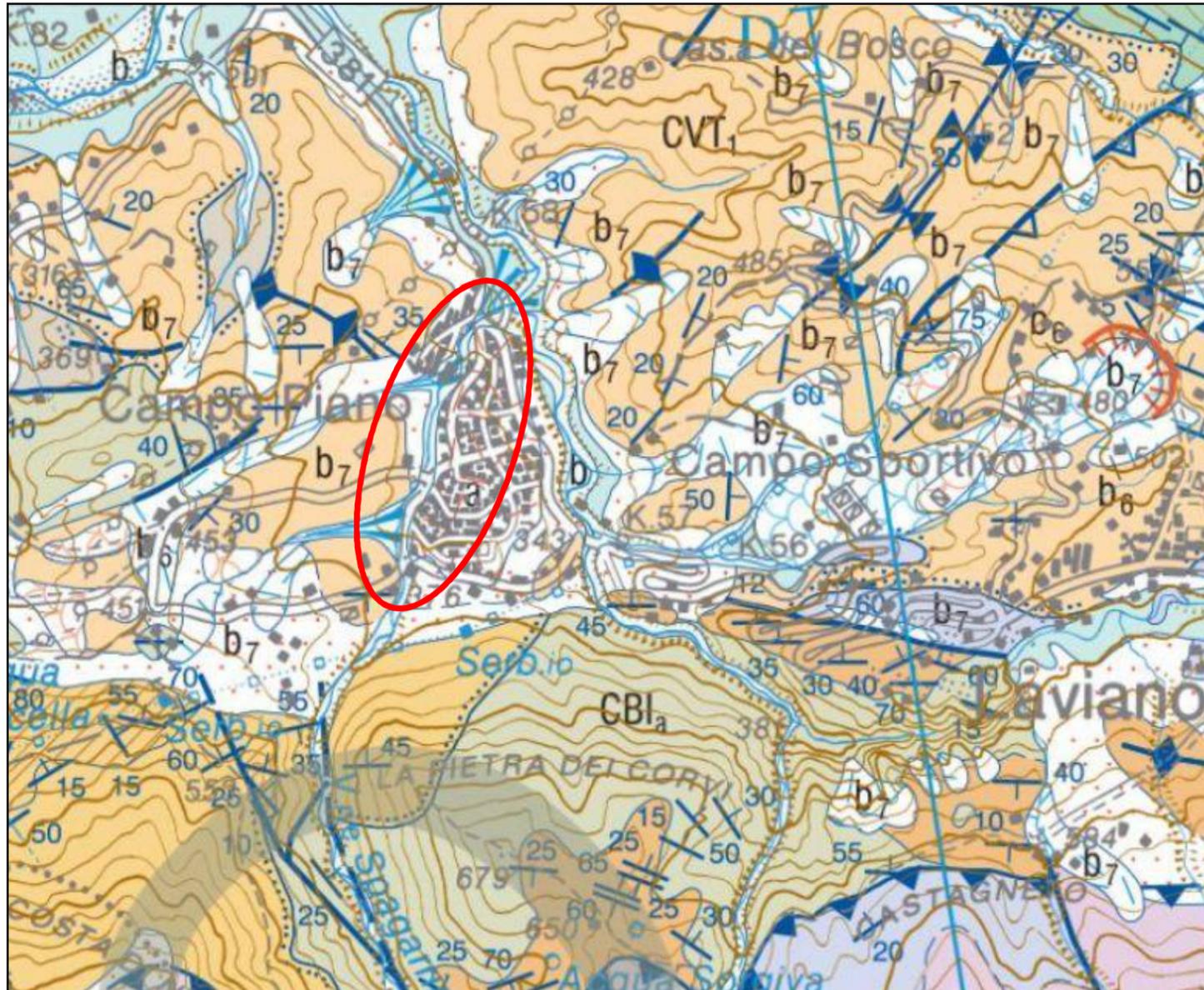


COROGRAFIA

Tav. n° 35 - Caposele (Quadrante 186 II) Carta Topografica Programmatica Regionale della Campania

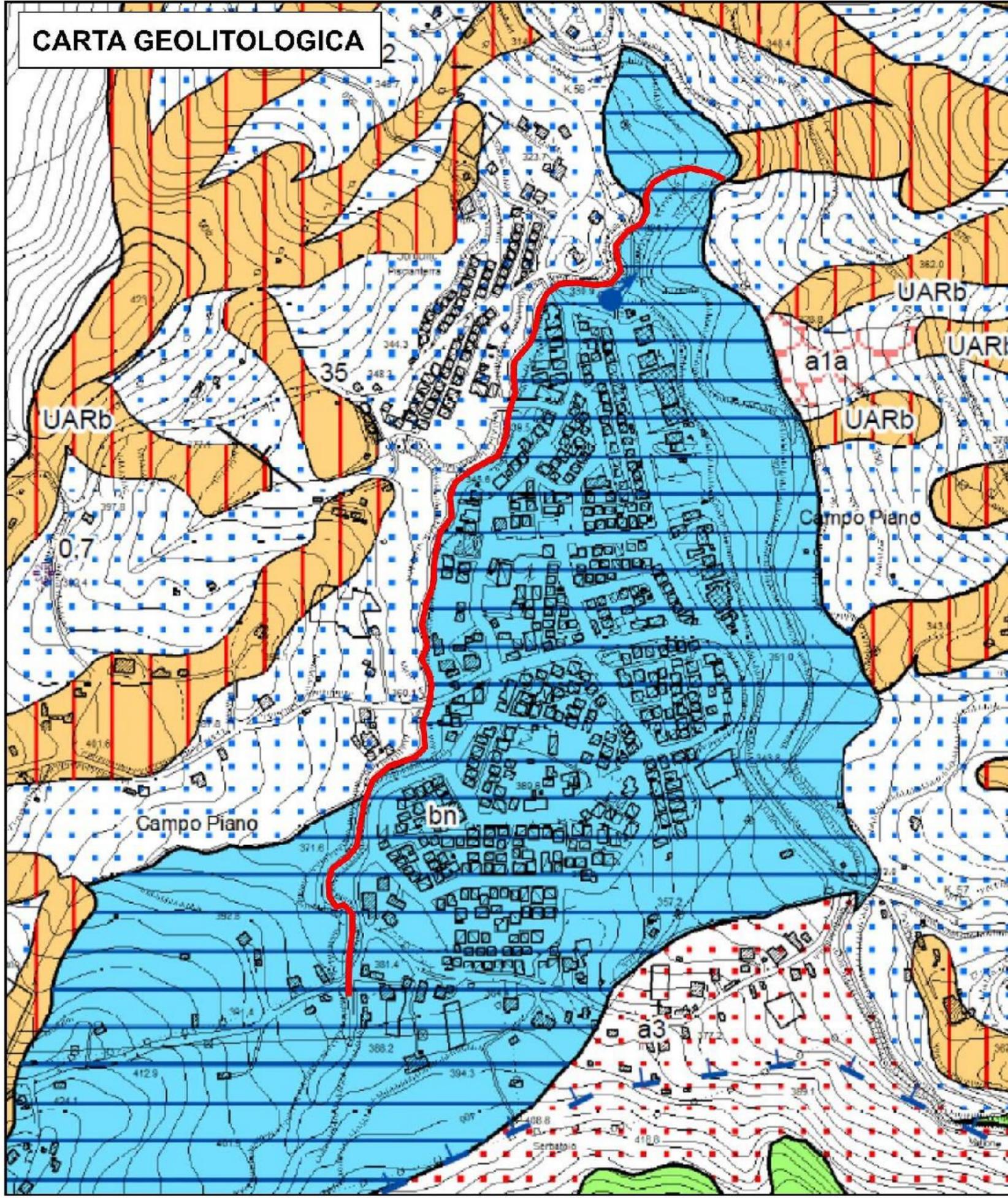


STRALCIO CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - FOGLIO 468 EBOLI



- DEPOSITO ALLUVIONALE**
 Ghiaie con lenti di sabbie e di limi; a luoghi grossi blocchi calcarei. Depositi fluviali in alveo e di golena; depositi di conoide torrentizia attiva e localmente inattiva o quiescente. Spessore fino 10 m.
OLOCENE - ATTUALE
- DEPOSITO DI FRANA**
 Accumuli gravitativi caotici con evidenze di movimenti in atto. Spessore fino a 8 - 10 m.
OLOCENE - ATTUALE
- DEPOSITO DI VERSANTE**
 Depositi clastici sciolti localizzati lungo i pendii ed alla base dei versanti. Spessore fino a 10 - 20 m.
OLOCENE - ATTUALE
- PRODOTTO ELUVIALE - DEPOSITO COLLUVIALE**
 Coltri detritiche derivanti da processi di alterazione in situ e paleosuoli con fenomeni di pedogenesi ancora in atto; subordinata frazione piroclastica. Spessore fino a 2 m circa (b_6). Accumuli eterogenei messi in posto per trasporto meteorico e/o gravitativo lungo i versanti. Spessore fino a 10 m circa (b_7).
OLOCENE - ATTUALE
- FORMAZIONE DI CASTELVETERERE**
 Orto- e paraconglomerati, arenarie quarzoso-litiche e quarzo-feldspatiche, siltiti, marne siltose e argille. Depositi per processi gravitativi e torbiditi. Appoggio stratigrafico discordante su SIE e sui termini delle unità tettoniche Carbonatica, della Valle del Sele e di Monte Croce. La formazione è composta da due membri in parte eteropici. Spessore complessivo di circa 200 m.
TORTONIANO SUP. - MESSINIANO INF. (da letteratura)
 membro siltoso-argilloso-marnoso
 Siltiti arenacee giallastre, laminate; intercalazioni di argille e marne siltose grigio-verdi; talora ruditi a clasti carbonatici e matrice pelitica prevalente. Passaggio graduale latero-verticale con il membro (CVT_1). Potenza dell'ordine dei 20-30 m.
 membro arenaceo-conglomeratico
 Arenarie e conglomerati con *clay-chips* in strati lentiformi; peliti a luoghi arrossate, ricche di frammenti di carbone; torbiditi arenacee; para- ed ortoconglomerati granulari poligenici. Alla base ruditi caotici carbonatiche; verso l'alto alternanze arenaceo-pelitiche. Associazioni a nannoflore povere e spesso con forme rimaneggiate. Spessore intorno ai 200 m.
- UNITÀ DI CALABRITTO**
 Alternanze di quarzareniti, quarzosiltiti, argille siltose; alla base marne e calcari giallognoli. Litofacies arenaceo-conglomeratica (CBT_a): areniti e microconglomerati con quarzo "numidico", miche, clasti litici e *clay-chips*; a luoghi evolvono a quarzareniti, siltiti, argille, marne, calcari e calcari marnosi con orbitoidi. Nannoflore povere e spesso con forme rimaneggiate. Depositi torbiditici. Contatto basale erosivo discordante su vari termini delle unità tettoniche Carbonatica e della Valle del Sele. Spessore complessivo circa 200 m.
LANGHIANO SUP. - SERRAVALLIANO ?
- CALCARI BIO-LITOCLASTICI CON RUDISTE**
 Calcari chiari con frammenti di rudiste, gasteropodi e *black pebbles*; calcari micritici e livelli calcareo-marnosi. Coralli in colonie e breccie (M. Boschetiello). Ambiente di piattaforma aperta esterna. Alla base passa molto gradualmente a CRQ; a tetto, contatto tettonico con i terreni dell'Unità Tettonica della Valle del Sele. Litofacies dei calcari "pseudosaccaroidi" (CBI_a): calcari bianchi, massivi, e calciruditi in banchi con frammenti di rudiste, calcareniti gradate con rari orbitoidi. Ambiente di rampa carbonatica aperta, fino a scarpata superiore. Rapporti basali non visibili. Spessore non meno di 300 m.
CENOMANIANO SUP. - PALEOCENE ?
- CALCARENITI DI LAVIANO**
 Calcareniti laminate, talora con frazione arenacea, calcari marnosi, marne e argilliti marnoso-siltose. Verso l'alto calcareniti bioclastiche glauconitiche, calcilutiti, marne, marne calcaree e rare quarzareniti numidiche. Nella parte bassa pochi metri di calcari marnosi e marne tipo "scaglia" (non distinti in carta). Associazioni microfaunistiche non rappresentative. Depositi torbiditici di bacino - base scarpata, ed emipelagici. Limite inferiore per *paraconformity* su CBI_a . Spessore di circa 100 m.
SERRAVALLIANO p.p. - TORTONIANO INF. (da letteratura)

CARTA GEOLITOLOGICA



Deposito di versante (a)

Depositi clastici sciolti ad elementi carbonatici, calcareo - marnosi ed arenacei, di solito angolosi ed eterometrici, a matrice sabbioso - pelitica brunastra, localmente arrossata. Costituiscono fasce coesistenti localizzate lungo i pendii ed alla base dei versanti. Spessore fino a 10m circa.

Olocene - Attuale

Deposito alluvionale (b)

Ghiaie e sabbie con elementi carbonatici e flyschoidi, da subangolosi ad arrotondati, eterometrici fino a grandi blocchi. Localmente prevalgono sabbie e limi. Localmente prevalgono sabbie e limi.

Depositi fluviali in alveo e di goleni. Depositi di conoide torrenzialia attiva e localmente inattiva o quiescente. Spessore fino a 10 m.

Olocene - Attuale

Coltre eluvio-colluviale (b2)

Coltri alluvionali e paleosuoli con fenomeni di pedogenesi ancora in atto, sabbie e limi argillosi bruno - rossastri ed argille nerastre. Presenza di clasti di varia natura ed, a luoghi, elementi piroclastici rimangeggiati. Depositi derivanti da processi di alterazione in situ delle successioni affioranti, e depositi per processi di accumulo in paleoconche per trasporto meteorico e/o gravitativo lungo i versanti. Spessore fino a 10 m circa.

Pleistocene - Attuale

Detrito di falda (a3)

Depositi clastici carbonatici eterometrici e in subordine calcareo - marnosi ed arenacei, a matrice argilloso - limosa bruna o arrossata, talora assente, a luoghi addensati o parzialmente cementati, clino-stratificati. Distribuito lungo fasce più o meno omogenee e continue al raccordo dei versanti con i fondovalle. Spessore fino a 30 m.

Pleistocene - Attuale

Deposito alluvionale terrazzato (bn)

Ghiaie ad elementi eterometrici e sabbie medio - grossolane, variamente addensate e/o pedogenizzate, poste fino a 50 m sul letto fluviale. Conglomerati e breccie sospesi ad alta quota, talvolta basculati in contropendenza. Alluvioni incise o terrazzate, depositi di conoide torrenzialia inattiva ed incisa. Lo spessore è di qualche decina di metri.

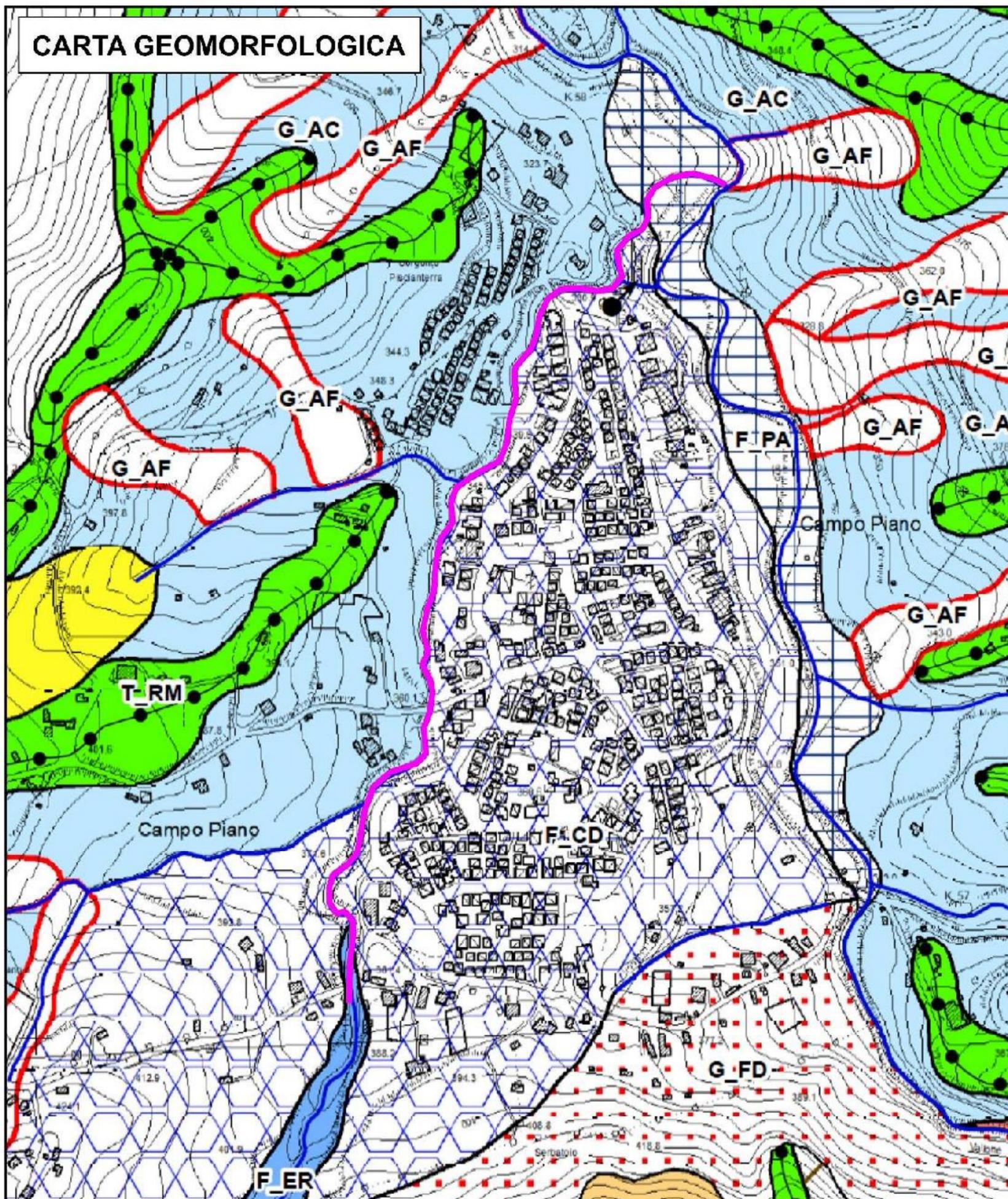
Pleistocene inferiore - Pleistocene medio-superiore

Sub Unità sabbioso-conglomeratica (UARb)

Arenarie quarzoso-feldspatiche con minerali feniici e subordinatamente con frammenti litici, di colore grigiastro, avana e, per alterazione, giallo-ocra; si presentano massive e/o laminare, a grana media e con scarso grado di selezione dei clasti; paraconglomerati con concenazioni in nuvole ciottolose, ortoconglomerati disorganizzati eterometrici e clasti pelitici; i ciottoli sono subarrotondati e costituiti in prevalenza da calcareniti, marni calcaree biancastre, rocce granitoidi, quarziti ed areniti; subordinatamente intercalazioni di blocchi carbonatici di spessore metrico. Ambiente marino. Lo spessore stimato è di alcune centinaia di metri. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Formazione di San Mauro (Tetto et alii, 1965), Formazione di Monte Sacro (Selli, 1962), Formazione di Gorgoglione (Selli, 1962), Breccie ed Arenarie di Piaggine (Sgrasso, 1981), Ruditi degli Alburni (Santo, 1988), Formazione di Castelvetere (Pescatore et alii, 1970).

Miocene medio - Miocene superiore

CARTA GEOMORFOLOGICA



FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'

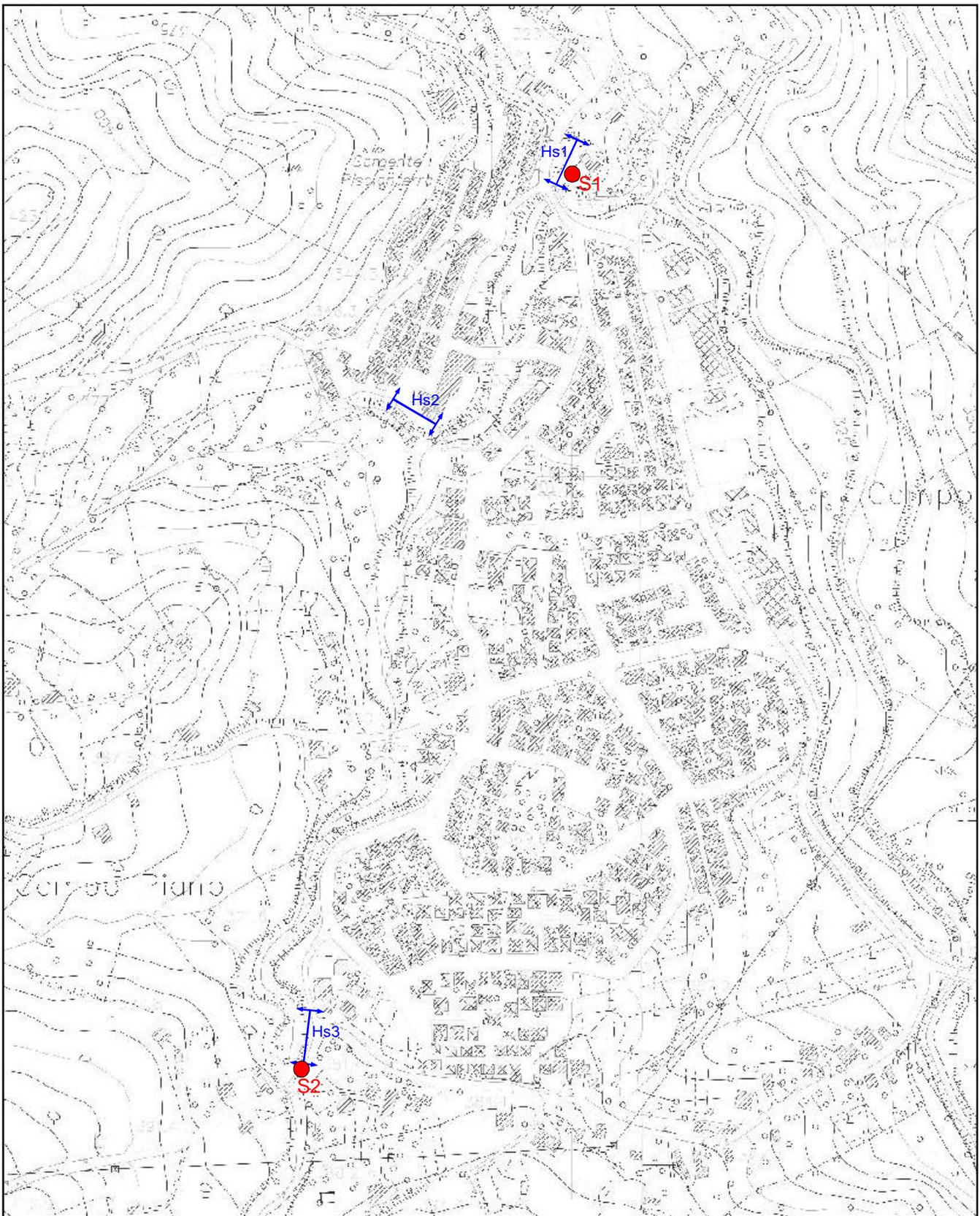
- G_AC Area interessata da deformazioni lente diffuse
- G_AF Area in frana
- G_CD Cono detritico
- G_FD Falda detritica
- G_VD_p Versante o scarpata di degradazione soggetto a crolli con eventuale cornice
- G_CR Canalone in roccia e con scariche di detrito
- G_VD_I Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana

FORME FLUVIO - TORRENTIZIE E DI VERSANTE DOVUTE A DILAVAMENTO

- F_CA Area calanchiva
- F_CD Conoide detritico - alluvionale quiescente, reinciso
- F_CDA Conoide detritico - alluvionale attivo, poco o non reinciso
- F_CM Concavità morfologica di versante
- F_CS Relitto di conoide detritico - alluvionale sospeso sul fondovalle
- F_FR Scarpata di erosione fluviale
- F_GL *Glacis* di accumulo
- F_GR Area di bacino caratterizzata da reticolo idrografico gerarchizzato
- F_PA Pianura alluvionale
- F_SC Scarpata di terrazzo fluviale
- F_IF Terrazzo
- F_VC Vallecola a conca
- F_VP Vallecola a fondo piatto
- F_YR Settore di versante regolare caratterizzato da poche incisioni
- F_EL Alveo in erosione laterale
- F_RU Solco di ruscellamento concentrato
- F_AN Anomalia del reticolo idrografico

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

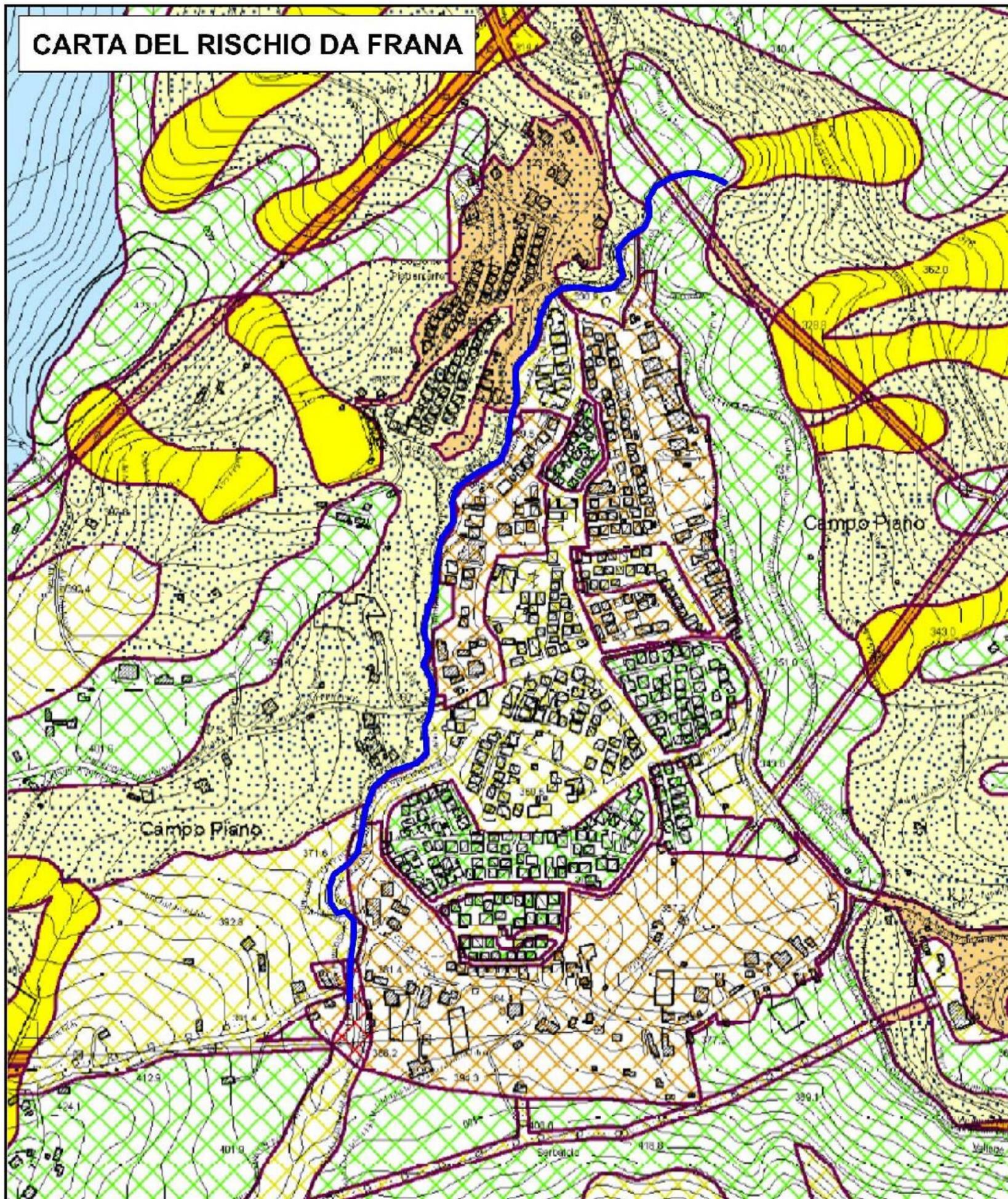
SCALA 1:4.000



 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

 Indagine sismica in array lineare

CARTA DEL RISCHIO DA FRANA



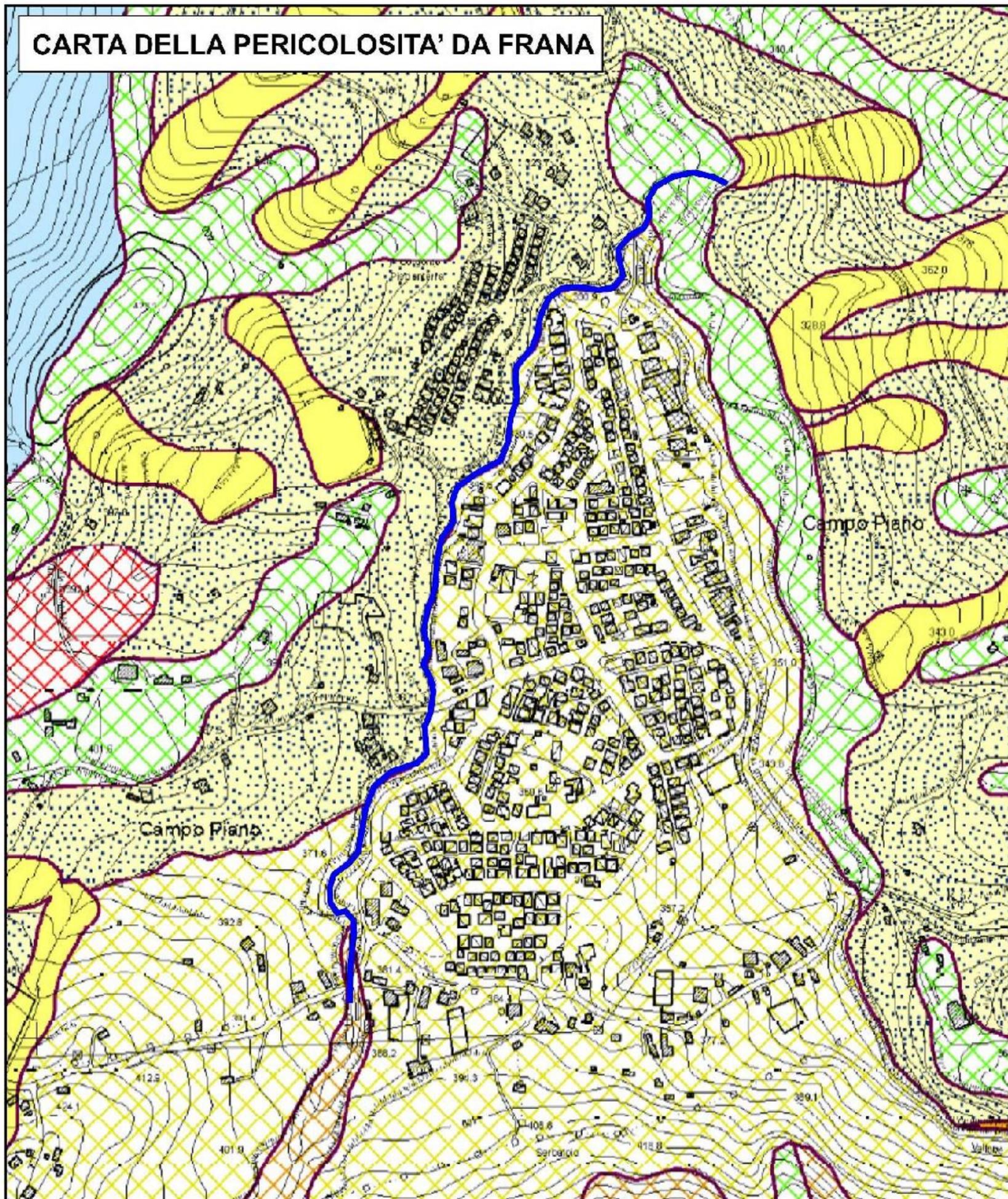
Rischio reale

- Rf1** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf1, con esposizione a un danno moderato o medio
- Rf2a** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2a, con esposizione a un danno moderato o medio, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse
- Rf2** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana Pf1, con esposizione a un danno elevato o altissimo
- Rf2a** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2a, con esposizione a un danno elevato o altissimo per aree soggette a deformazioni lente e diffuse
- Rf3** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf3, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana Pf2, con esposizione a un danno elevato o altissimo
- Rf4** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf3, con esposizione a un danno elevato o altissimo

Rischio potenziale

- R_utr1** Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_2, con esposizione a un danno moderato, nonché su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_1, con esposizione a un danno moderato o medio
- R_utr2** Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_4, con esposizione a un danno moderato, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_3, con esposizione a un danno moderato o medio, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_2, con esposizione a un danno medio o elevato ed infine su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_1, con esposizione a un danno elevato o altissimo
- R_utr3** Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_4, con esposizione a un danno medio, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_3, con esposizione a un danno elevato, infine su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_2, con esposizione a un danno altissimo
- R_utr4** Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_4, con esposizione a un danno elevato o altissimo, nonché su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_3, con esposizione a un danno altissimo
- R_utr5** Rischio potenziale gravante sulle Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr_5, da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio
- Cava** AREA DI CAVA - Aree nelle quali il rischio da frana è legato alle attività di scavo in corso o pregresse

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA



Pericolosità reale

- Pf1** (Green box) Suscettibilità moderata, per frane da bassa a media intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
- Pf2a** (Black dotted box) Suscettibilità media, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse e stato attivo
- Pf2** (Yellow box) Suscettibilità media, per frane da media ad alta intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
- Pf3** (Orange box) Suscettibilità elevata, per frane di alta intensità e stato compreso tra attivo e quiescente

Pericolosità potenziale

- P_utr1** (Green cross-hatched box) Moderata propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
- P_utr2** (Yellow cross-hatched box) Media propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
- P_utr3** (Orange cross-hatched box) Elevata propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
- P_utr4** (Red cross-hatched box) Molto elevata propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
- P_utr5** (Blue box) Propensione all'innescò transito invasione per frane da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio
- Cava** (Grey box) AREA DI CAVA – Aree nelle quali la pericolosità da frana è legata alle attività di scavo in corso o pregresse

COMUNE

LAVIANO (SA)

**INDAGINI GEOGNOSTICHE
GEOTECNICHE E GEOFISICHE**

CANTIERE:

*"SISTEMAZIONE IDRAULICO FORESTALE DEL VALLONE CHE INTERESSA LE LOCALITÀ
CAMPO PIANO – SPAGARINO - CAMPO LO PIANO – PIETRA DEL CORVO
DEL COMUNE DI LAVIANO (SA)*

COMMITTENTE:

ARCH. MARIO GIUSEPPE SALVATORE GIUDICE

Data 06/10/2021

INGE s.r.l.

Il direttore tecnico
Dott. Geol Antonio Petriccione



Certificate No.: S60 1123/D
EA Code: 28 134
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 10/11/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2020



Attestazione di qualificazione
alla esecuzione di lavori pubblici
n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida dal 04/12/2019 al 03/12/2024



Aut. Min. N. R. 0000566 del 13-11-2019 Circ. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Circ. 7619/STC - Prove in sito

1. INDICE

1. INDICE	2
2. PREMESSA	3
3. SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO.	4
3.1. Caratteristiche dell'attrezzatura	6
3.2. Standard Penetration Test (S.P.T.)	6
3.2.1. CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA	7
3.3. Prelievo di campioni indisturbati	7
4. Prove geotecniche di Laboratorio	9
4.1. Caratteristiche Fisiche Generali	9
4.1.1. PESO DI VOLUME PER FUSTELLAMENTO	9
4.1.2. PESO DI VOLUME SECCO E CONTENUTO D'ACQUA	9
4.1.3. PESO SPECIFICO DEI GRANI	9
4.2. Analisi Granulometrica	10
4.3. Prova di taglio diretto consolidata drenata	10
5. INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE	12
5.1. Tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dziejowsky et alii, 1969; Hermann, 2013; Pedersen et alii, 2003)	12
5.2. Riferimenti bibliografici	13

ALLEGATI:

1. Certificati stratigrafie sondaggi geognostici S1 e S2
2. Certificati prove geotecniche di laboratorio
3. Elaborati indagini sismiche eseguite

2. PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dall'Arch. Giudice Mario, il giorno 27/09/2021, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche finalizzata alla “Sistemazione Idraulico Forestale del Vallone che interessa le località Campo Piano – Spagarino - Campo Lo Piano – Pietra del Corvo del Comune di Laviano (SA).

Nel corso delle indagini geognostiche sono stati prelevati campioni da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio, al fine di caratterizzare i terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area in esame.

Le prove ed analisi eseguite, sono consistite in:

- ◆ 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo
- ◆ prove penetrometriche dinamiche S.P.T. eseguite nel corso dei sondaggi geognostici
- ◆ prove geotecniche di laboratorio eseguite su 4 campioni indisturbati
- ◆ N° 3 acquisizioni ed analisi secondo la tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dziewonsky et al., 1969; Herrmann, 2013; Pedersen et al., 2003)

Nelle pagine successive si riporta una breve descrizione delle prove e delle indagini eseguite, in allegato i risultati ottenuti sotto forma di certificati.

3. SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO.

Nel corso della campagna di indagini geognostiche sono stati eseguiti n. 2 sondaggi a carotaggio continuo indicati con la sigla da S1 a S2, spinti a profondità variabili da 15.00 a 10.50 metri dal piano campagna per un totale di 25.50 metri lineari di investigazione.



Postazione Sondaggio S1



Postazione Sondaggio S2

Nella Tabella che segue viene riportato in maniera sintetica il tipo di allestimento e le prove eseguite all'interno del sondaggio al fine di esibire un quadro di immediata lettura di quanto realizzato:

Sondaggio (Sigla)	Perforazione (m.l.)	Prelievo Campioni Indisturbati (da m a m)	S.P.T. (m)
S1	15.00	2.70-3.00	3.00
		7.00-7.30	1100
S2	10.50	4.00-4.30	3.30
		7.00-7.30	5.50

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti con una sonda cingolata CMV, con coppia della testa di rotazione pari a 600 dN m con antenna di altezza di 6165 mm con corsa della testa di rotazione pari a 3600 mm e forza di estrazione pari a 63 kN.

Per il campionamento dei materiali è stato adoperato un carotiere semplice di lunghezza pari a 300 cm con diametro esterno pari a 101 mm, munito di corona tagliente dentata con cilindri di widia. Il carotiere è collegato ad una batteria di aste di perforazione a filettatura tronco-conica di lunghezza utile pari a 1.50 e 3.00 metri. All'estremità superiore del carotiere è posizionata una valvola di non ritorno a

sfera, che impedisce all'acqua presente nelle aste di perforazione di venire a contatto con la carota riducendone così il disturbo e la possibilità che la carota stessa fuoriesca dal carotiere.

La perforazione è avvenuta con acqua di circolazione solo laddove i litotipi si presentavano particolarmente consistenti o lapidei.

Le carote di materiale estratto sono state allocate in maniera ordinata e continua all'interno di cassette catalogatrici in PVC di dimensioni 1.00x0.60m provviste di setti separatori. Lungo di esse si sono disposte dei contrassegni indelebili in corrispondenza delle quote progressive del sondaggio (riferite al p.c.). Ogni cassetta è stata contraddistinta con la sigla del sondaggio, da un numero progressivo, dalle quote di prelievo e dal nome del cantiere.

Laddove il foro di sondaggio presentava problemi di stabilità si è provveduto ad introdurre opportuni tubi metallici di rivestimento provvisorio con diametro \emptyset est pari a 127 mm e lunghezza degli spezzoni pari a 150 cm e spessore di 8 mm.

Nell' infissione del rivestimento, così come nella perforazione quando eseguita con fluido di circolazione, si sono adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare ogni disturbo del terreno naturale.

3.1. Caratteristiche dell'attrezzatura

L'attrezzatura di perforazione utilizzata ha le seguenti caratteristiche ed i seguenti diametri:

- | | |
|---|-----|
| • Aste di manovra cave dal diametro ϕ (mm) | 76 |
| • Aste di manovra lunghezza (m) | 3.0 |
| • Carotiere da ϕ (mm) | 101 |
| • Carotiere doppio da ϕ (mm) | 101 |
| • Carotiere lunghezza (m) | 3.0 |
| • Corona con denti in Widia da ϕ (mm) | 101 |
| • Corona diamantata da ϕ (mm) | 101 |
| • Tubi di rivestimento ϕ (mm) | 140 |

3.2. Standard Penetration Test (S.P.T.)

Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. sono state praticate nei fori dei sondaggi per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni in attraversamento. Queste prove consentono di determinare

la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore *RAYMOND* battendo sulle aste di manovra per mezzo di un maglio normalizzato che cade da un'altezza standard.

3.2.1. CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA

- Maglio in acciaio da Kg 63.5
- Dispositivo di sgancio automatico del maglio
- Altezza di caduta del maglio cm 76
- Campionatore Raymond diametro cm 3.5
- Scarpa standard a punta aperta
- Scarpa standard a punta chiusa
- Punta conica standardizzata con angolo di apertura 60°

Il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione N_{SPT} è il numero di colpi N necessario ad una penetrazione del campionatore pari a 30 centimetri, dopo 15 centimetri di infissione dinamica per il posizionamento.

Tabella riassuntiva prove S.P.T.				
Sondaggio S1				
Prof. (m)	N ₁	N ₂	N ₃	N _{SPT}
3.00-3.45	15	23	29	52
11.00-11.45	18	24	26	50
Sondaggio S2				
Prof. (m)	N ₁	N ₂	N ₃	N _{SPT}
3.30-3.38	50/8cm			Rifiuto strumentale
5.50-5.62	50/12cm			Rifiuto strumentale

3.3. Prelievo di campioni indisturbati

Il prelievo dei campioni viene realizzato adoperando un campionatore cilindrico “*fustella*” che viene montata alle aste di manovra e poi infisso nel terreno alle profondità prestabilite, con la sola pressione

esercitata dalla macchina perforatrice. Riempita la fustella di materiale, essa si estrae e immediatamente deve essere paraffinata alle due estremità, per evitare che, al contatto con l'aria, il materiale perda la sua umidità naturale. Tra i diversi tipi di campionatori esistenti in commercio, è stato utilizzato il campionatore "a pareti sottili", che tra tutti è quello che arreca minore disturbo al terreno. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati, alle profondità e con le sigle di seguito riportate:

Prelievo campioni indisturbati		
<u>Sondaggio S1</u>		
<u>Sigla Campione</u>	<u>Profondità iniziale</u>	<u>Profondità finale</u>
S1-C1	2.70	3.00
S1-C2	7.00	7.30
<u>Sondaggio S2</u>		
<u>Sigla Campione</u>	<u>Sigla Campione</u>	<u>Sigla Campione</u>
S2-C1	4.00	4.30
S2-C2	7.00	7.30

4. Prove geotecniche di Laboratorio

Sui 4 campioni indisturbati sono state effettuate analisi di laboratorio consistenti in prove preliminari di identificazione e di misura della resistenza al taglio (*Pocket Penetrometer e Vane Test*) e poi nelle seguenti prove:

- ◆ *Caratteristiche fisiche generali*
- ◆ *Analisi granulometrica per setacciatura e per sedimentazione*
- ◆ *Prova di taglio diretto consolidata drenata (C.I.D.)*

4.1. Caratteristiche Fisiche Generali

Per la determinazione delle caratteristiche fisiche naturali del terreno si è proceduto in laboratorio come segue:

4.1.1. PESO DI VOLUME PER FUSTELLAMENTO

Dal campione estratto, mediante piccole fustelle, a bordo tagliente e di volume noto, si ricavano provini indisturbati da pesare con una precisione di 0.01 g. Conoscendo sia il peso sia il volume del materiale, se ne calcola il peso di volume. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi

4.1.2. PESO DI VOLUME SECCO E CONTENUTO D'ACQUA

I campioni di cui al punto precedente sono riposti in una stufa ad essiccare ad una temperatura di 105-110° per la durata di 12 ore. Conoscendo il volume, il peso ed il peso secco dei provini, viene ricavato il peso di volume del secco ed il contenuto d'acqua. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi

4.1.3. PESO SPECIFICO DEI GRANI

Per la determinazione del peso specifico dei grani è inserito all'interno di un picnometro una quantità nota (circa 30-50 g) di materiale secco, riempito per metà di acqua distillata e riposto sotto vuoto per il tempo necessario ad espellere tutti i gas. Dopodiché si procede a riempire il picnometro esattamente fino al segno riportato sul collo e a pesare il tutto con una precisione di 0.01 g. Viene poi ripetuta la pesata del picnometro pieno solo di acqua distillata fino alla tacca riportata sul collo e, per

differenza, si ricava il volume spostato dalle particelle solide. Da questi dati è possibile ricavare il peso specifico delle particelle solide dopodiché, per correlazione, vengono calcolati l'indice dei vuoti, la porosità ed il grado di saturazione del campione. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi.

4.2. Analisi Granulometrica

L'obiettivo dell'analisi granulometrica di un terreno è quello di raggruppare, in diverse classi di grandezza, le particelle che lo costituiscono e di determinare successivamente le percentuali in peso di ciascuna classe, riferite al peso secco iniziale del campione. La distribuzione granulometrica delle particelle che costituiscono un campione risulta indispensabile per avere indicazioni circa il comportamento meccanico del terreno, la sua permeabilità, il decorso dei cedimenti nel tempo, ecc.

La procedura per effettuare un'analisi granulometrica per *vagliatura* è quella di scegliere, per quartature successive, una quantità sufficiente di materiale rappresentativo del campione, essiccare questo materiale in stufa e pesarlo. Quest'ultimo si ripone quindi sulla pila di setacci muniti di fondo e coperchio e riposti con apertura via via decrescente; essi vengono fatti vibrare in modo da separare i granuli in frazioni di dimensioni pressoché uguali, ciascuna trattenuta al corrispondente setaccio. Successivamente si pesa il trattenuto ad ogni setaccio e si ricava la percentuale di passante al setaccio stesso. Con questa tecnica è possibile determinare la distribuzione delle dimensioni delle particelle fino al diametro di 0.075 mm. La distribuzione dei granuli di dimensioni inferiori a questo valore (cioè le particelle di limo ed argilla) viene effettuata per via indiretta, basandosi sui tempi di *sedimentazione* delle particelle in acqua distillata. In questo modo si arrivano ad identificare elementi di dimensioni minime dell'ordine di 1 micron. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi.

4.3. Prova di taglio diretto consolidata drenata

La prova di taglio diretto viene eseguita con la cosiddetta scatola di Casagrande per determinare le caratteristiche meccaniche del terreno. Vengono preparati, in apposite fustelle, tre provini quadrati di 4 cm di lato e 2 cm di altezza, vengono sistemate nell'apposita Scatola di Casagrande e messi nell'alloggiamento della macchina di taglio. La scatola viene sommersa di acqua e, tramite un sistema

Pag. 10 a 13



Certificate No.: S60 1123/0
EA Code: 28 134
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 10/11/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2020



Attestazione di qualificazione
alla esecuzione di lavori pubblici
n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida dal 04/12/2019 al 03/12/2024



Aut. Min. N. R.0000566 del 13-11-2019 Circ. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Circ. 7619/STC - Prove in sito

di pesi e di leve, sottoposta per 24 ore, a tre diverse pressioni di consolidazione che sono rispettivamente la metà del valore della pressione litostatica in sito, il valore della pressione in sito ed il doppio di questa. Tramite un micrometro con precisione 0.001 mm a tempi prestabiliti, vengono misurati ed annotati prendendo i cedimenti subiti da ogni provino. Dalla curva dei cedimenti in funzione del tempo è possibile ricavare vari parametri tra cui la velocità a cui il provino può essere rotto. Successivamente, con una velocità di spostamento della parte bassa della scatola pari al valore precedentemente determinato, ogni provino viene portato a rottura e la resistenza che il provino oppone al moto della scatola stessa viene misurato mediante un micrometro con precisione 0.001 mm. Diagrammando i risultati di tutte le misurazioni effettuate, come riportato in allegato, si ottiene l'angolo di attrito e la coesione del terreno.

In nessuna delle prove eseguite sono stati riscontrati comportamenti anomali tali da dover essere registrati sul certificato. L'attrezzatura usata è una scatola di taglio e macchina di taglio della NUOVA SANVITO con velocità di avanzamento regolabile con una precisione 0.01 micron/minuto.

5. INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE

5.1. *Tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dziewonsky et alii, 1969; Hermann, 2013; Pedersen et alii, 2003)*

Nell'area investigata, al fine di determinare il parametro $V_{S,eq}$ sono state eseguite una serie di acquisizioni ed analisi secondo la tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dziewonsky et alii, 1969; Hermann, 2013; Pedersen et alii, 2003) opportunamente adattata al fine di sfruttare in maniera olistica tanto la componente radiale che quella verticale dell'onda di Rayleigh, quanto l'onda di Love.

A tal fine è stato impiegato il software HoliSurface® 2018 che implementa una metodologia innovativa (brevetto concesso il 01.04.2015); quest'ultima, in uno ad un'adeguata strumentazione hardware, consente di analizzare la propagazione delle onde di superficie al fine di determinare il profilo verticale della V_s .

Il termine HoliSurface® (da Holistic Surface) esprime il fatto che lo scopo del metodo/software è quello di analizzare la propagazione delle onde di superficie in modo completo, cioè olistico (dal greco ὅλος, cioè "totalità").

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del Decreto 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” (G.U. n°42 del 20/02/2018 – Suppl. Ordinario n°8) che, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

Nella fattispecie in esame, il piano di indagini geofisiche è stato articolato come segue:

- N° 3 acquisizioni ed analisi secondo la tecnica MFA (Multiple Filter Analysis – Dziewonsky et al., 1969; Herrmann, 2013; Pedersen et al., 2003), mediante analisi congiunta delle componenti verticale e radiale dell'onda di Rayleigh e dell'onda di Love;

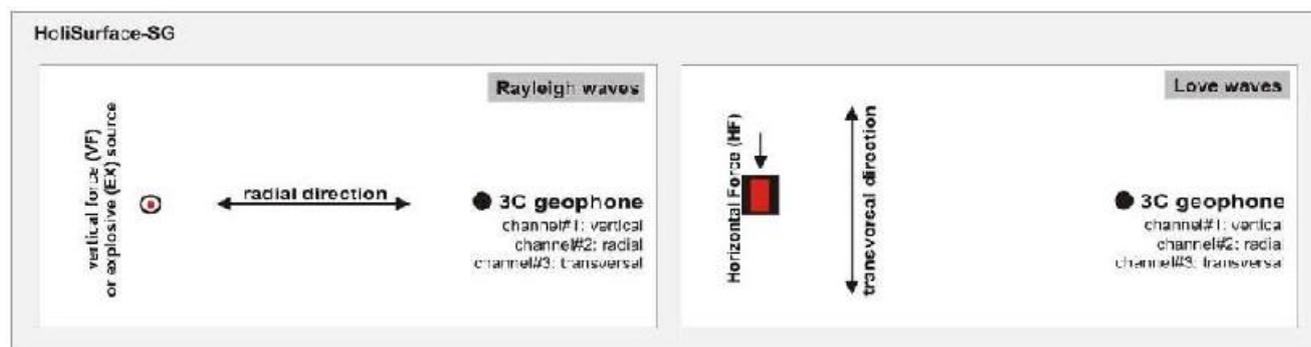
La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della $V_{S,eq}$ definita dalla relazione:

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

in cui $V_{S,i}$ e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

Le acquisizioni di campagna sono state eseguite mediante l'impiego di un geofono triassiale equalizzato, marca Geospace Technologies (S/N:261379004), da 4.5Hz ed un sismografo GEA24 (S/N:17151) della PASI.

Per l'elaborazione dei dati acquisiti è stato adoperato il software HoliSurface® 2018 della *Eliosoft geophysical software*.



5.2. Riferimenti bibliografici

- Dal Moro G., 2012, Onde di Superficie in Geofisica Applicata - acquisizione ed analisi secondo le tecniche MASW e HVSR, Dario Flaccovio Editore, 196pp.
- Dal Moro G. e Marques Moura R.M., 2013. Multi-component Acquisition and Joint Analysis of Surface Waves: some Issues and Two Case Studies, inviato alla rivista J. Appl. Geophysics.
- Dal Moro G., 2014. Surface Wave Analysis for Near Surface Applications. ISBN 978-0-12- 800770-9, Elsevier, 252pp.
- Dal Moro G., 2015. Joint Inversion of Rayleigh-Wave Dispersion and HVSR of Lunar Seismic Data from the Apollo 14 and 16 sites. ICARUS, 254, 338-349
- Dal Moro G., Keller L., Poggi V., 2015. A Comprehensive Seismic Characterization via Multi-Component Analysis of Active and Passive Data. First Break, 33, 45-53
- Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N., 2015. Efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves. Proceedings Near-Surface EAGE 2015 (Turin - Italy)
- Dal Moro G., Ponta R., Mauro R., 2015c. Unconventional Optimized Surface Wave Acquisition and Analysis: Comparative Tests in a Perilagoon Area. J. Appl. Geophysics, 114, 158-167
- Dal Moro G., 2019. Acquisizione e analisi di dati sismici e vibrazionali per studi di caratterizzazione sismica e geotecnica; Dario Flaccovio Editore, ISBN 9788857908786, 280pp
- Dziewonsky A., Bloch S., Landisman N., 1969, "A technique for the analysis of transient seismic signals", Bull. Seism. Soc. Am., vol. 59, pp. 427-444 Herrmann R.B. 2003, Computer Programs in Seismology. Open files (<http://www.eas.slu.edu/People/RBHerrmann/CPS330.html>)
- Luo Y., Xia J., Xu Y. & Zeng C., 2011, Analysis of group-velocity dispersion of high-frequency Rayleigh waves for near-surface applications. Journal of Applied Geophysics, 74, 157-165.
- Pedersen H. A., Mars J. I., Amblard P., 2003, Improving surface-wave group velocity measurements by energy reassignment, Geophysics, vol. 68, no. 2, pp. 677-684

ALLEGATO 1

Certificati stratigrafie sondaggi geognostici

Certificato n° 0666/21 del 06/10/2021 **Commessa: 408/21**

Committente: Arch. Giudice Mario	Sondaggio: S1
Riferimento: Sistemazione idraulico forestale - Località Ponte 1 - Laviano (SA)	Data: 27/09/2021
Coordinate: Lat. 40.792094 Long. 15.290212	Quota: 332 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1 :80 SONDAGGIO - S1 Pagina 1/1

metri	B	σ mm	R v	A	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test					
										m	S.P.T.	N	Pt	Cass	Pz
1					Terreno vegetale di colore marroncino a granulometria sabbioso limosa con presenza di resti vegetali indecomposti (radici).	0.40	0.40								
2					Materiale di riporto eterogeneo di colore variabile da marroncino a grigio chiaro biancastro costituito da pezzame calcareo eterometrico e laterizi immersi in matrice a granulometria variabile da sabbioso limosa a ghiaioso sabbiosa.										
3					Materiale di colore grigio chiaro biancastro a granulometria ghiaioso sabbiosa costituito da elementi litici di natura calcarea a spigoli subangolari di dimensioni eterometriche variabili da 1 a 4-5 centimetri. Materiale ben addensato.	2.50	2.10		1) She < 2.70 3.00	3.0	15-23-29	52	C		1
4					Sabbie limose di colore grigio chiaro azzurrognolo da parzialmente cementate a cementate.	3.50	1.00								
5															
6															
7									2) She < 7.00 7.30						2
8															
9															
10															
11					Argille imosa sabbiose di colore grigio azzurrognolo con intercalazioni di livelli sabbiosi di spessore variabile da 30 a 40 centimetri particolarmente presenti da m 10.60 - 11.00 e da m 14.50 a m 14.80. Materiale consistente.	10.00	6.50								
12															
13															3
14															
15	101					15.00	5.00								

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino
Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Mauro Sammartino

Il Direttore
Dott. Geol. Giuseppe Rella



Committente: Arch. Giudice Mario

Sondaggio: S1

Riferimento: Località Ponte 1 - Laviano (SA)

Data: 27/09/2021

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 1



Sondaggio S1 - Cassetta C1



Sondaggio S1 - Cassetta C2

Committente: Arch. Giudice Mario

Sondaggio: S1

Riferimento: Località Ponte 1 - Laviano (SA)

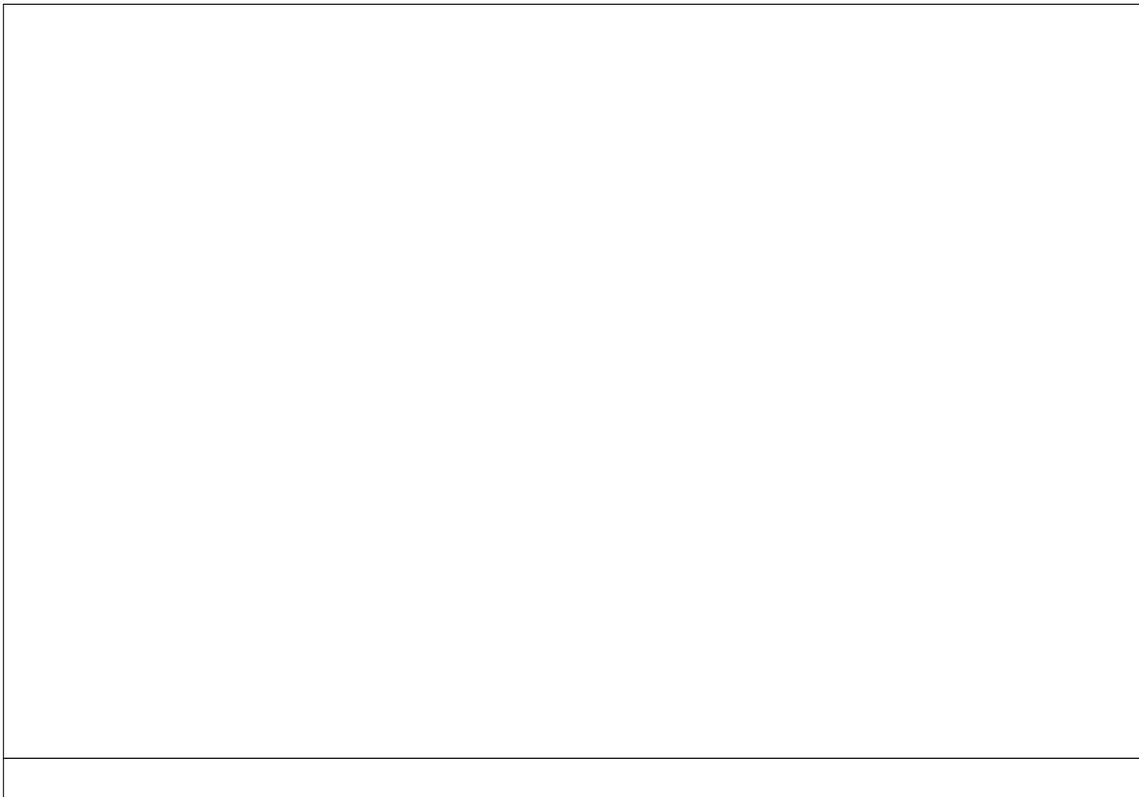
Data: 27/09/2021

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 2



Sondaggio S1 - Cassetta C3



Committente: Arch. Giudice Mario

Sondaggio: S2

Riferimento: Località Ponte 4 - Laviano (SA)

Data: 27/09/2021

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 1



Sondaggio S2 - Cassetta C1



Sondaggio S2 - Cassetta C2

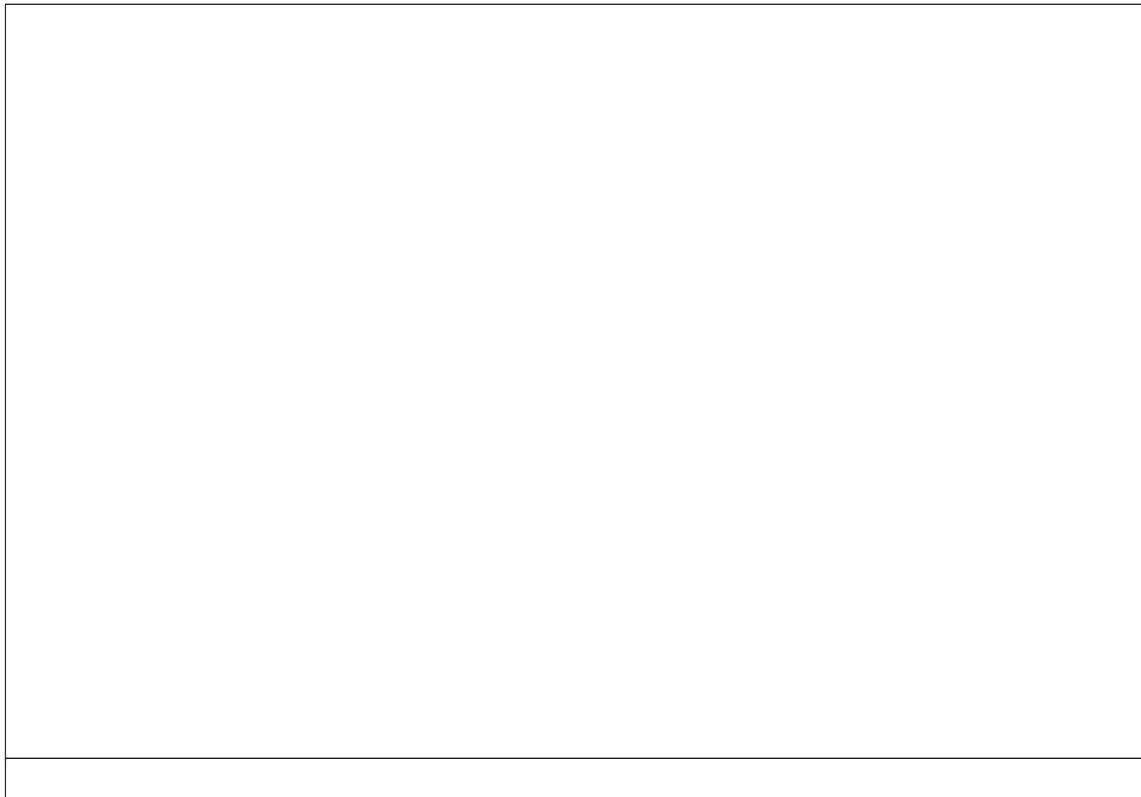
Committente: Arch. Giudice Mario	Sondaggio: S2
Riferimento: Località Ponte 4 - Laviano (SA)	Data: 27/09/2021

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 2



Sondaggio S2 - Cassetta C3



LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Profondità della base dello strato (m)
- 15) Descrizione della litologia dello strato

<i>Tubo aperto</i>	<i>Casagrande</i>
<i>tubo cieco</i>	<i>tubo cieco</i>
<i>finestrato</i>	<i>cella</i>
	<i>drenaggio</i>

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

ALLEGATO 2

Certificati prove geotecniche di laboratorio

Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Accettazione n: TER133/21 Data ricevimento: 27/09/21 Data esecuzione prova: 29/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S1** Campione: **C1** Profondità di prelievo (m): **2.70 - 3.00**

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO

(ASTM D2488-00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI

Contenitore: *sacchetto* Diametro (cm): *#N/D* Lungh. (cm):
Massa (Kg) Condizione del campione estruso: *Buone* Classe di qualità (AGI): *Q5*

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE

Pocket Penetrometer Test (MPa): Pocket Vane Test (MPa):

CARATTERISTICHE VISIVE

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Materiale a granulometria ghiaioso sabbiosa costituito da elementi litici di natira calcarea di dimensioni fino a 3 - 4 centimetri. Materiale ben addensato.

COLORE (Tavola di Munsell)

2.5Y bianco 8/1

Foto campione

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione

Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01221/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21* Data esecuzione prova: *01/10/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S1**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **2.70 - 3.00**

CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRENO

(CNR-UNI 10008-64 BS 1377/75 ASTM D854-83)

CONDIZIONI NATURALI

Peso specifico del terreno γ_s (KN/m ³)	26.50
Peso dell'unità di volume (fustellamento) γ (KN/m ³)	18.25
Peso dell'unità di volume (pesata idrostatica) γ (KN/m ³)	
Contenuto d'acqua W (%)	6.25
Peso secco dell'unità di volume γ_d (KN/m ³)	17.18
Indice di porosità e (-)	0.54
Porosità n (-)	0.35
Grado di saturazione S (-)	0.31

CONDIZIONI DI SATURAZIONE

Peso dell'unità di volume immerso in acqua γ' (KN/m ³)	10.82
Peso dell'unità di volume saturo d'acqua γ_{sat} (KN/m ³)	20.63
Contenuto d'acqua W_{sat} (%)	20.08

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01222/21**

Accettazione n: TER133/21

Data ricevimento: 27/09/21 Data esecuzione prova: 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S1**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **2.70 - 3.00**

ANALISI GRANULOMETRICA

(ASTM D421-D422-D2217)

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA

Vaglio ASTM (No)	5	10	20	40	70	140	200
Diametro granuli (mm)	25.000	19.000	4.000	2.000	0.850	0.425	0.212
Peso passante compl. (%)	90.85	74.83	49.17	45.36	40.69	37.02	33.36

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE

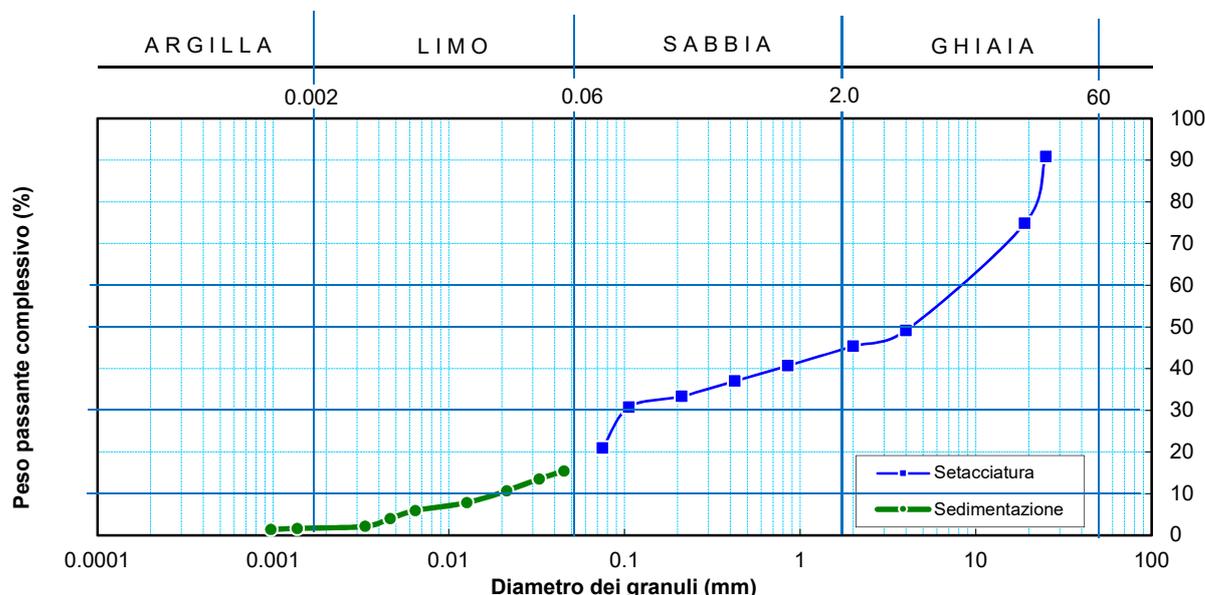
Diametro granuli (mm)	0.045	0.033	0.021	0.013	0.006	0.005	0.003	0.0014	0.0010
Peso passante compl. (%)	15.46	13.56	10.71	7.86	5.96	4.06	2.16	1.68	1.40

FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI

Frazione argillosa < 0.002 mm (%)	1.84	Diametro efficace D_{10} (mm)	0.019168
Frazione limosa < 0.06 mm (%)	16.34	Diametro medio D_{30} (mm)	0.103582
Frazione < 0.074 mm (%)	20.95	Diametro medio D_{50} (mm)	4.485536
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)	30.99	Diametro medio D_{60} (mm)	10.332229
Frazione ghiaiosa > 2 mm (%)	50.83	Coefficiente di uniformità C_u (-)	539.04
		Coefficiente di curvatura C_c (-)	0.05

Class. A.G.I. (1977): **Ghiaia con sabbia limosa**

DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA



LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01223/21**

Accettazione n: TER133/21

Data ricevimento: 27/09/21

Data esecuzione prova: 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S1**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **2.70 - 3.00**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIMENSIONI DEI PROVINI				VALORI A INIZIO CONSOLIDAZ.		PARAMETRI DELLA CONSOLIDAZIONE			
Prov.	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A _b (cm ²)	Peso di volume γ _i (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _i (%)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ _n (MPa)	Cedim. finale δh (mm)	Tempo T ₁₀₀ (min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	18.51	5.70	24.00	0.049	1.658	156.06
2 ◆	6.00	2.50	36.00	18.62	5.34	24.00	0.098	2.099	7.10
3 ●	6.00	2.50	36.00	18.73	4.97	24.00	0.196	2.340	2.16

CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI						VALORI A FINE CONSOLIDAZ.		
Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●		Prov.	Peso di volume γ _f (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _f (%)
Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	(n)		
0.1	0.72	0.1	1.22	0.1	1.60	1 ■	19.93	6.22
0.25	0.74	0.25	1.28	0.25	1.70	2 ◆	20.49	6.16
0.4	0.76	0.4	1.34	0.4	1.80	3 ●	20.88	6.11
0.5	0.76	0.5	1.43	0.5	1.97			
1	0.77	1	1.45	1	2.00			
2	1.16	2	1.68	2	2.04			
4	1.38	4	1.81	4	2.07			
8	1.43	8	1.86	8	2.11			
15	1.47	15	1.90	15	2.14			
30	1.55	30	1.96	30	2.18			
60	1.57	60	1.99	60	2.21			
120	1.60	120	2.02	120	2.25			
240	1.62	240	2.05	240	2.28			
480	1.65	480	2.08	480	2.31			
960	1.66	960	2.10	960	2.34			
1440	1.66	1440	2.10	1440	2.34			

CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Prov. (n)	Condizione del provino	Orientazione strutturale del provino (°)	Velocità di def. orizz. V _i (mm/min)
1 ■	Indisturbato	n.d.	0.001
2 ◆	Indisturbato	n.d.	0.001
3 ●	Indisturbato	n.d.	0.001

Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01223/21**

Accettazione n: TER133/21 **Data ricevimento:** 27/09/21 **Data esecuzione prova:** 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)

Sondaggio: S1 **Campione:** C1 **Profondità di prelievo (m):** 2.70 - 3.00

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

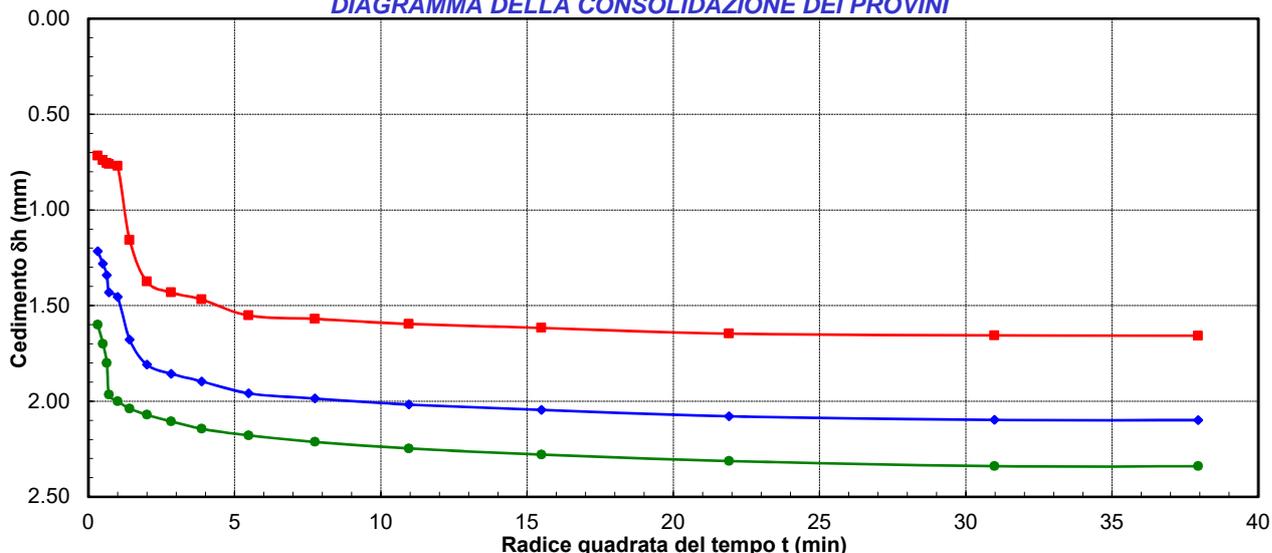


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE

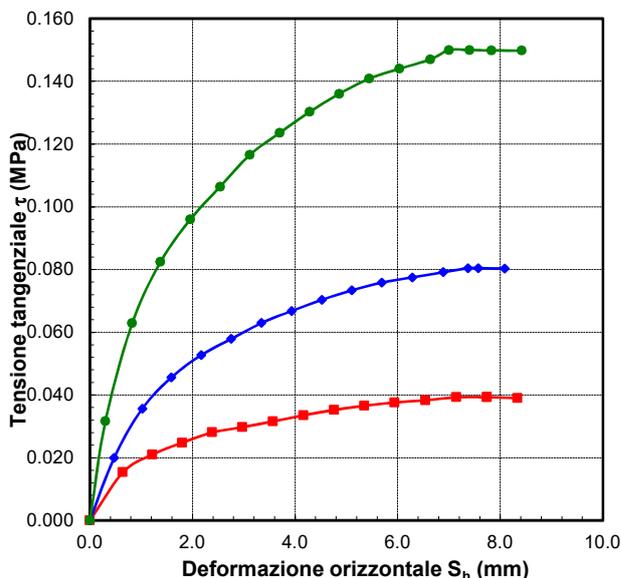
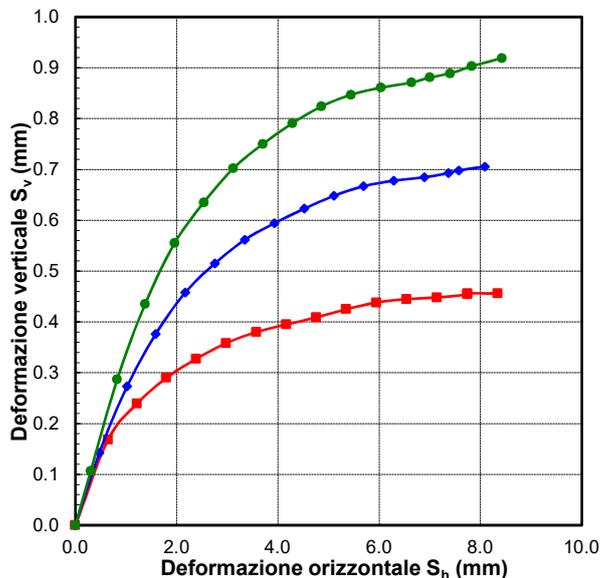


DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



LO SPERIMENTATORE
 Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01223/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21*

Data esecuzione prova: *30/09/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S1**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **2.70 - 3.00**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO

Provino n.1 ■			Provino n.2 ◆			Provino n.3 ●		
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.64	0.17	0.015	0.47	0.14	0.020	0.30	0.11	0.032
1.22	0.24	0.021	1.02	0.27	0.036	0.83	0.29	0.063
1.80	0.29	0.025	1.59	0.38	0.046	1.38	0.44	0.082
2.38	0.33	0.028	2.17	0.46	0.053	1.96	0.56	0.096
2.98	0.36	0.030	2.76	0.52	0.058	2.54	0.64	0.106
3.57	0.38	0.032	3.35	0.56	0.063	3.12	0.70	0.117
4.16	0.40	0.034	3.93	0.59	0.067	3.70	0.75	0.124
4.76	0.41	0.035	4.52	0.62	0.070	4.29	0.79	0.130
5.35	0.43	0.037	5.10	0.65	0.073	4.86	0.82	0.136
5.94	0.44	0.038	5.69	0.67	0.076	5.44	0.85	0.141
6.54	0.45	0.038	6.29	0.68	0.077	6.04	0.86	0.144
7.14	0.45	0.039	6.89	0.68	0.079	6.64	0.87	0.147
7.74	0.45	0.039	7.37	0.69	0.080	7.00	0.88	0.150
7.74	0.46	0.039	7.57	0.70	0.080	7.40	0.89	0.150
8.34	0.46	0.039	8.08	0.71	0.080	7.83	0.90	0.150
						8.42	0.92	0.150

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



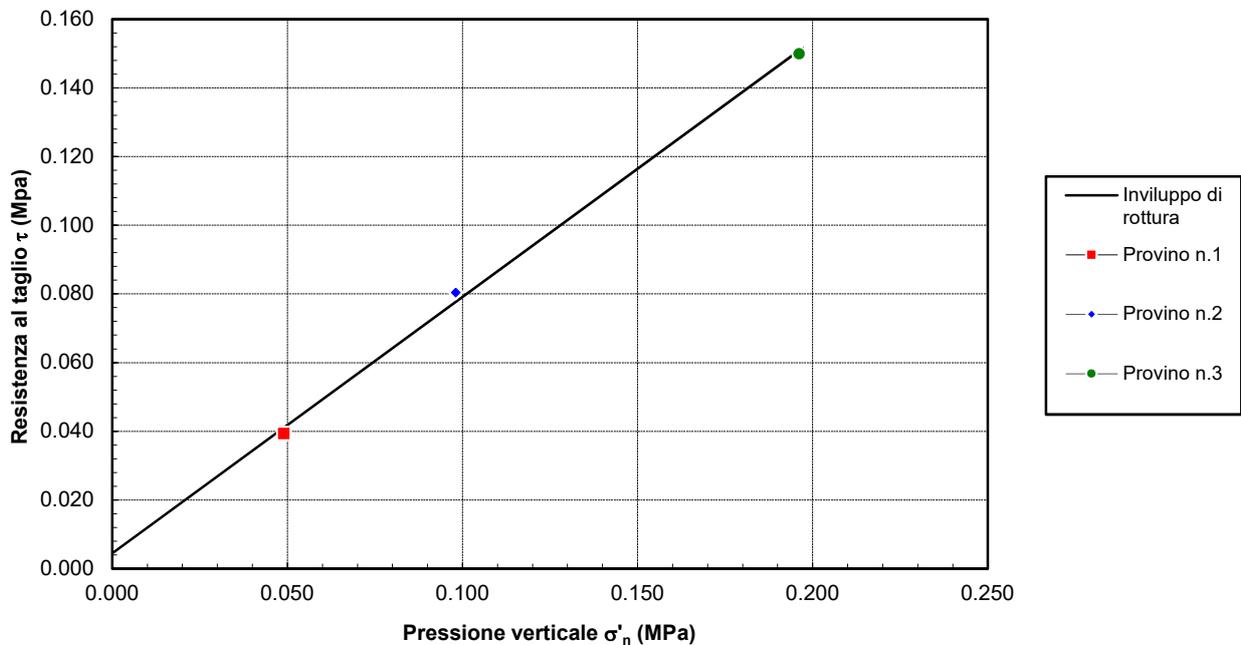
Sondaggio: **S1**Campione: **C1**Profondità di prelievo (m): **2.70 - 3.00**

TAGLIO DIRETTO

CONDIZIONI DI PICCO

Provino (n)	Pressione verticale σ'_n (MPa)	Deformazione orizzontale S_{hf} (mm)	Deformazione verticale S_{vf} (mm)	Resistenza al taglio τ_f (MPa)
1 ■	0.049	7.74	0.45	0.039
2 ◆	0.098	7.37	0.69	0.080
3 ●	0.196	7.00	0.88	0.150

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA - CONDIZIONI DI PICCO



PARAMETRI DELL'INVILUPPO

Coeff. di determinaz.	Errore stand. sulla stima di c
r^2 (-)	s_v (-)
9.98E-01	3.47E-02

Angolo
di attrito

ϕ
(gradi)

36.73

Coesione
intercetta

c
(Mpa)

0.005

Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Accettazione n: TER133/21 **Data ricevimento:** 27/09/21 **Data esecuzione prova:** 29/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S1** **Campione:** **C2** **Profondità di prelievo (m):** **7.00 - 7.30**

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO

(ASTM D2488-00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI

Contenitore: sacchetto **Diametro (cm):** #N/D **Lungh. (cm):**
Massa (Kg) **Condizione del campione estruso:** Buone **Classe di qualità (AGI):** Q5

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE

Pocket Penetrometer Test (MPa): Pocket Vane Test (MPa):

CARATTERISTICHE VISIVE

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbie da parzialmente cementate a cementate.

COLORE (Tavola di Munsell)

5Y grigio 5/1.

Foto campione

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01224/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21* Data esecuzione prova: *30/09/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S1**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRENO

(CNR-UNI 10008-64 BS 1377/75 ASTM D854-83)

CONDIZIONI NATURALI

Peso specifico del terreno γ_s (KN/m ³)	26.50
Peso dell'unità di volume (fustellamento) γ (KN/m ³)	19.09
Peso dell'unità di volume (pesata idrostatica) γ (KN/m ³)	
Contenuto d'acqua W (%)	11.60
Peso secco dell'unità di volume γ_d (KN/m ³)	17.11
Indice di porosità e (-)	0.55
Porosità n (-)	0.35
Grado di saturazione S (-)	0.57

CONDIZIONI DI SATURAZIONE

Peso dell'unità di volume immerso in acqua γ' (KN/m ³)	10.78
Peso dell'unità di volume saturo d'acqua γ_{sat} (KN/m ³)	20.58
Contenuto d'acqua W_{sat} (%)	20.33

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01225/21**

Accettazione n: **TER133/21**

Data ricevimento: **27/09/21** Data esecuzione prova: **01/10/21**

Committente: **Architetto Giudice Mario**

Cantiere: **Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)**

Sondaggio: **S1**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

ANALISI GRANULOMETRICA

(ASTM D421-D422-D2217)

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA

Vaglio ASTM (No)	5	10	20	40	70	140	200
Diametro granuli (mm)	4.000	2.000	0.850	0.425	0.212	0.106	0.075
Peso passante compl. (%)	98.97	98.02	93.39	83.10	67.09	53.43	47.34

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE

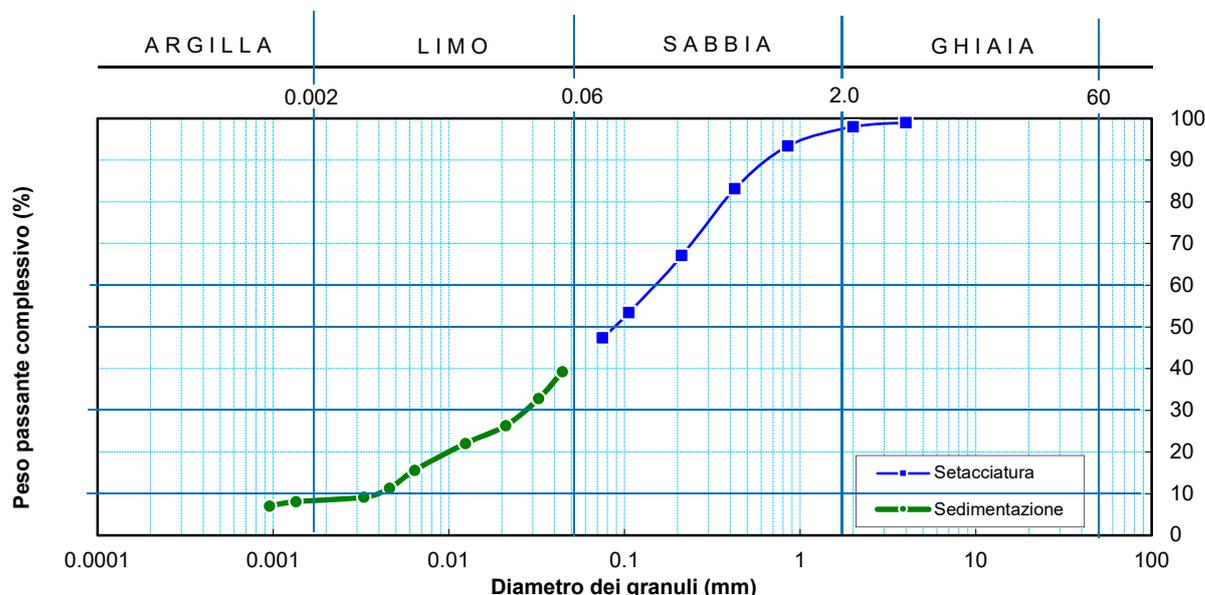
Diametro granuli (mm)	0.044	0.032	0.021	0.012	0.006	0.005	0.003	0.0013	0.0010
Peso passante compl. (%)	39.23	32.79	26.35	22.06	15.61	11.32	9.17	8.10	7.03

FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI

Frazione argillosa < 0.002 mm (%)	8.46	Diametro efficace D_{10} (mm)	0.003789
Frazione limosa < 0.06 mm (%)	34.92	Diametro medio D_{30} (mm)	0.027489
Frazione < 0.074 mm (%)	47.34	Diametro medio D_{50} (mm)	0.088536
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)	55.59	Diametro medio D_{60} (mm)	0.156973
Frazione ghiaiosa > 2 mm (%)	1.03	Coefficiente di uniformità C_u (-)	41.43
		Coefficiente di curvatura C_c (-)	1.27

Class. A.G.I. (1977): **Sabbia con limo debolmente argilloso**

DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA



LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01226/21**

Accettazione n: TER133/21

Data ricevimento: 27/09/21

Data esecuzione prova: 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S1**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIMENSIONI DEI PROVINI				VALORI A INIZIO CONSOLIDAZ.		PARAMETRI DELLA CONSOLIDAZIONE			
Prov.	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A _b (cm ²)	Peso di volume γ _i (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _i (%)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ _n (MPa)	Cedim. finale δh (mm)	Tempo T ₁₀₀ (min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	19.07	10.76	24.00	0.049	0.471	1.52
2 ◆	6.00	2.50	36.00	19.12	10.38	24.00	0.098	1.670	2.99
3 ●	6.00	2.50	36.00	19.18	10.00	24.00	0.196	2.709	5.28

CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI						VALORI A FINE CONSOLIDAZ.		
Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●		Prov.	Peso di volume γ _f (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _f (%)
Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	(n)		
0.1	0.19	0.1	1.25	0.1	2.19	1 ■	21.10	20.25
0.25	0.23	0.25	1.29	0.25	2.24	2 ◆	22.24	19.81
0.4	0.30	0.4	1.34	0.4	2.26	3 ●	23.34	19.38
0.5	0.35	0.5	1.40	0.5	2.32			
1	0.38	1	1.44	1	2.36			
2	0.39	2	1.46	2	2.39			
4	0.39	4	1.55	4	2.57			
8	0.40	8	1.60	8	2.65			
15	0.40	15	1.60	15	2.66			
30	0.41	30	1.62	30	2.67			
60	0.42	60	1.63	60	2.68			
120	0.43	120	1.64	120	2.70			
240	0.44	240	1.65	240	2.70			
480	0.45	480	1.66	480	2.71			
960	0.47	960	1.67	960	2.71			
1440	0.47	1440	1.67	1440	2.71			

CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Prov. (n)	Condizione del provino	Orientazione del provino (°)	Velocità di def. orizz. V _i (mm/min)
1 ■	Indisturbato	n.d.	0.001
2 ◆	Indisturbato	n.d.	0.001
3 ●	Indisturbato	n.d.	0.001

Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01226/21**

Accettazione n: *TER133/21* Data ricevimento: *27/09/21* Data esecuzione prova: *30/09/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S1** Campione: **C2** Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

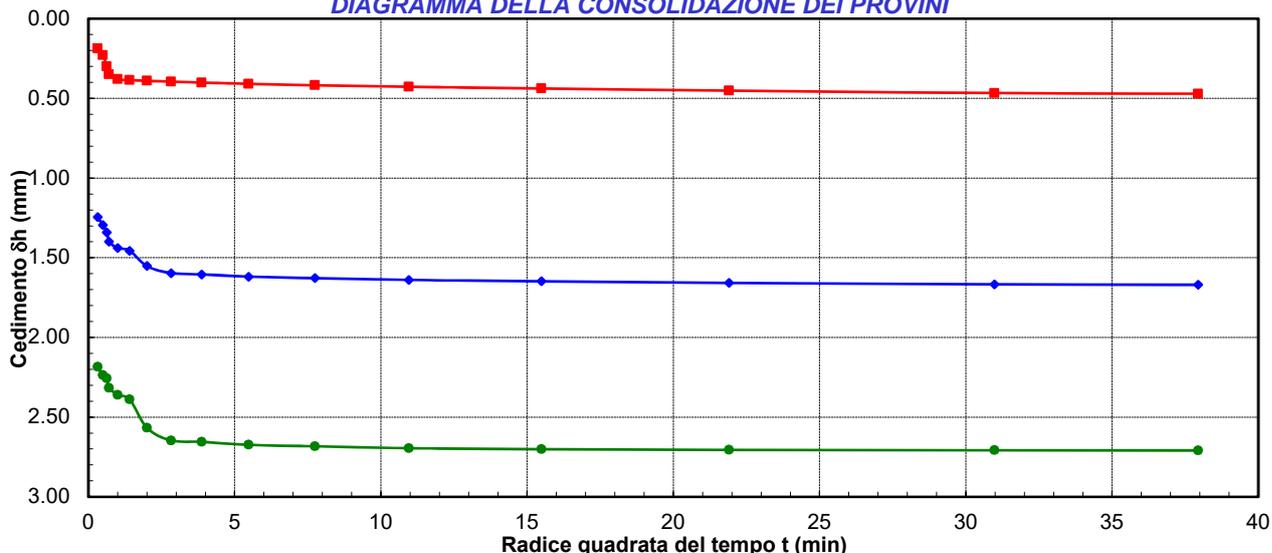
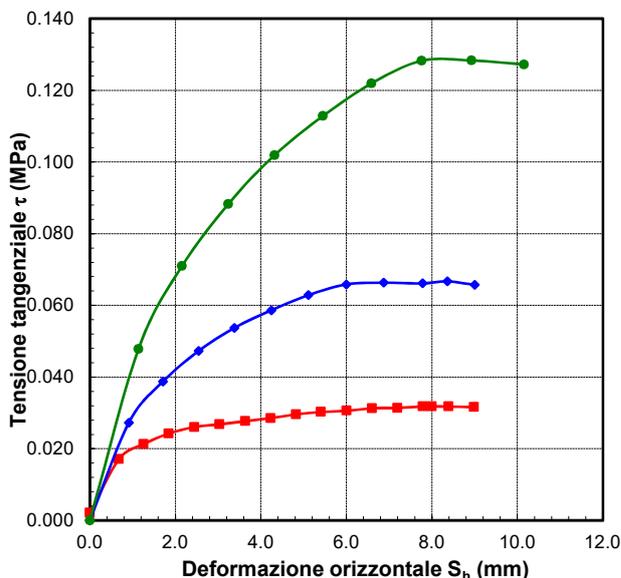
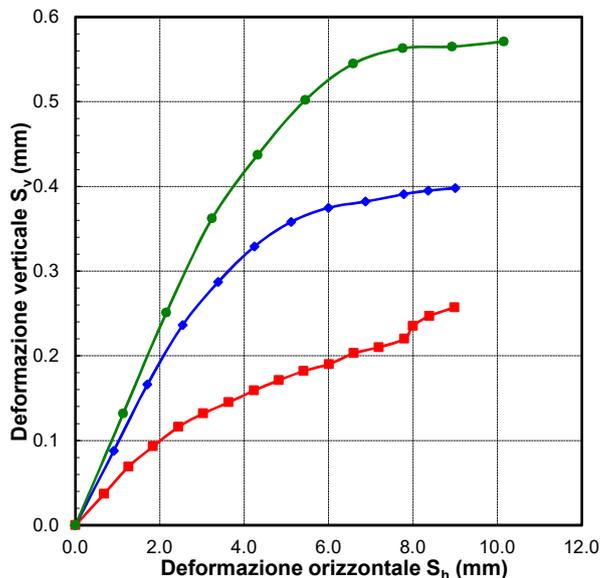


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE



LO SPERIMENTATORE
 Geom. Alfonso Casapulla

DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01226/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21*

Data esecuzione prova: *30/09/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 1 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S1**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO

Provino n.1 ■			Provino n.2 ◆			Provino n.3 ●		
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)
0.00	0.00	0.002	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.68	0.04	0.017	0.91	0.09	0.027	1.14	0.13	0.048
1.26	0.07	0.021	1.71	0.17	0.039	2.16	0.25	0.071
1.84	0.09	0.024	2.54	0.24	0.047	3.24	0.36	0.088
2.45	0.12	0.026	3.38	0.29	0.054	4.32	0.44	0.102
3.03	0.13	0.027	4.24	0.33	0.059	5.45	0.50	0.113
3.64	0.15	0.028	5.11	0.36	0.063	6.59	0.55	0.122
4.23	0.16	0.029	6.00	0.37	0.066	7.76	0.56	0.128
4.82	0.17	0.030	6.88	0.38	0.066	8.93	0.57	0.128
5.41	0.18	0.030	7.78	0.39	0.066	10.16	0.57	0.127
6.01	0.19	0.031	8.36	0.40	0.067			
6.60	0.20	0.031	9.00	0.40	0.066			
7.20	0.21	0.031						
7.79	0.22	0.032						
8.00	0.24	0.032						
8.39	0.25	0.032						
8.98	0.26	0.032						

LO SPERIMENTATORE
 Geom. Alfonso Casapulla



DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione

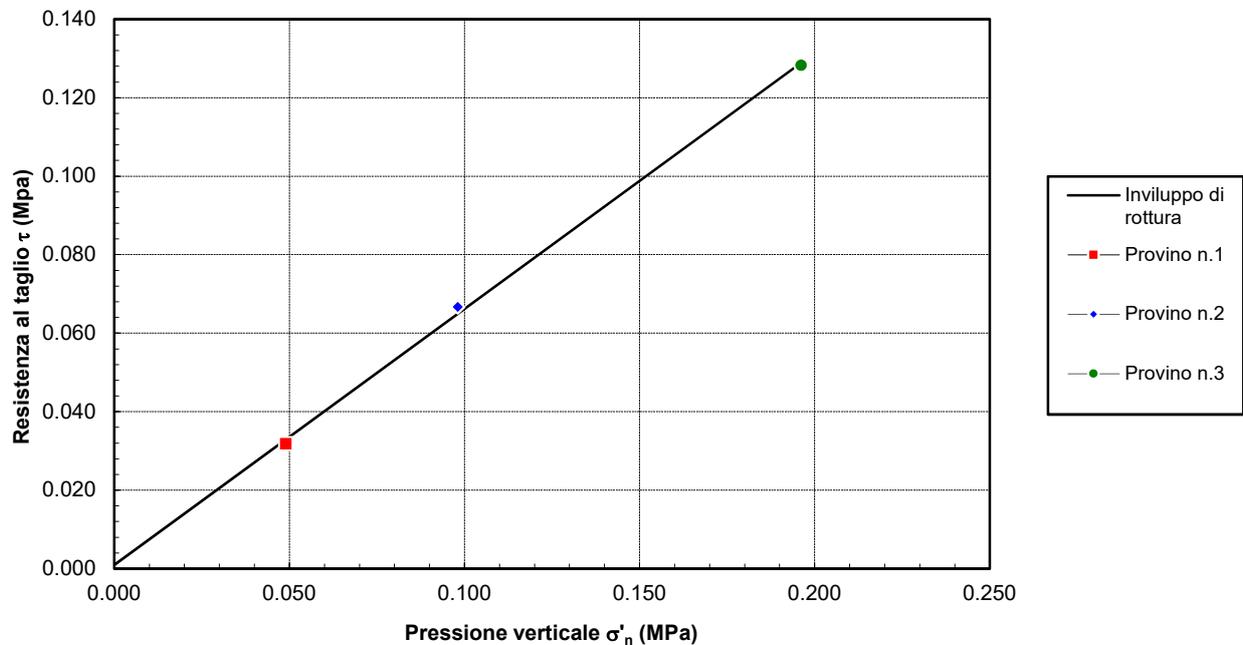
Sondaggio: **S1**Campione: **C2**Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

TAGLIO DIRETTO

CONDIZIONI DI PICCO

Provino (n)	Pressione verticale σ'_n (MPa)	Deformazione orizzontale S_{hf} (mm)	Deformazione verticale S_{vf} (mm)	Resistenza al taglio τ_f (MPa)
1 ■	0.049	7.79	0.22	0.032
2 ◆	0.098	8.36	0.40	0.067
3 ●	0.196	8.93	0.57	0.128

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA - CONDIZIONI DI PICCO



PARAMETRI DELL'INVILUPPO

Coeff. di determinaz.	Errore stand. sulla stima di c	Angolo di attrito ϕ (gradi)	Coesione intercetta c (Mpa)
r^2 (-)	s_v (-)		
9.99E-01	2.22E-02	33.11	0.001

Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Accettazione n: TER133/21 Data ricevimento: 27/09/21 Data esecuzione prova: 29/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S2** Campione: **C1** Profondità di prelievo (m): **4.00 - 4.30**

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO

(ASTM D2488-00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI

Contenitore: *sacchetto* Diametro (cm): *#N/D* Lungh. (cm):
Massa (Kg) Condizione del campione estruso: *Buone* Classe di qualità (AGI): *Q5*

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE

Pocket Penetrometer Test (MPa): Pocket Vane Test (MPa):

CARATTERISTICHE VISIVE

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbia ghiaiosa con presenza di inclusi litici calcarei di dimensioni fino a 3 - 4 centimetri. Materiale addensato.

COLORE (Tavola di Munsell)

2.5Y grigio chiaro 7/2.

Foto campione

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione

Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01227/21**

Accettazione n: **TER133/21**

Data ricevimento: **27/09/21** Data esecuzione prova: **01/10/21**

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S2**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **4.00 - 4.30**

CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRENO

(CNR-UNI 10008-64 BS 1377/75 ASTM D854-83)

CONDIZIONI NATURALI

Peso specifico del terreno γ_s (KN/m ³)	26.65
Peso dell'unità di volume (fustellamento) γ (KN/m ³)	16.21
Peso dell'unità di volume (pesata idrostatica) γ (KN/m ³)	
Contenuto d'acqua W (%)	5.74
Peso secco dell'unità di volume γ_d (KN/m ³)	15.33
Indice di porosità e (-)	0.74
Porosità n (-)	0.42
Grado di saturazione S (-)	0.21

CONDIZIONI DI SATURAZIONE

Peso dell'unità di volume immerso in acqua γ' (KN/m ³)	9.69
Peso dell'unità di volume saturo d'acqua γ_{sat} (KN/m ³)	19.49
Contenuto d'acqua W_{sat} (%)	27.18

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01228/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21* Data esecuzione prova: *01/10/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S2**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **4.00 - 4.30**

ANALISI GRANULOMETRICA

(ASTM D421-D422-D2217)

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA

Vaglio ASTM (No)	5	10	20	40	100	140	200
Diametro granuli (mm)	19.000	4.000	2.000	0.850	0.425	0.149	0.106
Peso passante compl. (%)	85.36	63.34	55.99	47.41	40.59	28.63	22.53

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE

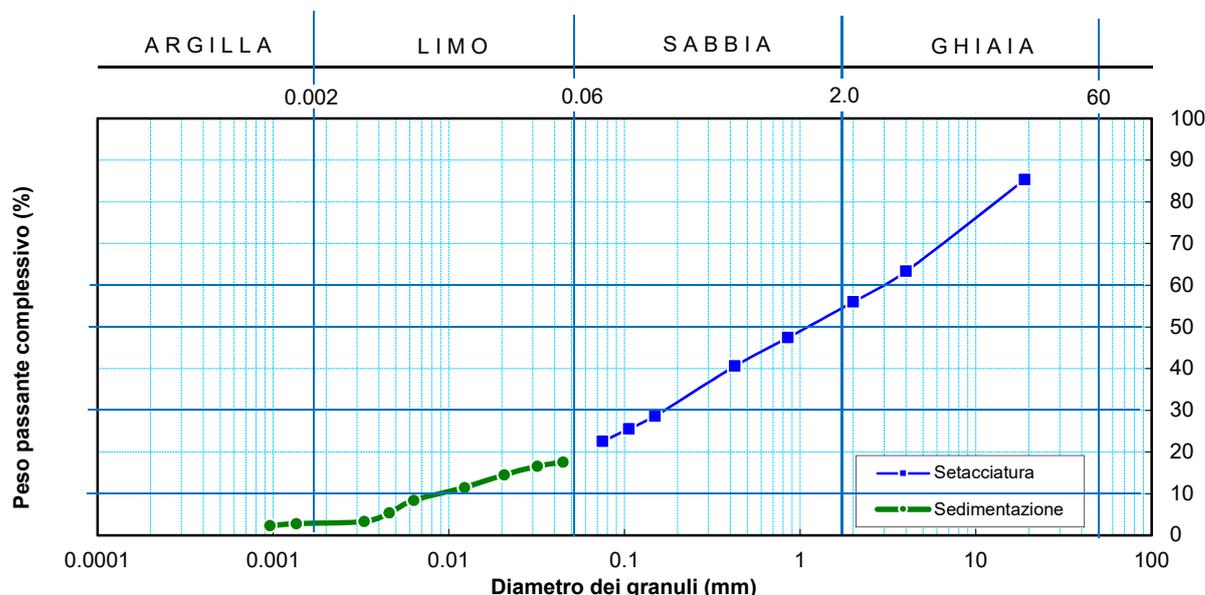
Diametro granuli (mm)	0.045	0.032	0.021	0.012	0.006	0.005	0.003	0.0014	0.0010
Peso passante compl. (%)	17.59	16.57	14.54	11.48	8.42	5.37	3.33	2.82	2.31

FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI

Frazione argillosa < 0.002 mm (%)	2.99	Diametro efficace D_{10} (mm)	0.009374
Frazione limosa < 0.06 mm (%)	17.10	Diametro medio D_{30} (mm)	0.180546
Frazione < 0.074 mm (%)	22.53	Diametro medio D_{50} (mm)	1.197275
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)	43.25	Diametro medio D_{60} (mm)	3.091716
Frazione ghiaiosa > 2 mm (%)	36.66	Coefficiente di uniformità C_u (-)	329.82
		Coefficiente di curvatura C_c (-)	1.12

Class. A.G.I. (1977): **Sabbia con ghiaia limosa**

DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA



LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01229/21**

Accettazione n: TER133/21

Data ricevimento: 27/09/21

Data esecuzione prova: 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S2**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **4.00 - 4.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIMENSIONI DEI PROVINI				VALORI A INIZIO CONSOLIDAZ.		PARAMETRI DELLA CONSOLIDAZIONE			
Prov. (n)	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A _b (cm ²)	Peso di volume γ _i (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _i (%)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ _n (MPa)	Cedim. finale δh (mm)	Tempo T ₁₀₀ (min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	16.33	6.58	24.00	0.049	0.185	9.15
2 ◆	6.00	2.50	36.00	16.22	6.58	24.00	0.098	0.487	6.86
3 ●	6.00	2.50	36.00	16.11	6.59	24.00	0.196	0.742	5.72

CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI						VALORI A FINE CONSOLIDAZ.		
Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●		Prov. (n)	Peso di volume γ _f (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _f (%)
Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)			
0.1	0.00	0.1	0.26	0.1	0.50	1 ■	18.73	21.33
0.25	0.03	0.25	0.29	0.25	0.52	2 ◆	18.86	21.48
0.4	0.04	0.4	0.30	0.4	0.54	3 ●	18.94	21.63
0.5	0.04	0.5	0.32	0.5	0.56			
1	0.05	1	0.33	1	0.57			
2	0.06	2	0.34	2	0.59			
4	0.06	4	0.35	4	0.60			
8	0.07	8	0.37	8	0.62			
15	0.09	15	0.38	15	0.64			
30	0.10	30	0.40	30	0.66			
60	0.13	60	0.42	60	0.68			
120	0.14	120	0.44	120	0.70			
240	0.16	240	0.46	240	0.73			
480	0.17	480	0.47	480	0.74			
960	0.18	960	0.48	960	0.74			
1440	0.19	1440	0.49	1440	0.74			

CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Prov. (n)	Condizione del provino	Orientazione del provino (°)	Velocità di def. orizz. V _i (mm/min)
1 ■	Indisturbato	n.d.	0.001
2 ◆	Indisturbato	n.d.	0.001
3 ●	Indisturbato	n.d.	0.001

Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01229/21**

Accettazione n: TER133/21 Data ricevimento: 27/09/21 Data esecuzione prova: 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S2** Campione: **C1** Profondità di prelievo (m): **4.00 - 4.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

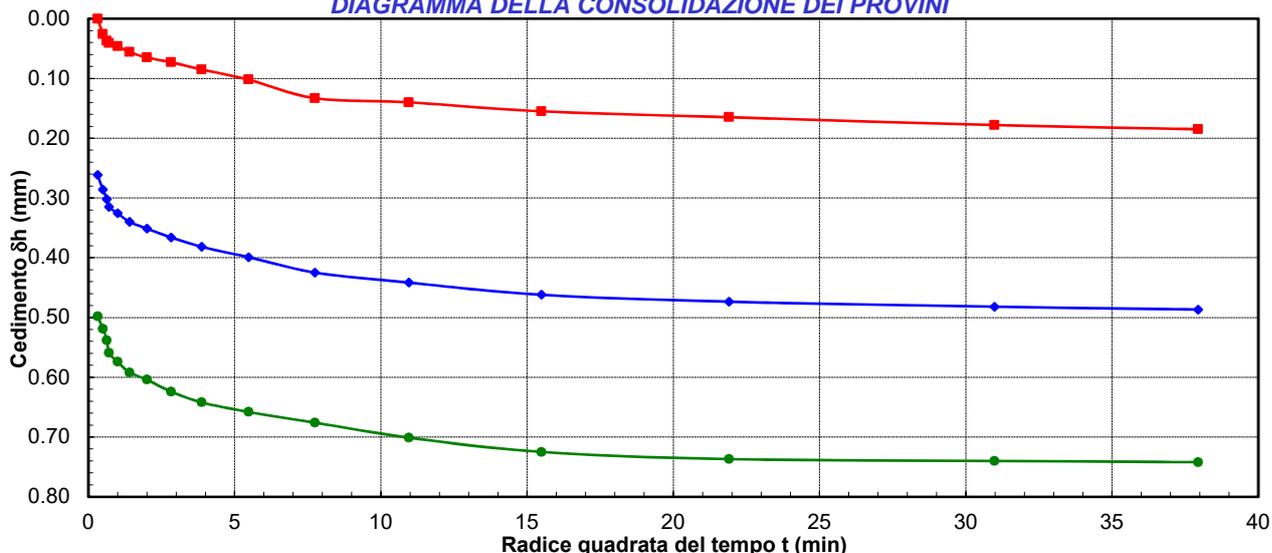
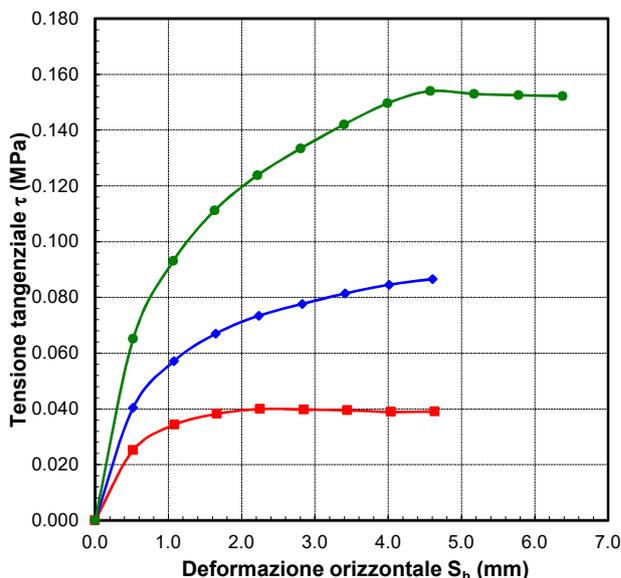
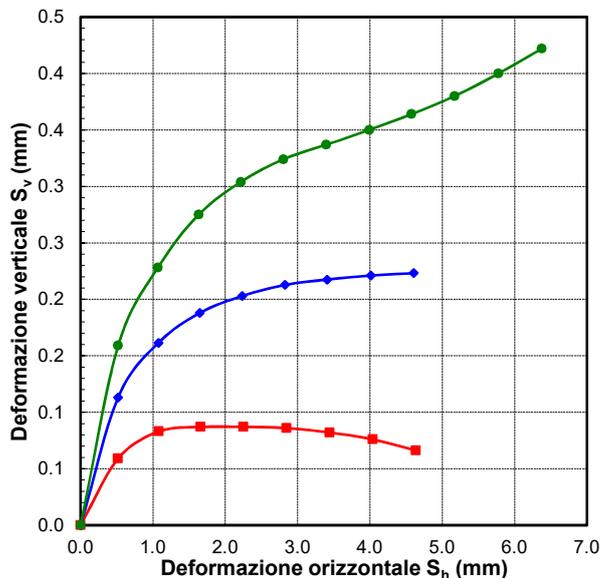


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE



LO SPERIMENTATORE
 Geom. Alfonso Casapulla

DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01229/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21*

Data esecuzione prova: *30/09/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S2**

Campione: **C1**

Profondità di prelievo (m): **4.00 - 4.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO

Provino n.1 ■			Provino n.2 ◆			Provino n.3 ●		
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.52	0.06	0.025	0.52	0.11	0.040	0.52	0.16	0.065
1.08	0.08	0.034	1.08	0.16	0.057	1.07	0.23	0.093
1.66	0.09	0.038	1.65	0.19	0.067	1.63	0.28	0.111
2.25	0.09	0.040	2.23	0.20	0.073	2.22	0.30	0.124
2.85	0.09	0.040	2.83	0.21	0.078	2.80	0.32	0.133
3.44	0.08	0.040	3.41	0.22	0.081	3.40	0.34	0.142
4.04	0.08	0.039	4.01	0.22	0.085	3.99	0.35	0.150
4.64	0.07	0.039	4.61	0.22	0.087	4.57	0.36	0.154
						5.17	0.38	0.153
						5.78	0.40	0.152
						6.38	0.42	0.152

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



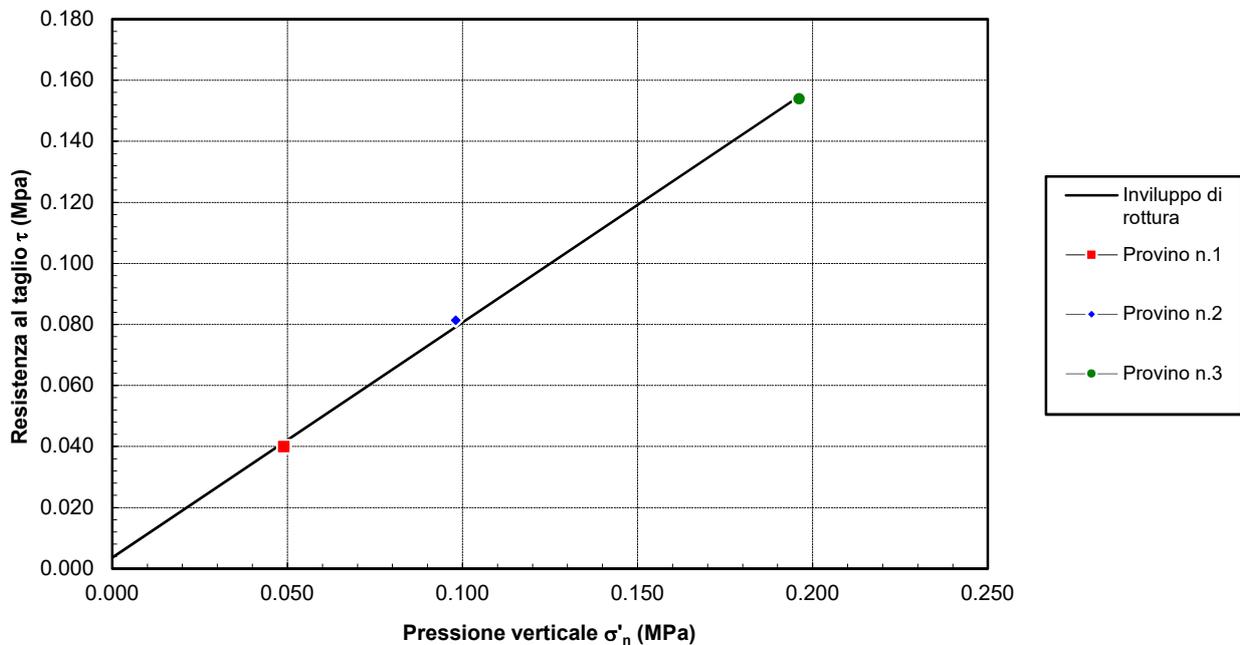
Sondaggio: **S2**Campione: **C1**Profondità di prelievo (m): **4.00 - 4.30**

TAGLIO DIRETTO

CONDIZIONI DI PICCO

Provino (n)	Pressione verticale σ'_n (MPa)	Deformazione orizzontale S_{hf} (mm)	Deformazione verticale S_{vf} (mm)	Resistenza al taglio τ_f (MPa)
1 ■	0.049	2.25	0.09	0.040
2 ◆	0.098	3.41	0.22	0.081
3 ●	0.196	4.57	0.36	0.154

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA - CONDIZIONI DI PICCO



PARAMETRI DELL'INVILUPPO

Coeff. di determinaz.	Errore stand. sulla stima di c	Angolo di attrito ϕ (gradi)	Coesione intercetta c (Mpa)
r^2 (-)	s_v (-)		
9.99E-01	2.80E-02	37.60	0.004

Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Accettazione n: TER133/21 Data ricevimento: 27/09/21 Data esecuzione prova: 29/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S2** Campione: **C2** Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO

(ASTM D2488-00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI

Contenitore: <i>sacchetto</i>	Diametro (cm):	Lungh. (cm):
Massa (Kg)	Condizione del campione estruso: <i>Buone</i>	Classe di qualità (AGI): <i>Q5</i>

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE

Pocket Penetrometer Test (MPa): Pocket Vane Test (MPa):

CARATTERISTICHE VISIVE

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbie da parzialmente cementate a cementate.

COLORE (Tavola di Munsell)

5Y grigio chiaro 7/1.

Foto campione

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01230/21**

Accettazione n: **TER133/21**

Data ricevimento: **27/09/21** Data esecuzione prova: **01/10/21**

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S2**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRENO

(CNR-UNI 10008-64 BS 1377/75 ASTM D854-83)

CONDIZIONI NATURALI

Peso specifico del terreno γ_s (KN/m ³)	26.50
Peso dell'unità di volume (fustellamento) γ (KN/m ³)	17.82
Peso dell'unità di volume (pesata idrostatica) γ (KN/m ³)	
Contenuto d'acqua W (%)	7.76
Peso secco dell'unità di volume γ_d (KN/m ³)	16.54
Indice di porosità e (-)	0.60
Porosità n (-)	0.38
Grado di saturazione S (-)	0.35

CONDIZIONI DI SATURAZIONE

Peso dell'unità di volume immerso in acqua γ' (KN/m ³)	10.42
Peso dell'unità di volume saturo d'acqua γ_{sat} (KN/m ³)	20.23
Contenuto d'acqua W_{sat} (%)	22.29

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01231/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21* Data esecuzione prova: *30/09/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S2**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

ANALISI GRANULOMETRICA

(ASTM D421-D422-D2217)

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA

Vaglio ASTM (No)	5	10	20	40	100	140	200
Diametro granuli (mm)	4.000	2.000	0.850	0.425	0.149	0.106	0.075
Peso passante compl. (%)	85.44	74.47	59.70	50.12	36.88	33.31	29.96

VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE

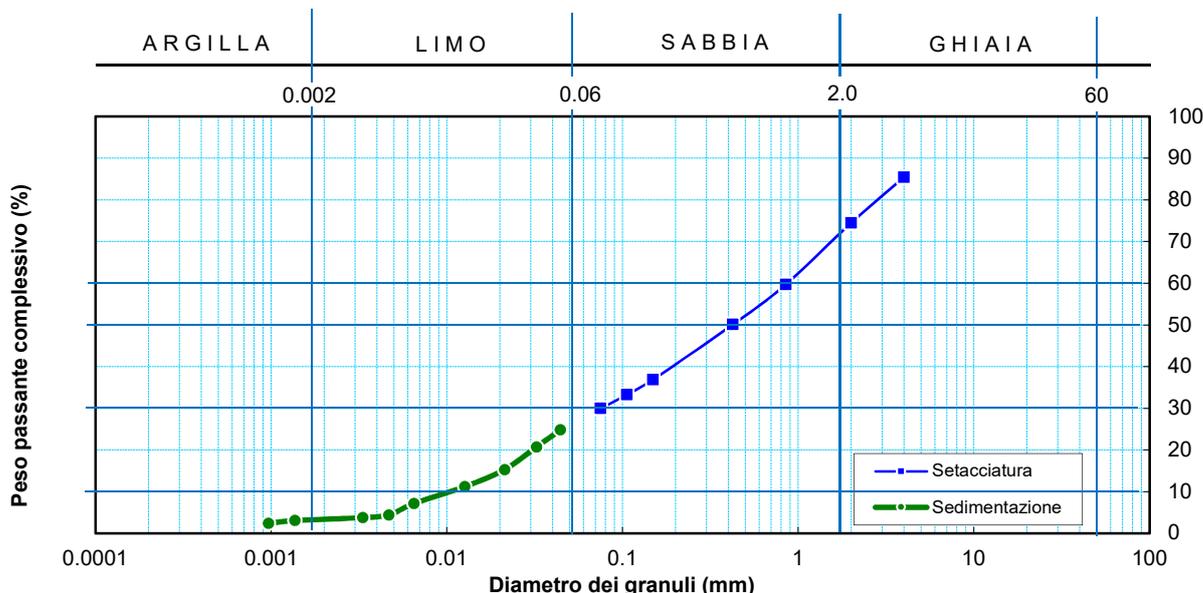
Diametro granuli (mm)	0.044	0.032	0.021	0.013	0.007	0.005	0.003	0.0014	0.0010
Peso passante compl. (%)	24.82	20.75	15.31	11.24	7.16	4.45	3.77	3.09	2.41

FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI

Frazione argillosa < 0.002 mm (%)	3.31	Diametro efficace D_{10} (mm)	0.010794
Frazione limosa < 0.06 mm (%)	24.14	Diametro medio D_{30} (mm)	0.075414
Frazione < 0.074 mm (%)	29.96	Diametro medio D_{50} (mm)	0.422411
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)	57.99	Diametro medio D_{60} (mm)	0.873500
Frazione ghiaiosa > 2 mm (%)	14.56	Coefficiente di uniformità C_u (-)	80.93
		Coefficiente di curvatura C_c (-)	0.60

Class. A.G.I. (1977): **Sabbia limoso ghiaiosa**

DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA



LO SPERIMENTATORE
 Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01232/21**

Accettazione n: TER133/21

Data ricevimento: 27/09/21

Data esecuzione prova: 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)

Sondaggio: **S2**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIMENSIONI DEI PROVINI				VALORI A INIZIO CONSOLIDAZ.		PARAMETRI DELLA CONSOLIDAZIONE			
Prov. (n)	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A _b (cm ²)	Peso di volume γ _i (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _i (%)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ _n (MPa)	Cedim. finale δh (mm)	Tempo T ₁₀₀ (min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	18.05	7.77	24.00	0.049	0.208	4.15
2 ◆	6.00	2.50	36.00	18.10	7.73	24.00	0.098	0.719	4.99
3 ●	6.00	2.50	36.00	18.15	7.69	24.00	0.196	1.162	5.91

CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI						VALORI A FINE CONSOLIDAZ.		
Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●		Prov. (n)	Peso di volume γ _f (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _f (%)
Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)			
0.1	0.00	0.1	0.47	0.1	0.90	1 ■	20.74	22.77
0.25	0.01	0.25	0.49	0.25	0.93	2 ◆	21.23	22.69
0.4	0.05	0.4	0.53	0.4	0.95	3 ●	21.68	22.62
0.5	0.06	0.5	0.54	0.5	0.97			
1	0.07	1	0.55	1	0.98			
2	0.08	2	0.57	2	0.99			
4	0.10	4	0.58	4	1.01			
8	0.11	8	0.59	8	1.02			
15	0.12	15	0.61	15	1.04			
30	0.13	30	0.62	30	1.05			
60	0.15	60	0.64	60	1.07			
120	0.16	120	0.65	120	1.09			
240	0.18	240	0.67	240	1.11			
480	0.20	480	0.69	480	1.13			
960	0.21	960	0.71	960	1.15			
1440	0.21	1440	0.72	1440	1.16			

CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Prov. (n)	Condizione del provino	Orientazione del provino (°)	Velocità di def. orizz. V _i (mm/min)
1 ■	Indisturbato	n.d.	0.001
2 ◆	Indisturbato	n.d.	0.001
3 ●	Indisturbato	n.d.	0.001

Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

LO SPERIMENTATORE

Geom. Alfonso Casapulla

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01232/21**

Accettazione n: TER133/21 **Data ricevimento:** 27/09/21 **Data esecuzione prova:** 30/09/21

Committente: Architetto Giudice Mario

Cantiere: Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)

Sondaggio: S2 **Campione:** C2 **Profondità di prelievo (m):** 7.00 - 7.30

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

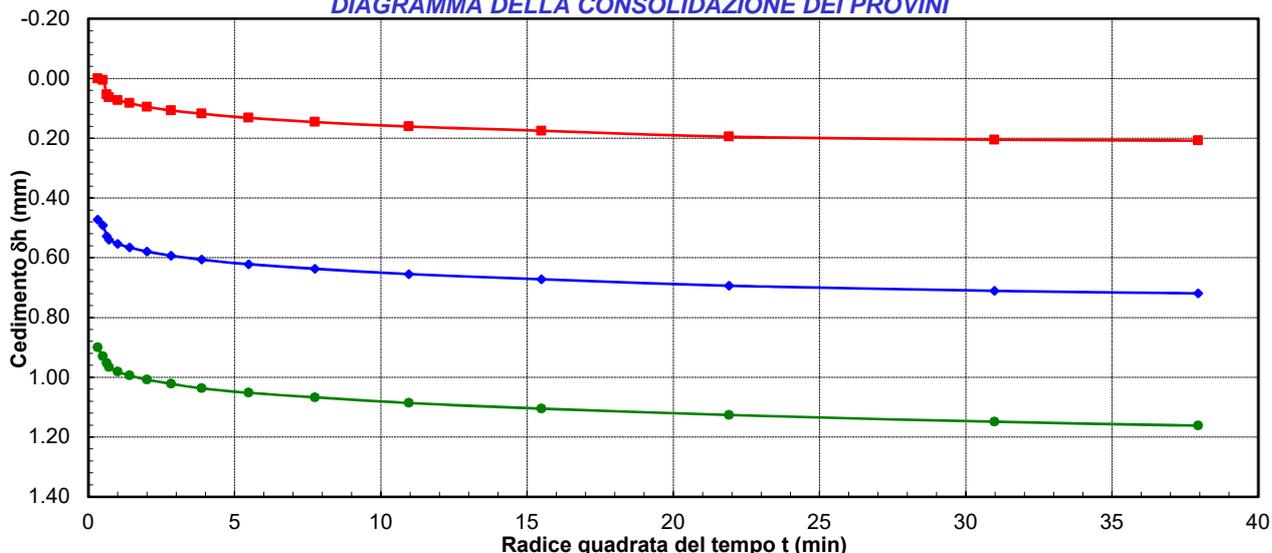
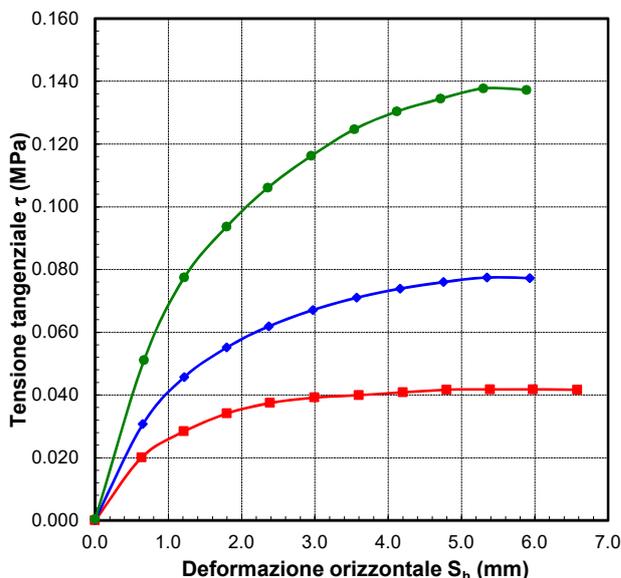
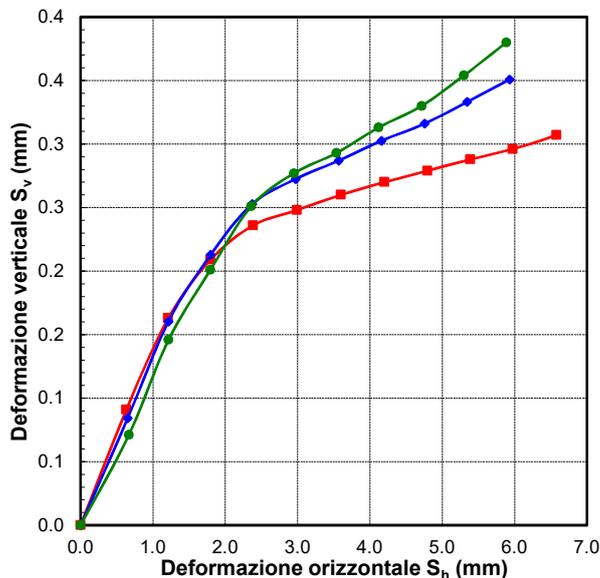


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE



LO SPERIMENTATORE
 Geom. Alfonso Casapulla

DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **06/10/2021**

Certificato n. **01232/21**

Accettazione n: *TER133/21*

Data ricevimento: *27/09/21*

Data esecuzione prova: *30/09/21*

Committente: *Architetto Giudice Mario*

Cantiere: *Loc. Ponte 4 - Laviano (AV)*

Sondaggio: **S2**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO

Provino n.1 ■			Provino n.2 ◆			Provino n.3 ●		
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.63	0.09	0.020	0.65	0.08	0.031	0.67	0.07	0.051
1.21	0.16	0.028	1.22	0.16	0.046	1.22	0.15	0.077
1.80	0.21	0.034	1.80	0.21	0.055	1.80	0.20	0.094
2.39	0.24	0.037	2.37	0.25	0.062	2.36	0.25	0.106
2.99	0.25	0.039	2.97	0.27	0.067	2.95	0.28	0.116
3.60	0.26	0.040	3.57	0.29	0.071	3.54	0.29	0.125
4.20	0.27	0.041	4.16	0.30	0.074	4.12	0.31	0.130
4.80	0.28	0.042	4.76	0.32	0.076	4.72	0.33	0.134
5.39	0.29	0.042	5.35	0.33	0.077	5.30	0.35	0.138
5.98	0.30	0.042	5.93	0.35	0.077	5.89	0.38	0.137
6.58	0.31	0.042						

LO SPERIMENTATORE
Geom. Alfonso Casapulla



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione

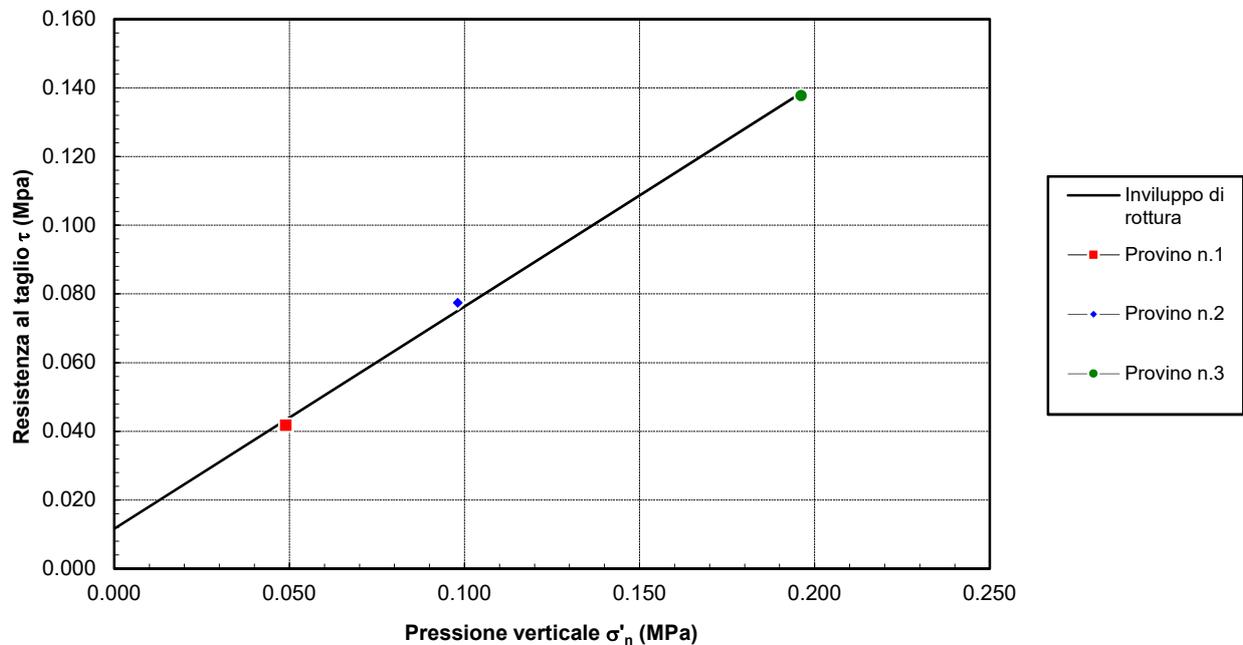
Sondaggio: **S2**Campione: **C2**Profondità di prelievo (m): **7.00 - 7.30**

TAGLIO DIRETTO

CONDIZIONI DI PICCO

Provino (n)	Pressione verticale σ'_n (MPa)	Deformazione orizzontale S_{hf} (mm)	Deformazione verticale S_{vf} (mm)	Resistenza al taglio τ_f (MPa)
1 ■	0.049	5.39	0.29	0.042
2 ◆	0.098	5.35	0.33	0.077
3 ●	0.196	5.30	0.35	0.138

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA - CONDIZIONI DI PICCO



PARAMETRI DELL'INVILUPPO

Coeff. di determinaz.	Errore stand. sulla stima di c
r^2 (-)	s_v (-)
9.98E-01	3.04E-02

Angolo
di attrito

ϕ
(gradi)

32.90

Coesione
intercetta

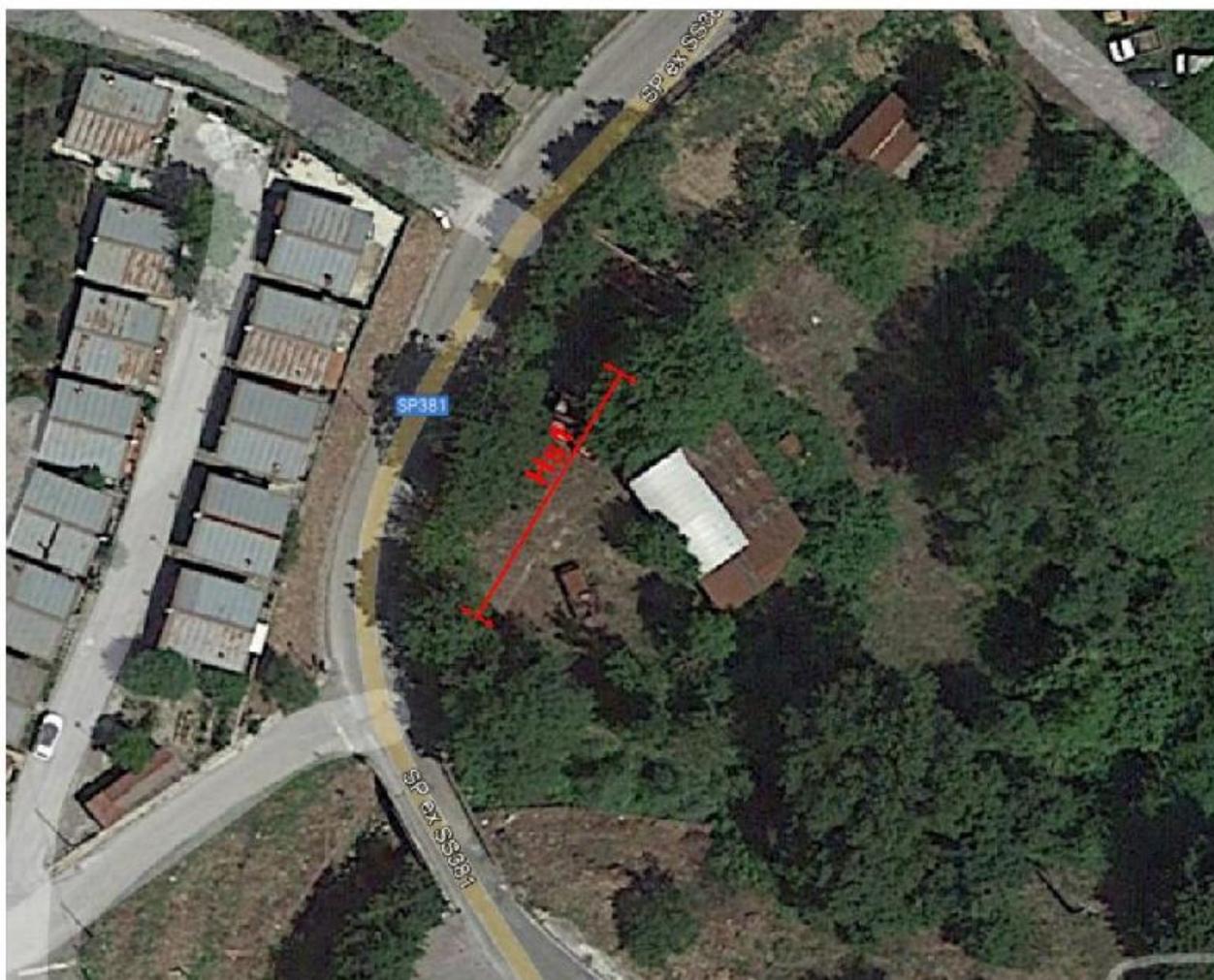
c
(Mpa)

0.012

ALLEGATO 3

Elaborati indagini sismiche eseguite

INDAGINE HS1



Array sismico Hs1: area d'Intervento 1 - Ponte 1
coordinate posizione ricevitore: Lat 40.792039° - Long 15.290202°



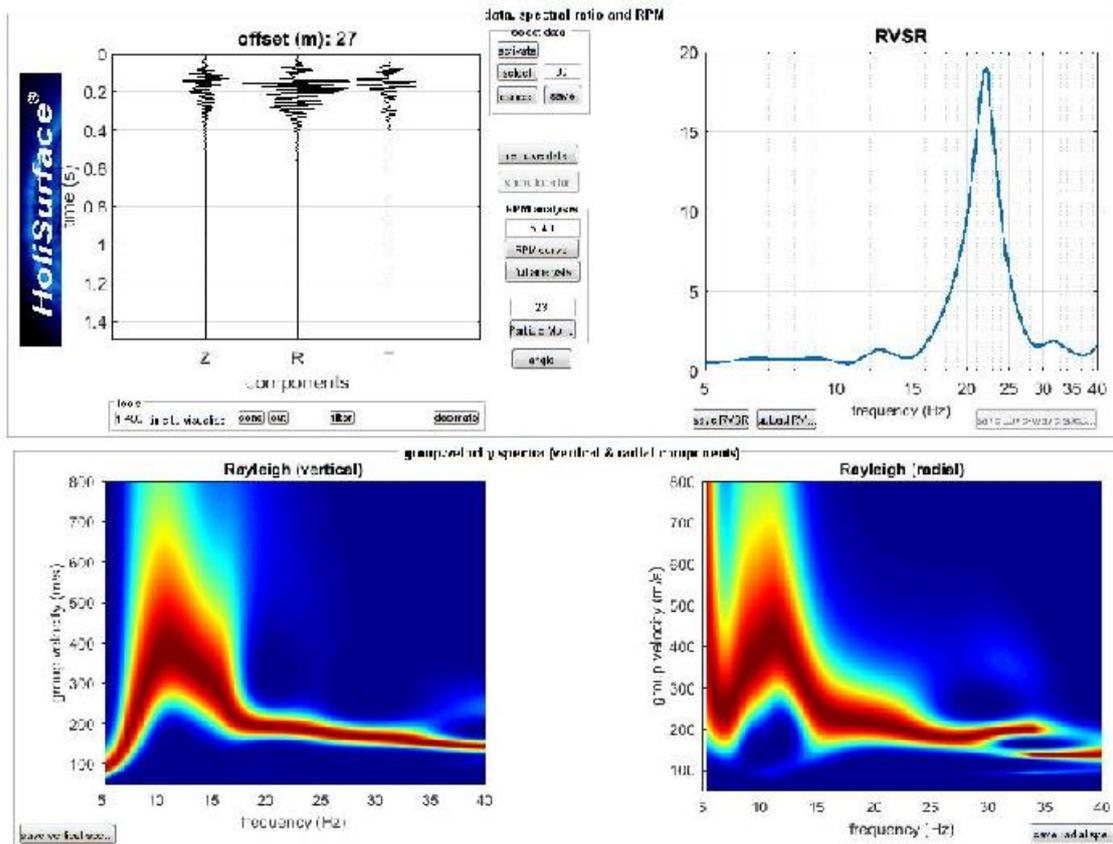


Figura 1: dati MFA relativi alle onde di superficie. In alto a sinistra le tre tracce acquisite in modalità attiva e sfruttate per definire gli spettri di velocità di gruppo per la componente verticale e radiale dell'onda di Rayleigh - indagine HS1



Certificato No: S6Q1123/D
LA Code: 2E 34
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 13/12/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2023



Attestazione di qualificazione
alla esecuzione di lavori pubblici
n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida da 04/12/2019 al 03/12/2024



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Aut. Min. N. R 0080555 del 10-11-2019 Cir. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Cir. 7519/STC - Prove in sito

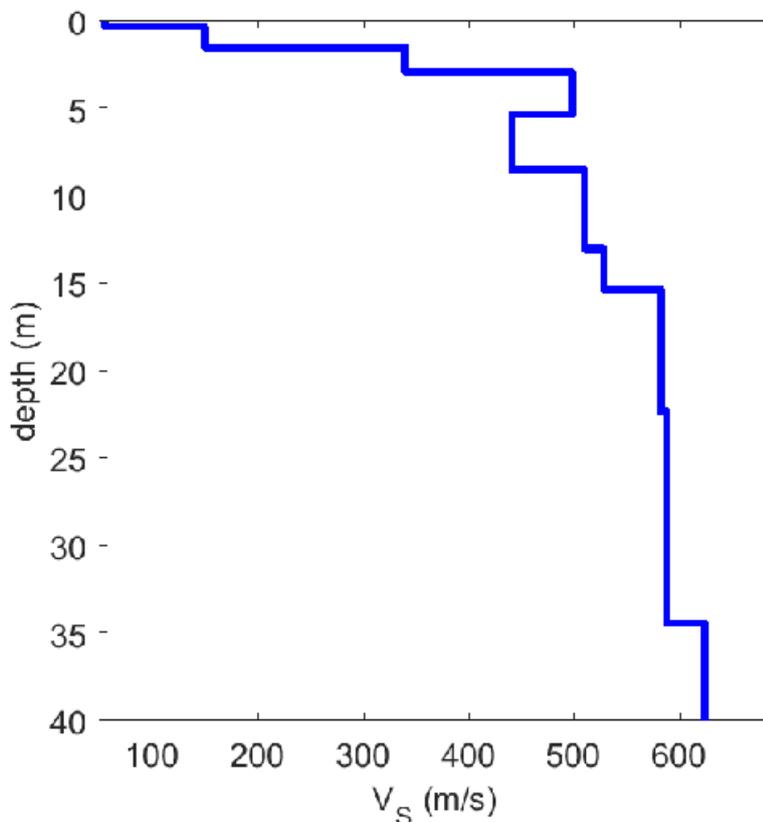


Figura 2: overlay del risultato della modellazione congiunta sugli spettri di velocità di gruppo delle componenti delle onde di superficie (HS1)



Certificate No.: S601123/D
LA Code: 2E 34
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 13/12/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2023



Attestazione di qualificazione
alla esecuzione di lavori pubblici
n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida da 04/12/2019 al 03/12/2024



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Aut. Min. N. R 0080555 del 10-11-2019 Cir. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Cir. 7519/STC - Prove in sito

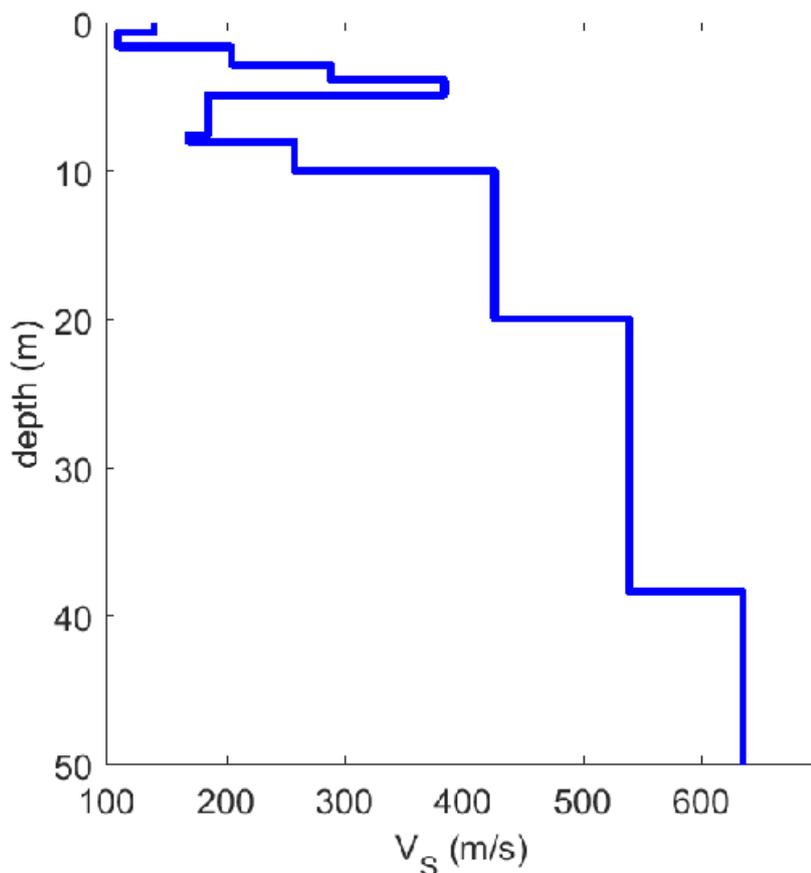


Figura 3: profilo di VS identificato, relativo al punto di indagine HS1

Vs model (Vs30 & VsE @ surface: 442 442 m/s)

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	55	0.3000	0.3000
2	150	1.2000	1.5000
3	340	1.4000	2.9000
4	498	2.4000	5.3000
5	441	3.2000	8.5000
6	510	4.5000	13
7	528	2.3000	15.3000
8	582	7	22.3000
9	588	12.1000	34.4000
10	624	0	0



Figura 4: tabella dei sismostrati individuati - valore di $VS_{EQ} = 442$ m/sec



Certificate No.: S601123/D
LA Code: ZE 34
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 13/12/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2023

SQA Attestazione di qualificazione alla esecuzione di lavori pubblici n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida da 04/12/2019 al 03/12/2024

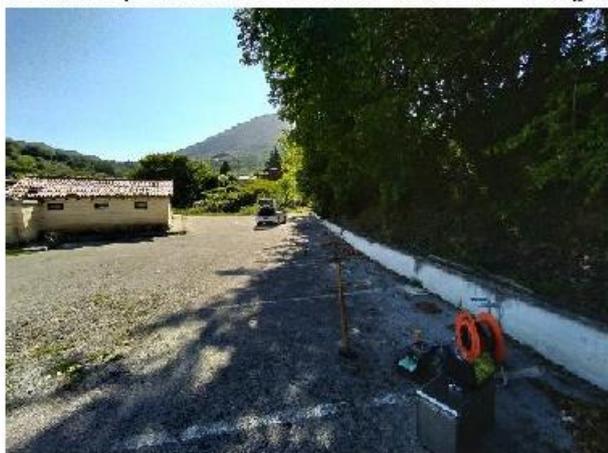


Aut. Min. N. R 0080555 del 10-11-2019 Cir. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Cir. 7519/STC - Prove in sito

INDAGINE HS2



Array sismico Hs2: area d'Intervento 2 - ripristino alveo Intubato
coordinate posizione ricevitore: Lat 40.790340° - Long 15.289063°



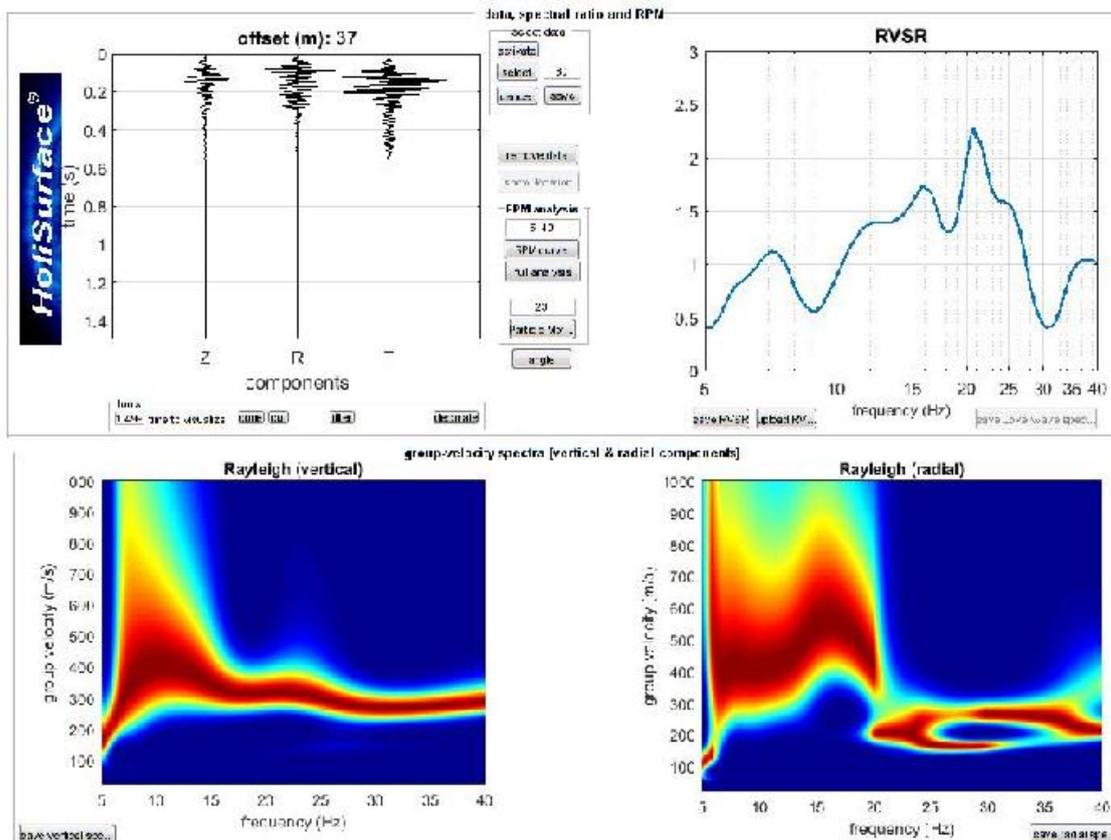
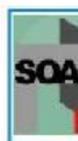


Figura 5: dati MFA relativi alle onde di superficie. In alto a sinistra le tre tracce acquisite in modalità attiva e sfruttate per definire gli spettri di velocità di gruppo per la componente verticale e radiale dell'onda di Rayleigh - indagine HS2



Certificate No: S601123/D
LA Code: 2E 34
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 13/12/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2023



Attestazione di qualificazione
alla esecuzione di lavori pubblici
n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida da 04/12/2019 al 03/12/2024



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Aut. Min. N. R 0080555 del 10-11-2019 Circ. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Circ. 7519/STC - Prove in sito

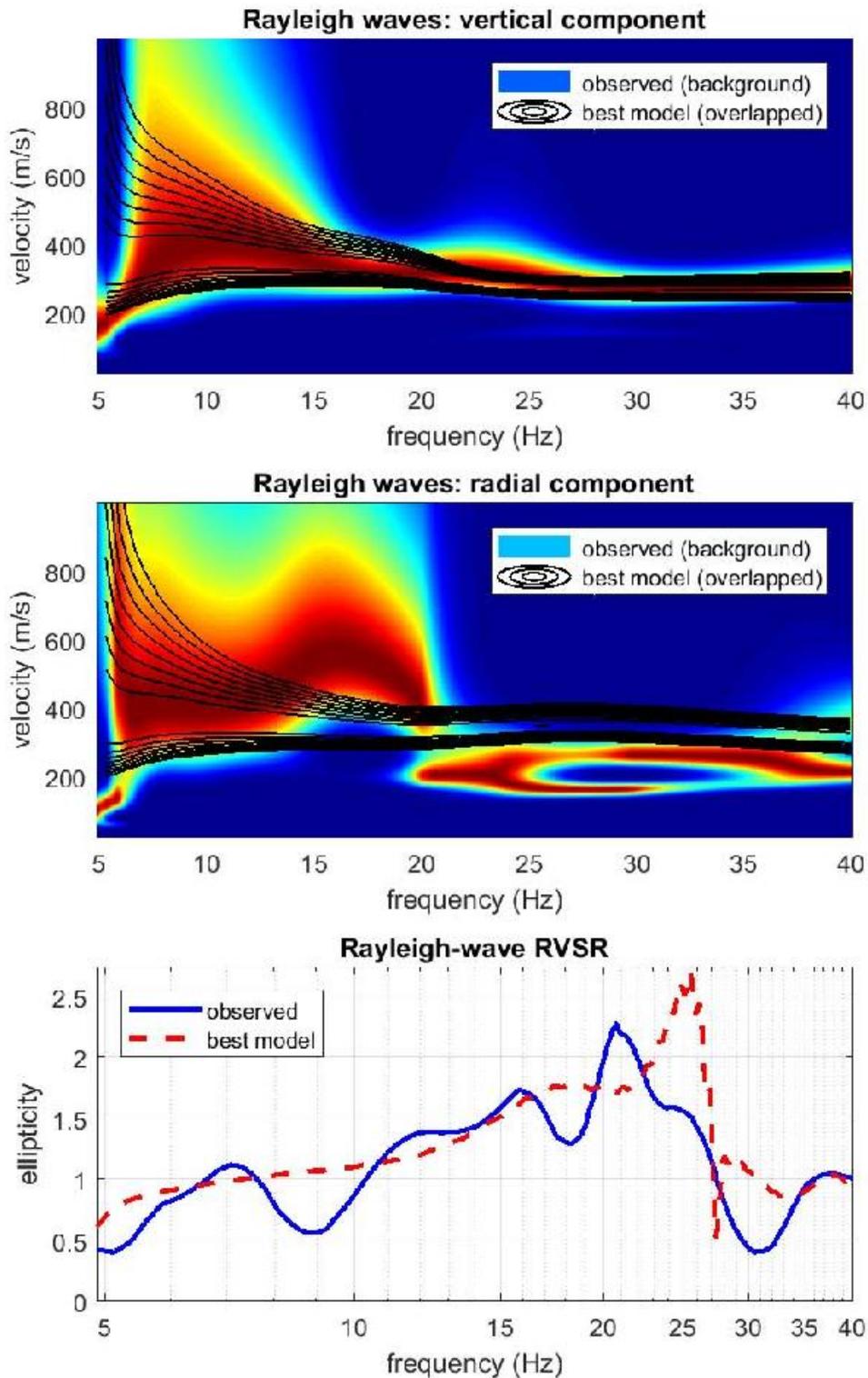


Figura 6: overlay del risultato della modellazione congiunta sugli spettri di velocità di gruppo delle componenti delle onde di superficie (HS2)

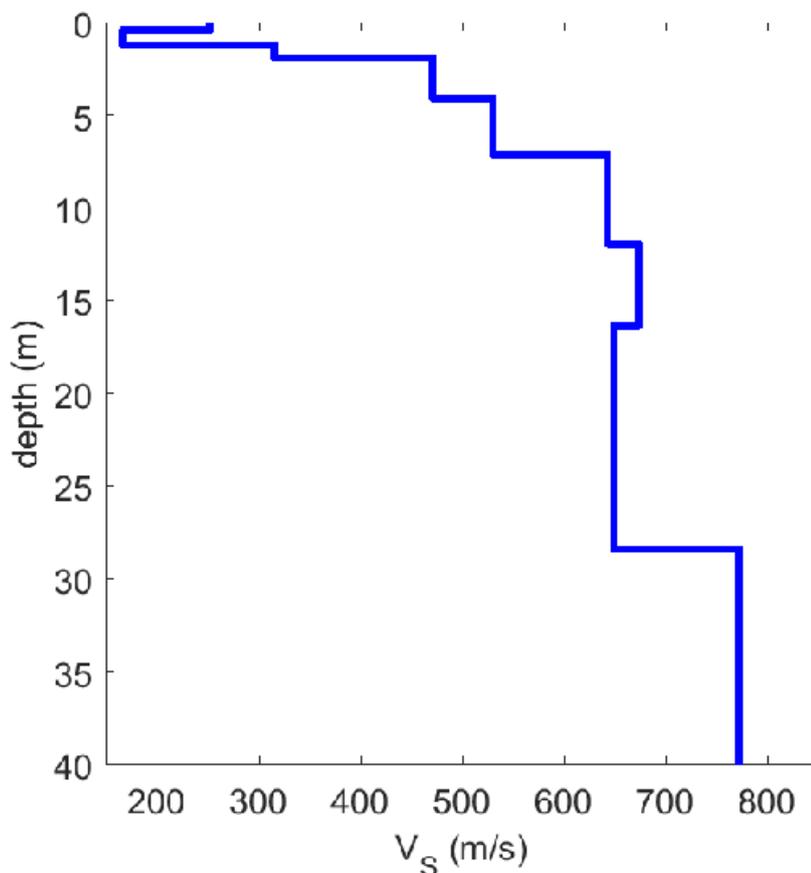


Figura 7: profilo di VS identificato, relativo al punto di indagine HS2

Vs model (Vs30 & VsE @ surface: 560 560 m/s)

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	252	0.3600	0.3600
2	166	0.8000	1.1600
3	315	0.7000	1.8600
4	471	2.2000	4.0600
5	530	3.0400	7.1000
6	643	4.8000	11.9000
7	673	4.4300	16.3300
8	649	12	28.3300
9	772	0	0



Figura 8: tabella dei sismostrati individuati - valore di $VS_{Eq} = 560$ m/sec



Certificate No.: S601123/D
LA Code: ZE 34
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 13/12/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2023

SQA Attestazione di qualificazione alla esecuzione di lavori pubblici n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida da 04/12/2019 al 03/12/2024



Aut. Min. N. R 0000555 del 10-11-2019 Cir. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Cir. 7519/STC - Prove in sito

INDAGINE HS3



Array sismico Hs3: area d'intervento 10 - Ponte 4
coordinate posizione ricevitore: Lat 40.786227° - Long 15.287996°



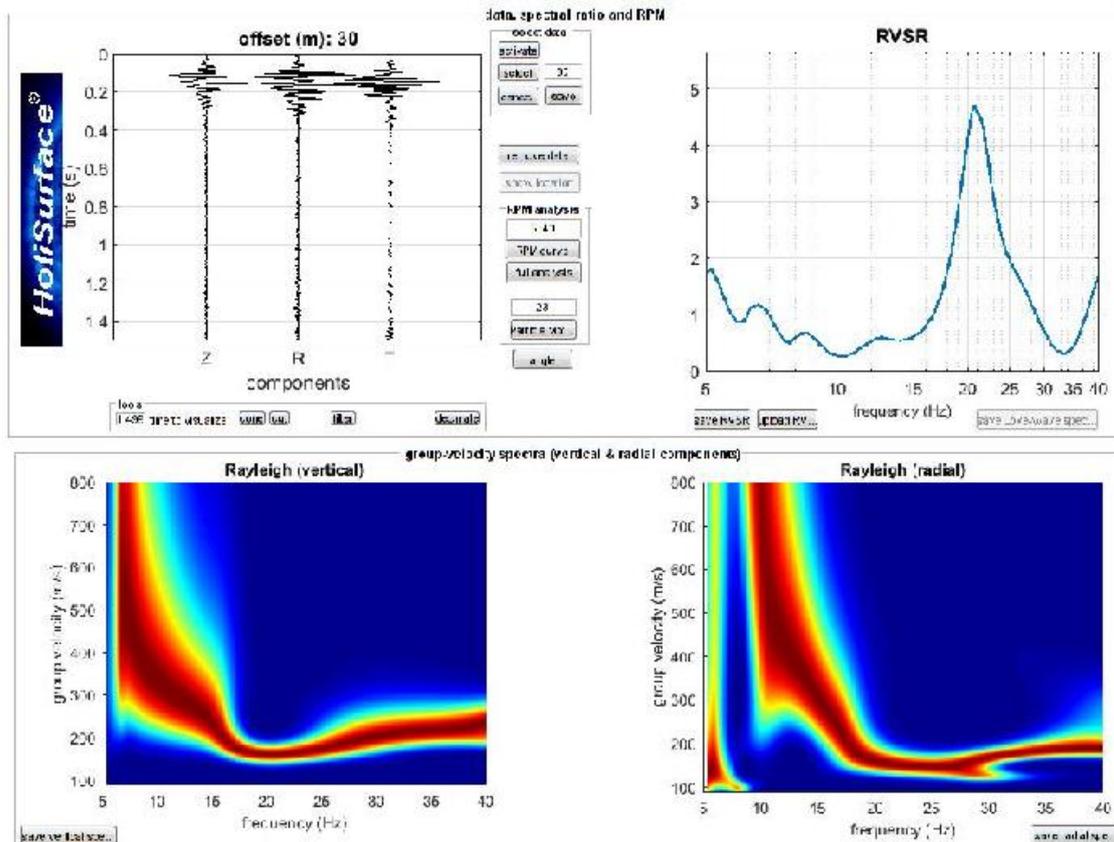


Figura 9: dati MFA relativi alle onde di superficie. In alto a sinistra le tre tracce acquisite in modalità attiva e sfruttate per definire gli spettri di velocità di gruppo per la componente verticale e radiale dell'onda di Rayleigh - indagine HS3



Certificate No.: S601123/D
LA Code: 2E_34
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 13/12/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2023



Attestazione di qualificazione
alla esecuzione di lavori pubblici
n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida da 04/12/2019 al 03/12/2024



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Aut. Min. N. R 0080555 del 10-11-2019 Cir. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Cir. 7519/STC - Prove in sito

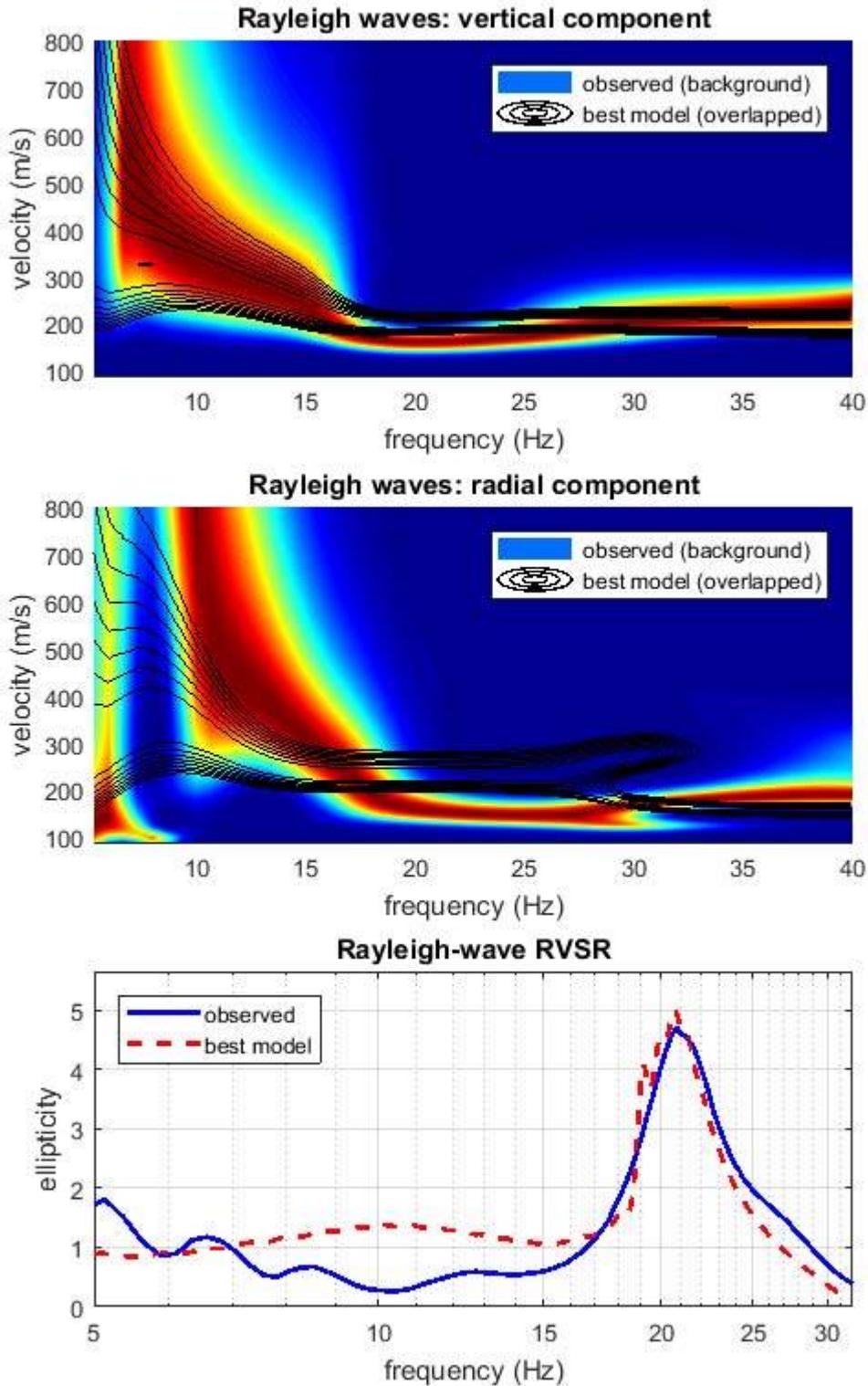


Figura 10: overlay del risultato della modellazione congiunta sugli spettri di velocità di gruppo delle componenti delle onde di superficie (HS3)

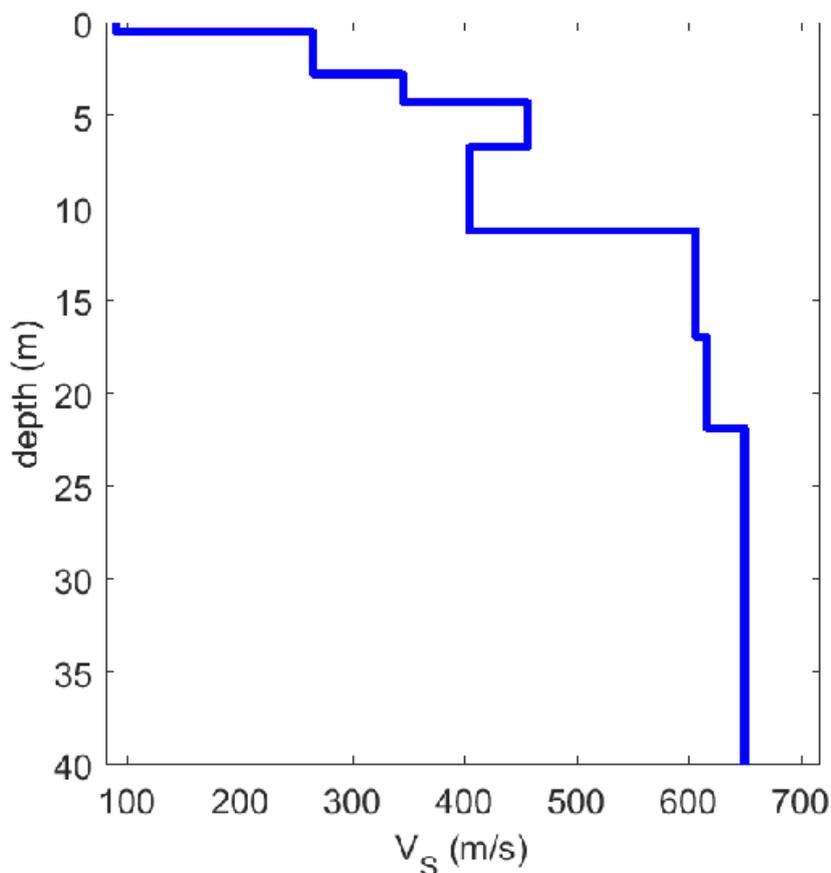


Figura 11: profilo di VS identificato, relativo al punto di indagine HS3



Certificate No.: S601123/D
LA Code: ZE 34
Original Certification Date: 13/12/2005
Current Certification Date: 13/12/2017
Certificate Expiry Date: 12/12/2023



Attestazione di qualificazione
alla esecuzione di lavori pubblici
n. 4023/50/01
Categoria OS20B Classifica II
Valida da 04/12/2019 al 03/12/2024



Aut. Min. N. R 0080555 del 10-11-2019 Cir. 7618/STC - Prove sulle terre
Aut. Min. N. 154 del 19-04-2011 Cir. 7519/STC - Prove in sito

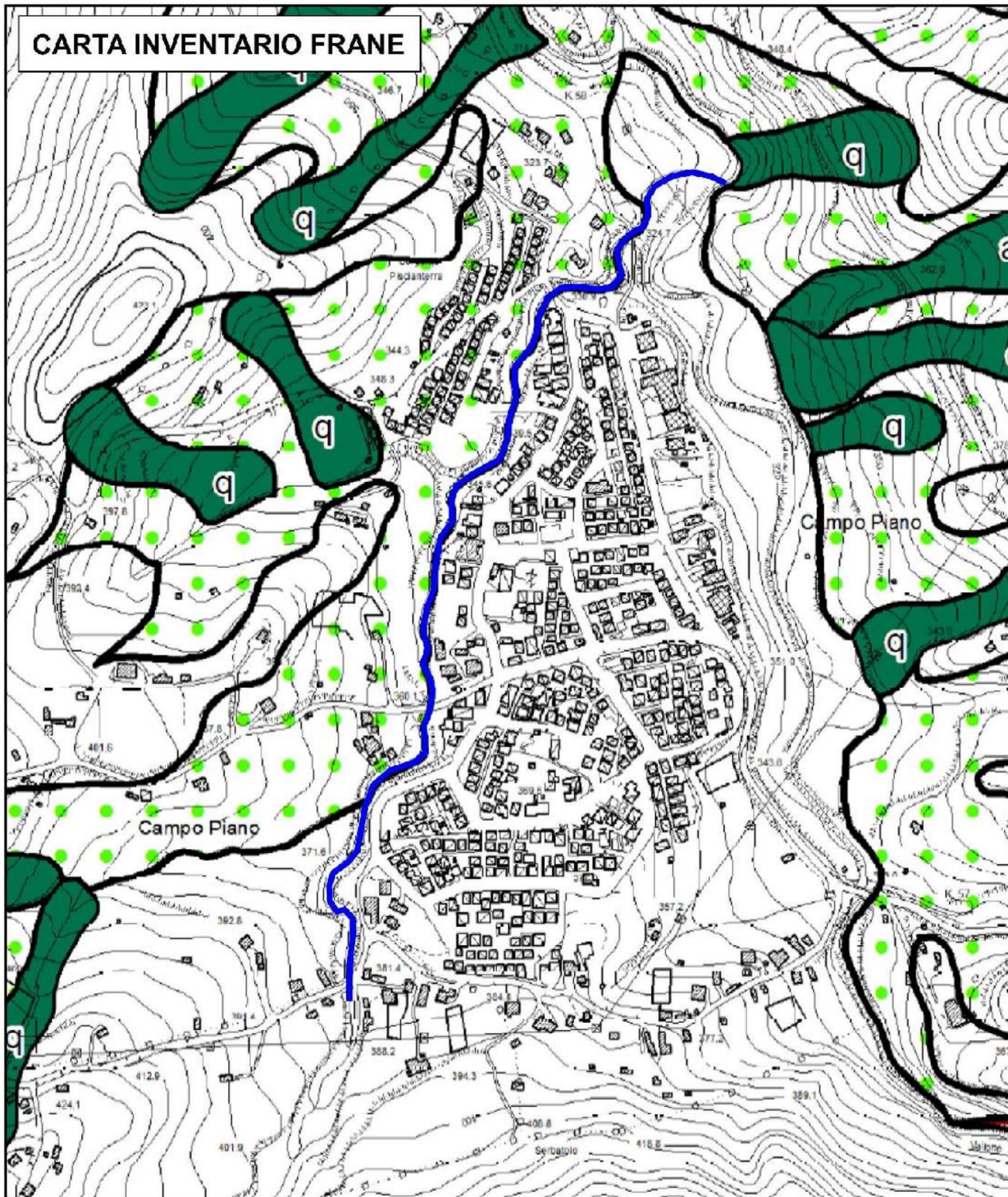
Vs model (Vs30 & VsE @ surface: 466 466 m/s)

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	89	0.4300	0.4300
2	265	2.2900	2.7200
3	345	1.5200	4.2400
4	457	2.3900	6.6300
5	405	4.5600	11.1900
6	606	5.7000	16.8900
7	616	4.9400	21.8300
8	650	0	0

Figura 12: tabella dei sismostrati individuati - valore di $V_{SE0} = 466$ m/sec



CARTA INVENTARIO FRANE



Simbologia poligonale

	Attivo/riattivato/sospeso	Quiescente	Inattivo	
			Stabilizzato	Relitto
Crollo/Ribaltamento				
Scivolamento rotazionale/traslattivo				
Espansione				
Colamento lento				
Colamento rapido				
Sprofondamento				
Complesso				
DGPV				
Area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi				
Area soggetta a sprofondamenti diffusi				
Area soggetta a deformazioni lente diffuse				