



COMUNE DI LAVIANO

Provincia di Salerno

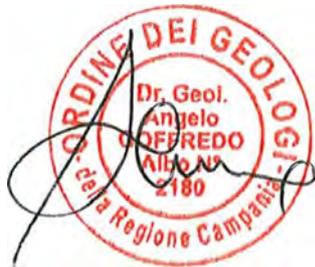


Oggetto : REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI “MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ALLA LOCALITÀ “OGLIARA - PISTELLO - LEPRE” DEL COMUNE DI LAVIANO”.

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Committente
Amministrazione Comunale di Laviano

Il geologo: Dott. Geol. Angelo GOFFREDO



FIRME

Elaborato:

Studio di compatibilità geologica asseverato

Data: **Febbraio 2022**

Scala: /

Tavola : **N° RG**

INDICE

1. **Premessa**
2. **Modello geologico dell'area**
3. **Modello idrogeologico e geomorfologia dell'area**
4. **Interventi previsti**
5. **Compatibilità degli interventi di progetto**
6. **Modellazione sismica del sito**
7. **Indagini eseguite**
8. **Pericolosità sismica**
9. **Caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica**
10. **Osservazioni e conclusioni**

ALLEGATI FUORI TESTO:

- Ubicazione aree di intervento
- Planimetria catastale
- Ubicazione con rilievo fotografico
- Carta geolitologica
- Carta geomorfologica
- Carta inventario dei fenomeni franosi
- Carta delle acclività
- Carta della Pericolosità da frana
- Carta del Rischio da frana

--- Stratigrafia sondaggio e prove di laboratorio su campione indisturbato

--- Relazione MASW

1. Premessa

L'amministrazione Comunale di Laviano intende porre rimedio ai numerosi problemi di dissesto idrogeologico esistenti sul proprio territorio; a tal proposito il sottoscritto geologo Angelo Goffredo, con Determinazione n° 36 del 3/5/2021, ha ricevuto l'incarico per la redazione dello studio di compatibilità geologica asseverato per il progetto: *“Mitigazione del rischio idrogeologico alla località Ogliara - Pistello – Lepre”*.

Il presente studio di compatibilità geologica riguarderà la messa in sicurezza di un tratto di torrente denominato Vallone Fonte della Donnula e della manutenzione ordinaria e straordinaria di parte della viabilità comunale che insiste sul suddetto versante.

Il progetto, nel suo insieme, prevede la sistemazione idraulica forestale ed ambientale del tratto di versante interessato, al fine di ridurre i fenomeni erosivi e gravitativi in atto; l'obiettivo è quello di mitigare il rischio frane-alluvioni che insiste nella porzione di territorio posto a sud del centro abitato del comune di Laviano.

Il presente studio ottempera a quanto previsto dalle ex Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) allegato alla rivisitazione del Piano stralcio dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale del fiume Sele. Per il presente studio di compatibilità geologica asseverato, ai sensi dell'art. 51 delle predette norme, si seguiranno gli indizzi tecnici relativi all'allegato “H”, in relazione al numero 3 “contesto in successioni terrigene, anche complesse”.

In riferimento alle cartografie vigenti contenute nella rivisitazione del piano Stralcio, l'area interessata dagli interventi (come si evince dagli stralci cartografici allegati) è ubicata quasi del tutto in **zona a pericolosità potenziale P_utr2**, per quanto riguarda la carta della pericolosità frana e **zona a rischio potenziale R_utr2**, per quanto riguarda la carta del rischio frana, così come meglio specificato successivamente.

Le opere in progetto non costituiranno un fattore di aumento della pericolosità da dissesto del versante. Inoltre, verranno garantite adeguate condizioni di sicurezza durante la permanenza del cantiere, in modo che i lavori si svolgeranno senza creare un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente.

Dopo aver preso cognizione della situazione geologica locale è stato stilato un programma d'indagine tale da far acquisire tutti gli elementi indispensabili per la determinazione della natura dei

terreni costituenti il substrato dell'alveo e dei versanti. Il fine è quello di suggerire la soluzione tecnico-economica più confacente al caso in oggetto.

Il presente lavoro è stato condotto seguendo il dettato delle norme tecniche vigenti NTC2018. Infatti, è stata espletata un'attenta caratterizzazione dell'area in prospettiva sismica mediante la realizzazione di prove geofisiche specifiche, quali il rilievo sismico di superficie (MASW), il quale ha permesso di ricavare il parametro $V_{s,eq}$ e di conseguenza assegnare la specifica categoria al suolo di fondazione.

Il posizionamento della viabilità comunale e le acque di ruscellamento, sia per motivi clivometrici che in considerazione delle condizioni geologiche dei terreni entro cui scorrono, danno luogo a numerose azioni erosive in alveo, lungo le sponde e destabilizzano i versanti presenti.

Tutto ciò concorre a creare i presupposti per l'innescio di problemi di destabilizzazione delle sponde che bordano le aste torrentizie, le quali traggono, dallo spiccato regime torrentizio, ulteriore energia per rendere più incisivi i processi d'erosione in atto. Tale attività torrentizia rende precaria la coltivazione e l'utilizzazione dei suoli e compromette, nello stesso tempo, la viabilità principalmente comunale.

Tali meccanismi risultano essere amplificati dal fatto che parte dell'area presenta una notevole propensione all'instabilità gravitativa legata alla conformazione idro-geologica del territorio su cui insiste.

Il dissesto è stato generato da probabilmente da:

- copiose piogge, oltre che da abbondante e costante afflusso d'acqua proveniente da monte, che ha generato un rammollimento o disgregazione della struttura superficiale del terreno;
- scadenti caratteristiche geotecniche degli strati di terreno superficiali (costituiti per la maggior parte da terreni di riporto);
- non corretta regimazione delle acque superficiali.

Tali dislocazioni hanno avuto conseguenze negative sulla Strada Comunale a ridosso di esse, compromettendone la sicurezza per i veicoli e i pedoni in transito, determinando avvallamenti, spostamento verso valle dell'asse stradale, crepe e buche a carico del fondo della stessa, asportazione del manto superficiale di asfalto, rottura delle cunette e dei cordoli, rendendo necessario il ripristino immediato, essendo questa l'unica arteria stradale che permette il raggiungimento delle Località Ogliastro-Pistelle-Lepre, in quanto sono presenti abitazioni e depositi lungo il tracciato, raggiungibili solo percorrendo questa strada.

Inoltre la mancata regimentazione delle acque meteoriche di ruscellamento genera profondi ed estesi pantani negli impluvi sulla suddetta strada, che contribuiscono ad aggravare la già precaria.

Nell'area sono state evidenziate numerose problematiche:

- In molti punti l'acqua piovana si accumula e defluisce in modo casuale provocando fenomeni di asportazione a carico del fondo stradale, formazione di solchi di scavo e fenomeni di erosione delle scarpate di valle, con abbassamento della livelletta stradale;
- Mancanza di cunette, zanelle e pozzetti di raccolta e smaltimento acque in buona parte del tratto interessato;
- Dove presente, la canaletta longitudinale lungo l'asse stradale è ostruita in molti punti per rottura delle spallette e presenza di materiale terroso;
- Presenza di muri di contenimento in cls che hanno subito enormi lesioni e spostamenti, e che quindi rappresentano un pericolo per la pubblica incolumità;
- Mancanza di idonee opere di raccolta e regimentazione delle acque provenienti dai tratti stradali di intersezione con la stradina oggetto di intervento, conseguentemente le acque scorrono abbondantemente e liberamente sopra la sede stradale, contribuendo alla erosione ed all'asportazione del fondo stradale e del terreno in alcuni tratti. Questo ha comportato l'inevitabile fuoriuscita di materiale inerte al di fuori della sede stradale e la perdita di definizione della sagoma stradale stessa in molti punti del tratto interessato.

Gli interventi prevedono, come detto in precedenza, anche la sistemazione idraulica di un tratto del Vallone Fonte della Donnula, a partire dall'intersezione con la strada comunale, per un tratto di circa 300 metri verso valle, fino all'intersezione con la strada comunale, oltre al ripristino dell'attraversamento esistente a monte.

Il Vallone Fonte della Donnula nasce alle pendici dei monti Eremita - Marzano, per poi confluire nel Vallone delle Conche, di ordine gerarchico superiore, a sud del centro abitato di Laviano.

Tale corso d'acqua, secondario, è generalmente a carattere torrentizio. L'assetto morfologico del territorio è direttamente relazionato alla composizione litologica dei versanti, infatti nella parte montuosa, dove affiorano prevalentemente i terreni carbonatici, le forme del rilievo sono strettamente condizionate dall'assetto strutturale dell'area.

Per le sue caratteristiche morfologiche, litologiche, tettoniche, vegetazionali e climatiche, tale area versa in una situazione in cui il dissesto idrogeologico, piuttosto diffuso, richiede una serie di interventi (nel campo della sistemazione idraulico-forestale e della difesa del suolo) che consentano di attenuare l'intensità dei pericoli e la gravità dei danni che puntualmente accompagnano il manifestarsi dei maggiori eventi di piena.

Il progetto proposto risulta coerente con la normativa contenuta nel PSAI, con riferimento alle garanzie ed alle condizioni richieste per ogni intervento. Inoltre, le opere a farsi non andranno a creare nuove condizioni di rischio incompatibili con quello sostenibile o appartenenti ad una classe più gravosa di quella esistente nella corrispondente area di pericolo.

Le opere in progetto cercheranno di migliorare le condizioni di stabilità dell'area e non costituiranno un fattore di aumento della pericolosità da dissesto del versante. Inoltre, verranno garantite adeguate condizioni di sicurezza durante la permanenza del cantiere, in modo che i lavori si svolgeranno senza creare un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente.

La stesura della presente relazione ha seguito diverse fasi di lavoro:

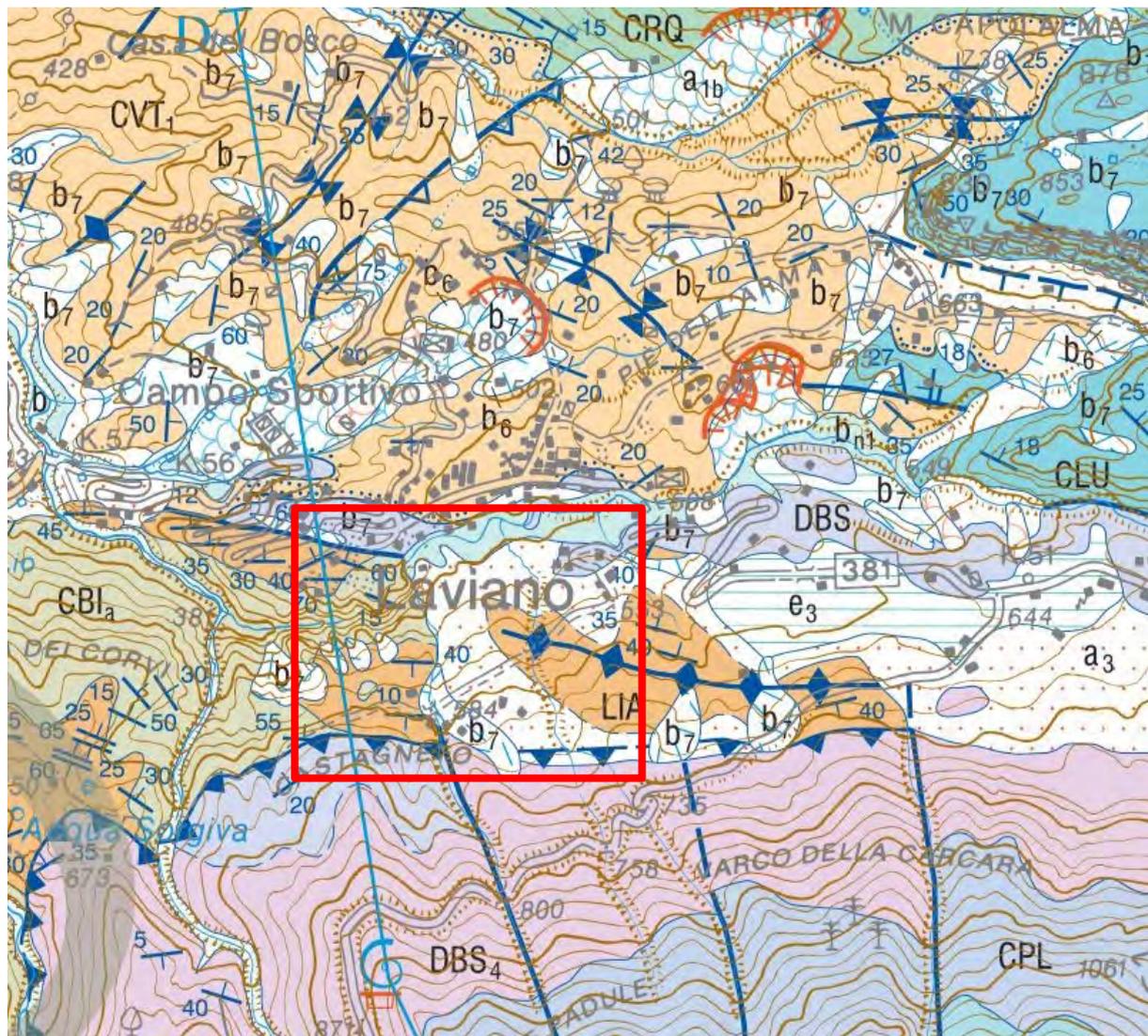
- acquisizione delle relazioni tecniche relative all'intervento.
- Ricerca dati bibliografici e storici: la ricerca dei dati, come prima fase di studio e stata importantissima per l'intero studio svolto. Per questo fine sono stati utili anche le testimonianze storiche; queste hanno permesso di quantificare l'impatto antropico presente nell'area.
- Rilevamento geologico, geolitologico e geomorfologico: questo é stato esteso per un conveniente raggio sia a monte che a valle della superficie di interesse diretto. L'attenta osservazione delle dinamiche geologiche e geomorfologiche presenti ha permesso di porre particolare attenzione alle condizioni di stabilità generale dell'area.
- Raccolta ed elaborazione dati: l'ultima fase è consistita nell'elaborazione dei dati acquisiti e nella stesura della presente relazione finale e delle tavole geotematiche allegate.

2. Modello geologico dell'area

L'area oggetto di studio ricade nell'alta Valle del Sele, nel Comune di Laviano (SA). La zona, che insiste nelle località Ogliara – Pistello – Lepre, presenta un versante esposto a nord, separato da centro urbano di Laviano dal Vallone delle Conche.

Dal un punto di vista geologico i litotipi costituenti l'area in esame appartengono principalmente al flysh miocenico, posto a valle della catena Monti Eremita-Monte Marzano.

L'assetto tettonico dell'area è caratterizzato dall'intersezione di importanti faglie regionali, dell'area dei Monti Picentini – Monti Eremita - Monte Marzano, che hanno creato la depressione strutturale sub-triangolare della valle del Sele già individuata a partire dal Miocene superiore e ancora attiva nel Plio-Quaternario.



Stralcio Carta geologica CARG Eboli – in rosso riquadro di interesse.

Tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio, il margine tirrenico della catena appenninica viene disseccato da un sistema di faglie normali ad andamento appenninico ed anti-appenninico, che hanno prodotto dislocazioni verticali dei settori interni della catena (Cinque et alii, 1993) con formazione di ampie aree di piana, profonde alcune migliaia di metri. Dall'altra parte della valle, l'allineamento della dorsale di Monte Marzano è determinato ed influenzato fortemente dalle principali direttrici tettoniche presenti; questo nel tempo, a causa di forti fenomeni di disgregazione meteorica, ha prodotto un notevole accumulo, sui fianchi dei rilievi, di materiale detritico.

In corrispondenza dei terreni del Flysch Terziario, che bordano le grandi masse mesozoiche, si hanno invece, rilievi collinari molto meno elevati, con morfologia molto spesso dolce, pendii per lo più poco acclivi, specie laddove, nei terreni anzidetti predominano i costituenti argillosi o marnosi.

Le faglie che delimitano il gruppo di M. Marzano in parte sono fossili, mentre sono ancora attive, in profondità, le faglie orientate NO-SE che determinano il sollevamento della dorsale, più a nord, tra l'alta Valle del Sele e l'alto Ofanto. La principale unità stratigrafico-strutturale presente è quella

calcareo-dolomitica, risalente al Mesozoico ed appartenente alla piattaforma campano-lucana; questa è costituita dai rilievi del gruppo di M. Marzano.

Ai sedimenti e rocce precedentemente descritti, costituenti il substrato più antico dell'area, seguono, verso l'alto, i terreni di copertura anch'essi ampiamente rappresentati in tutte le zone del Parco. Procedendo da quelli più antichi a quelli più recenti

Al Pleistocene superiore sono ascrivibili, poi, i detriti di falda cementati e le "terre rosse" nonché i depositi alluvionali terrazzati. I detriti di falda cementati bordano, con continuità, molti versanti carbonatici dei massicci, costituendo le aree di raccordo tra i predetti gruppi montuosi e le zone di fondo valle dell'alto Sele. Molto diffusi sono anche i detriti di falda sciolti, spesso frammisti a depositi piroclastici, più o meno alterati e pedogenizzati. Trattasi di materiali sciolti o pseudocoerenti, di età olocenica, che ammantano con continuità buona parte dei rilievi carbonatici.

L'analisi geologica puntuale di qualsiasi corso d'acqua non può prescindere dall'assetto geologico del suo bacino imbrifero, in quanto i prodotti deposizionali che affiorano lungo il suo percorso sono il frutto della evoluzione geomorfologica dell'area. Il progetto infatti prevede degli interventi di regimentazione idraulica del corso d'acqua in oggetto, che verranno accuratamente successivamente.

Lungo l'alveo, il talweg del torrente risulta impostato, in parte, sui depositi alluvionali costituiti da una matrice sabbiosa localmente arenacea inglobante blocchi carbonatici, parzialmente arrotondati di varie dimensioni. Localmente, però, affiora il substrato limo-argilloso-marnoso e ciò denota l'intensa azione erosiva qui esplicata dal corso d'acqua stesso.

Da indagini speditive in sito su litotipi analoghi nell'ambito del territorio comunale, per questi litotipi possono essere assunte le seguenti caratteristiche geotecniche generali:

Angolo di attrito interno	$\phi = 22^\circ - 26^\circ$
Peso di volume naturale	$\gamma = 17,50 - 20,00 \text{ kN/m}^3$
Coesione non drenata	$C' = 0,05 - 0,10 \text{ kN/m}^2$

La **Carta geolitologica** allegata al progetto sintetizza, per quanto possibile, i dati raccolti con il rilevamento geolitologico. I litotipi individuati sono i seguenti:

- Detrito di falda. Depositi clastici carbonatici eterometrici e in subordine calcareo - marnosi ed arenacei, a matrice argilloso - limosa (Pleistocene - Attuale).
- Coltre eluvio-colluviale. Coltri alteritiche e paleosuoli con fenomeni di pedogenesi ancora in atto; sabbie e limi argillosi bruno - rossastri ed argille nerastre (Pleistocene - Attuale).

- Deposito alluvionale attuale. Ghiaie e blocchi ad elementi eterometrici con sabbie medio - grossolane, variamente addensate e/o pedogenizzate, Alluvioni incise o terrazzate (Pleistocene - Attuale).
- Sub-unità marnoso-arenacea (Unità calcareo-marnosa). Argille ed argille siltose, talvolta marnose di colore grigio, rosse, verdi e violacee localmente chiare o scure, con intercalazioni di calcari e calcari marnosi bianco-giallastri (Cretacico sup. - Miocene inf.).

3. Modello idrogeologico e geomorfologia dell'area.

Ambito morfologico significativo

La morfologia dell'area è in stretta dipendenza della natura dei terreni e del loro assetto strutturale; Il versante in esame presenta delle forme blande tipiche dei depositi flyshoidi miocenici e detritici del versante. A monte, le eminenze montuose più aspre e anche più elevate sono costituite da masse carbonatiche mesozoiche che danno luogo a pendii molto ripidi e pareti praticamente verticali, in corrispondenza dei principali piani di faglia.

L'allineamento della dorsale nel settore occidentale dei Monti Eremita – Monte Marzano è determinato ed influenzato fortemente dalle principali direttrici tettoniche presenti; questo nel tempo, a causa di forti fenomeni di disgregazione meteorica, ha prodotto un notevole accumulo, sui fianchi dei rilievi, di materiale detritico. In corrispondenza dei terreni del Flysch Terziario, che bordano le grandi masse mesozoiche, si hanno invece, rilievi collinari molto meno elevati, con morfologia molto spesso dolce, pendii per lo più poco acclivi, specie laddove, nei terreni anzidetti predominano i costituenti argillosi o marnosi. A tale conformazione del paesaggio ed assetto del territorio hanno contribuito le ultime ed importanti fasi tettoniche Quaternarie, le cui conseguenze sono ben visibili osservando l'andamento dei versanti con pendenze molto irregolari. L'irregolarità dei versanti a sua volta ha provocato un andamento fortemente irregolare dei piccoli corsi d'acqua. Questi, in buona parte del territorio di Senerchia, nascono a monte, al contatto tra i depositi carbonatici e i depositi terrigeni Terziari, per poi aprirsi a ventaglio verso valle in mille rivoli.

Il paesaggio "giovane", tipico di tutta la fascia pedemontana del massiccio carbonatico, si ripercuote negativamente in corrispondenza degli assi viari e dei corsi d'acqua presenti. In particolare quest'ultimi, non avendo raggiunto un equilibrio del profilo longitudinale dell'alveo, tendono ad incidere e a divagare, provocando una notevole azione di "trascinamento" di tutti i terreni e opere / manufatti antropici circostanti. Lungo le sponde dei corsi d'acqua si osservano numerosi fenomeni erosivi che danno luogo a locali problemi gravitativi. L'erosione spondale, originata a causa del

continuo divagare dell'alveo attivo verso le sponde, provoca notevoli problemi di scalzamento alla base.

Il paesaggio circostante, come detto in precedenza, si presenta molto irregolare e sono visibili le forme tipiche dei depositi di frana, quali rigonfiamenti e lobi. In questi versanti tipicamente argillosi sono presenti tipologie gravitative diffuse quali il "soil creep" dove i singoli elementi del terreno sono interessati da movimenti individuali dovuti alla sola forza di gravità, per cui avviene sempre, su tutti i pendii, anche con pochi gradi di inclinazione. È caratterizzata da un movimento lento assolutamente impercettibile. In scala più grande sono presenti anche colamenti che avvengono lungo superfici non visibili che si attivano durante lo scorrimento stesso. Questi in corrispondenza dei valloni, sono prodotti dall'azione di trascinarsi verso monte che provoca lo scalzamento di base delle scarpate torrentizie. Lontano dai corsi d'acqua, sono generalmente da ricondurre all'elevato contenuto d'acqua con superamento del limite di liquidità (WLL) dei terreni argillosi. Il problema più grande è che va evidenziato per la redazione di questo progetto riguarda proprio la stabilità precaria delle sponde del vallone, di cui successivamente verranno descritti in dettaglio gli interventi consigliati.

Le informazioni riportate sulla - **carta geomorfologica** sintetizzano gli aspetti morfologici più significativi dell'area in oggetto e forniscono un quadro di insieme delle principali forme del rilievo. Sono rappresentati, in particolare, le seguenti aree:

- falde detritiche e conoide detritico-alluvionale quiescente
- Settore di versante regolare caratterizzato da poche incisioni

Dal punto di vista idrogeologico, i litotipi presenti nell'area in oggetto possono essere considerati come "complessi eterogenei". La variabilità litologica e stratigrafica si ripercuote essenzialmente con una non omogenea circolazione idrica in funzione della permeabilità principalmente per porosità. Il tutto è complicato dal fatto che i terreni presenti ricevono un grande rifornimento di acqua da monte dove sono presenti terreni a granulometria grossolana molto permeabili con giacitura variabile. Tutto questo favorisce l'azione erosiva dei terreni di copertura e la costituzione di una falda superficiale irregolare, più accentuata nel periodo invernale.

Nell'area sono presenti importanti punti sorgivi; questi sono poste ai margini degli affioramenti calcarei, alla base di falde detritiche pedemontane e al contatto con le formazioni mioceniche. Questi non presentano portata regolare nel tempo e tale irregolarità va imputata alla conformazione monoclinale immergente verso sud della struttura carbonatica più importante presente nell'area. Le opere di regimentazione realizzate nei suoli privati e lungo le arterie quasi sempre non trovano riscontro nella rete idrografica principale e spesso sono vanificate dalla mancanza di una seria sistemazione idraulica del reticolo idrografico dove l'azione erosiva in alveo e lungo le sponde

accentuano i fenomeni gravitativi suddetti e la loro evoluzione laterale e verso monte, soprattutto in concomitanza di importanti eventi piovosi.

4. Interventi previsti

Il consolidamento e la difesa del tratto in oggetto del Vallone Fonte della Donnula da esondazioni ed erosioni, è finalizzata alla salvaguardia delle aree abitate presenti, prevede i seguenti interventi:

- Pulizia più o meno diffusa lungo tutto lo sviluppo del taglio di vegetazione arbustiva ed arborea che possa in qualche modo costituire ostacolo al deflusso regolare acque con il taglio di erbe e/o cespugli presenti all'interno degli alvei con esclusione di quelle presenti sulle sponde che vanno salvaguardate. La presenza di vegetazione ha pertanto l'effetto di aumentare notevolmente la resistenza all'erosione dovuta alla corrente fluviale.
- Interventi di difesa spondale con la messa in opera di gabbionate rinverdate finalizzati alla stabilizzazione dei tratti della sponda interessata dal fenomeno di scalzamento al piede.

Tali interventi idraulici hanno lo scopo di sistemare e regolarizzare il corso torrentizio, privilegiando opere di ingegneria naturalistica volte al contenimento dei fenomeni erosivi sulle sponde del vallone ed in alveo, con sicuro beneficio per le aree circostanti e per le infrastrutture presenti.

E'previsto il rifacimento del manufatto per l'attraversamento sottostrada. Si prevede la sostituzione della tubazione esistente con una tubazione adeguata all'attuale deflusso delle acque e alla percorribilità stradale.

Verranno inoltre risagomate le sponde dell'alveo, al fine di migliorare il deflusso della corrente ed evitare il continuo franare degli argini nell'alveo.

Gli interventi previsti hanno l'obiettivo di migliorare la funzionalità idraulica del corso d'acqua, del tratto del vallone interessato, al fine di ridurre gli estesi fenomeni erosivi in atto.

Si prevedono inoltre opere di sistemazione della strada comunale in Località Ogliaro - Pistello – Lepre, mediante la realizzazione dei seguenti interventi di manutenzione straordinaria:

- Realizzazione di opere stabilizzanti costituite da gabbionate rinverdate nei tratti a valle della strada comunale, in cui la stessa è stata oggetto di cedimento e perdita della livelletta a causa dei fenomeni di smottamento del pendio sovrastante;
- Disfacimento e scarificazione della fondazione stradale e rifacimento della pavimentazione stradale bituminosa con strato di collegamento e di usura per tutti i tratti interessati dall'intervento;

- Rifacimento degli attraversamenti, mediante sostituzione delle tubazioni esistenti, di piccolo diametro ed ammalorate, con nuove tubazioni adeguate a favorire il corretto deflusso delle acque, evitando fenomeni di rigurgito e conseguenti scavalcamenti della tubazione stessa da parte delle acque;

5. Compatibilità degli interventi di progetto

Gli interventi sopraelencati, oggetto del presente progetto, sono volti principalmente alla sistemazione del tratto viario presente nelle località Ogliaro - Pistello –Lepre, mediante la realizzazione di interventi di manutenzione straordinaria e la sistemazione delle sponde e dell'attraversamento del tratto in oggetto del Vallone Fonte della Donnula.

Si prevede, principalmente la messa in opera di gabbionate rinverdite a mezzo di tasche vegetative; opere mirate a contrastare locali e limitati fenomeni franosi ascrivibili alla tipologia dei creep e degli scivolamenti rotazionali.

- Intervento sulle sponde dell'alveo



Vallone Fonte della Donnula

Dati geognostici

A) Sponda destra e sponda sinistra:

da 0.00 m. sino a fondo alveo. – Copertura limo argillosa, con pezzame

Peso di volume	= 1.80 gr/cmc
Peso di volume saturo	= 1.90 gr/cmc
Angolo di attrito	= 24° - in condizioni drenate
Coesione	= 0 – 0.04 Kg/cm ² – in condizioni drenate
Coesione non drenata	= 0.40 Kg/cm ²
Modulo edometrico Ed	= 25 - 30 Kg/cm ²
Modulo elastico (Young)	= 40 - 45 Kg/cm ²
Coefficiente di Poisson	= 0.30

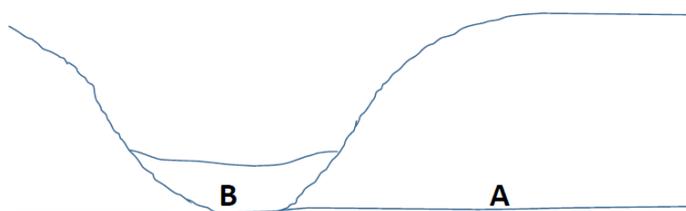
B) Fondo alveo

da 0.00 m. a 0.60 m. – Ciottoli e trovanti principalmente carbonatici in matrice limo sabbiosa

Peso di volume	= 1.90 gr/cmc
Peso di volume saturo	= 1.95 gr/cmc
Angolo di attrito	= 24° - 28° - in condizioni drenate
Coesione	= 0 Kg/cm ² – in condizioni drenate
Modulo edometrico Ed	= 25 - 26 Kg/cm ²
Modulo elastico (Young)	= 55 - 56 Kg/cm ²
Modulo taglio G	= 250 Kg/cm ²
Coefficiente di Poisson	= 0.30

C) da 0.60 m. ad almeno 10 m. – Argille e argille marnose

Peso di volume	= 1.7 gr/cmc
Peso di volume saturo	= 2.1 – 2.2 gr/cmc
Angolo di attrito	= 21° - in condizioni drenate
Coesione	= 0.24 Kg/cm ² – in condizioni drenate
Modulo edometrico Ed	= 40 Kg/cm ²
Modulo elastico (Young)	= 45 Kg/cm ²
Coefficiente di Poisson	

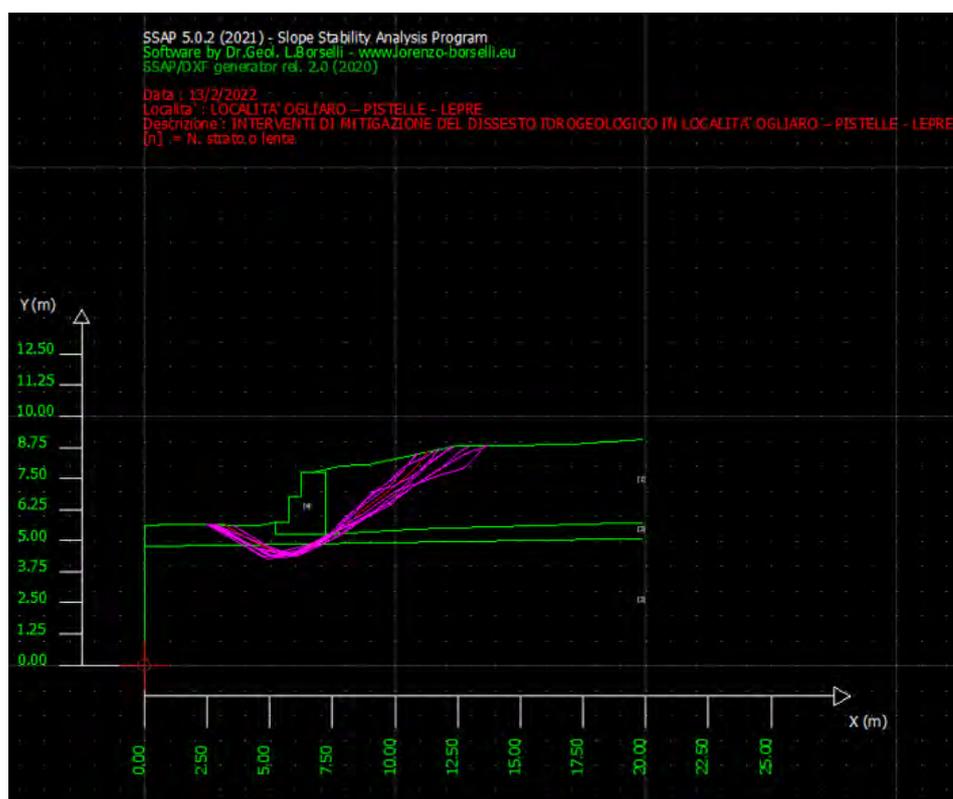


Schema Vallone-stato di fatto

5.1. Verifica di stabilità

La verifica di stabilità, realizzata dai progettisti, è stata condotta sulla soluzione progettuale ipotizzata per stabilizzare le sponde dell'alveo del Vallone Fonte della Donnula, effettuata, nella sezione TIPO, mediante gabbionate in pietrame di altezza fuori terra pari a 2,00 metri.

Come per la precedente verifica dello stato di fatto, si è utilizzato il software SSAP2010, che utilizza superfici di forma composita, eliminando a priori il problema della scelta della forma della superficie di scorrimento; il programma infatti genera una serie random di superfici, condizionate a passare da vincoli geometrici personalizzabili, attraverso una metodologia di tipo "Montecarlo" e attraverso la funzione "Convex Random Search", per cui le superfici generate sono forzate ad avere concavità rivolta verso il basso. La dimensione dei conci viene determinata in automatico come 1/15 della lunghezza del pendio ed il numero di superfici generate per le verifiche in esame è di 10000.



Sezione con superfici di scorrimento

Nella definizione del *coefficiente di stabilità globale del pendio* si è provveduto ad adottare il *Metodo di Morgenstern e Price*. Dalla verifica di stabilità effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, secondo quanto stabilito nelle NTC 2018, si evince che le 10

superfici di scorrimento con Coefficiente di Sicurezza Globale FS minore, presentano un valore di $FS > 1,10$.

La vigente normativa NTC 2018, nelle Verifiche di Sicurezza (SLU) indica che deve risultare rispettata la condizione [6.2.1], verificando che non si raggiunga una condizione di stato limite ultimo con i valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici.

Quindi, essendo rispettata la condizione dettata dalla tabella 6.8.I (estratta dalle NTC 2018), il pendio in verifica può definirsi STABILE.

6. Modellazione sismica del sito

Nel presente paragrafo è condotta la modellazione sismica delle aree di intervento, relative al progetto in argomento.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnici questo studio geologico-tecnico è stato redatto secondo le disposizioni della L.R. 9/83 “*Norme per l’esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico*”, nonché in accordo con quanto previsto dalle più recenti normative in materia di rischio sismico (D.G.R. 5447/02 “*Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania*”, O.P.C.M. n. 3274/03 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”; **D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”**) e con le disposizioni del D.M. 11.03.88 e relativa Circolare Applicativa. I contenuti della presente relazione sulla modellazione sismica del sito di costruzione sono i seguenti:

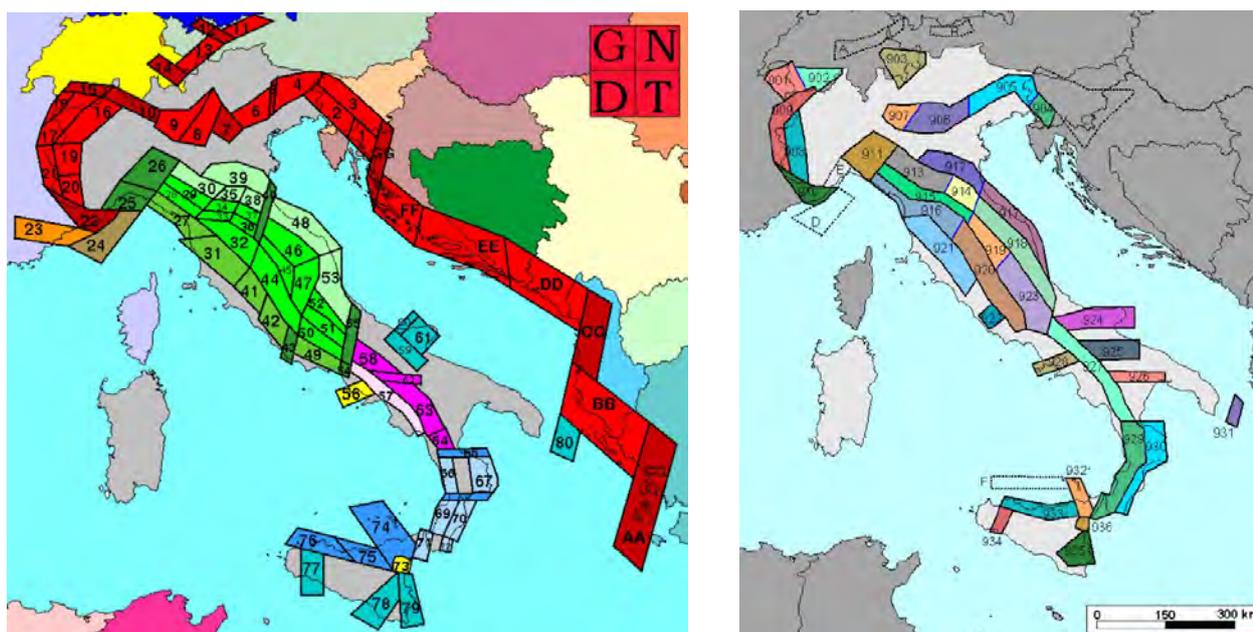
- indicazione della zona sismogenetica;
- indicazione della classificazione sismica regionale;
- indicazione della sismicità storica dell’area di studio;
- valutazione dell’azione sismica e relativi parametri;
- determinazione della categoria di sottosuolo, indicazione degli effetti di sito (risposta sismica locale) e dei relativi coefficienti di amplificazione sismica.

L’obiettivo finale che si vuole raggiungere con il presente studio è quello di valutare la Risposta Sismica di Sito che ha avuto lo scopo di definire, in tutti i suoi dettagli, le caratteristiche del sito di fondazione e del sottosuolo significativamente interessato dalle opere di progetto definendo, come previsto nella nuova normativa per le costruzioni in zona sismica, la Categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche.

Il Rischio per una struttura sottoposta ad uno stress sismico dipende, infatti, non solo dalla vulnerabilità propria della struttura edilizia, ma anche, e forse principalmente, dall'intensità delle componenti a varie frequenze contenute nel segnale sismico ed in particolare quello relativo alle onde S, che, emergendo in genere verticalmente, producono sollecitazioni orizzontali alle costruzioni. **Per perseguire tali obiettivi, nell' area di interesse è stato eseguito n. 1 profilo MASW per la determinazione dei parametri sismici, i dati saranno riportati di seguito.**

L'insieme dei dati acquisiti, a parere dello scrivente, risulta sufficiente a riconoscere e descrivere i parametri necessari ad inquadrare la tematica trattata e consente di giungere responsabilmente al parere di competenza.

La Zonazione sismogenetica per il territorio nazionale, denominata ZS9, è stata eseguita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Meletti e G. Valensise - marzo 2004) che rappresenta il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone della precedente Zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone e Stucchi, 2000) e dell'introduzione di nuove zone.



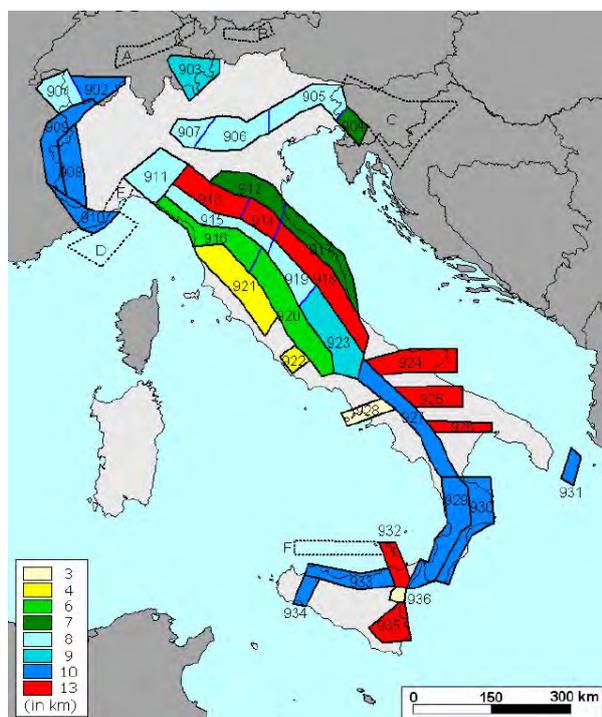
Zonazione sismogenetica

L'obiettivo di questa ricerca è stato la realizzazione di un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, tenendo in considerazione soprattutto le indicazioni e gli spunti che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4, alcuni dei quali (tra gli altri Bormio 2000, Monferrato 2001, Merano 2001, Palermo 2002, Molise 2002) localizzati al di fuori delle zone-sorgente in essa definite.

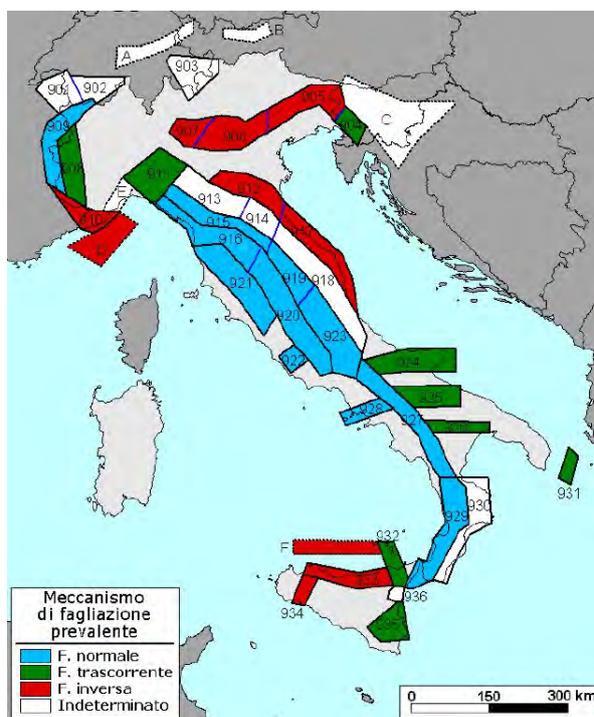
La Zonazione sismogenetica ZS9 è costituita da 36 zone-sorgente identificate con un numero (da 901 a 936) o con una lettera (da A a F).

L'area di studio è prossima alla zona 927 (Appennino meridionale - ZS dalla 924 alla 928). La geometria delle zone-sorgente dell'Appennino meridionale (zone da 56 a 64 in ZS4; zone da 924 a 928 in ZS9), inteso come il settore appenninico tra la Majella e il Pollino, è stata sensibilmente modificata nella sua configurazione generale rispetto a ZS4.

La zona 927 include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, a partire da ca. 0.7 Ma, ha interessato l'Appennino meridionale (es. Patacca et al., 1990). Tale zona comprende tutte le precedenti zone di ZS4 coincidenti con il settore assiale della catena, fino al confine calabro-lucano (massiccio del Pollino). La zona 57 di ZS4, corrispondente alla fascia costiera tirrenica, è stata in gran parte cancellata.



Moda delle distribuzioni di frequenza in funzione della profondità dei terremoti riportati nel catalogo strumentale INGV (1983-2002) per tutte le ZS di ZS9



Meccanismo di fagliazione prevalente atteso per le diverse zone sismogenetiche che compongono ZS9.

Infatti si ritiene che, in caso di zonazione della fascia tirrenica, la sismicità non sarebbe tale da consentire una definizione affidabile dei tassi di sismicità. Peraltro, il contributo che verrebbe alla PGA sarebbe del tutto trascurabile rispetto agli effetti che su questa stessa zona verrebbero dall'attivazione di sorgenti nella zona 927.

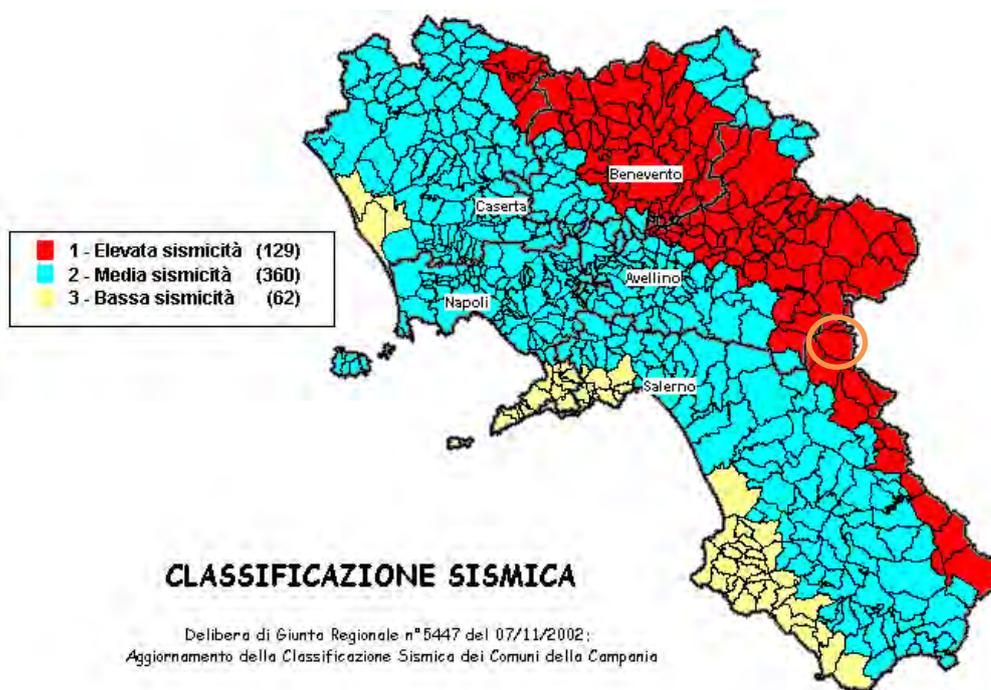
Come in ZS4, anche in ZS9 la zonazione dell'Appennino meridionale risulta condizionata dalla presenza del dominio estensionale intrappenninico. La *profondità efficace*, vale a dire quella

profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, per la zona 927 è di 10 Km.

Il meccanismo di fagliazione prevalente per la zona 927, dove per meccanismo prevalente si intende quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi, è di tipo diretto.

Classificazione sismica regionale

Il territorio comunale di Laviano, con delibera n°5447 del 7 novembre 2002 della Giunta Regionale della Campania, che ha approvato l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale, è stato classificato ad **alta sismicità** (I categoria) corrispondente ad un grado di sismicità $S=12$ e $a_g=0.35$ g.



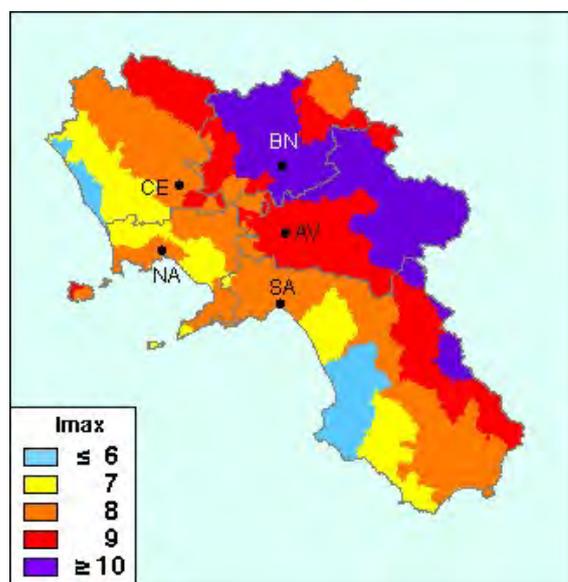
Classificazione sismica del 2002 dei comuni della Regione Campania

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), indica che il territorio comunale di Laviano rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra **0.225 e 0.275** (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

Sismicità storica dell'area di studio

La provincia di Salerno risente della sismicità storica originatasi all'interno delle zone sismogenetiche presenti nella catena appenninica, disposte lungo una fascia orientata NW-SE, comprendente parte delle regioni Molise, Campania e Basilicata. Questa fascia è definita dalla distribuzione degli epicentri dei terremoti sia storici che recenti. Gli addensamenti degli epicentri, le modalità di rilascio energetico in correlazione con l'assetto geologico-strutturale, permettono di individuare aree sismogenetiche a diverso comportamento sismico.

Per tale motivo sono state identificate quattro aree sismogenetiche principali in cui vengono successivamente riconosciute le strutture sismogenetiche attive (Alessio et al., 1993). L'analisi della distribuzione degli effetti prodotti dai terremoti con intensità maggiore dell'VIII grado *MCS* (Mercalli–Cancani–Sieberg), a partire dal XV secolo fino al terremoto del 1980 (terremoto dicembre 1456; 5 giugno 1688; 8 settembre 1694; 26 luglio 1805; 23 luglio 1930; 21 agosto 1962; 23 novembre 1980), ha evidenziato che gran parte della provincia di Salerno ha subito un danneggiamento valutabile tra il VII e il X grado della scala MCS, mentre nel Cilento l'intensità non ha superato il VI grado MCS (Esposito et al., 1992).



Massime intensità macrosismiche in Campania

Una stima della pericolosità sismica nella provincia di Salerno per effetto di sorgenti appenniniche può essere effettuata riferendosi al catalogo degli eventi sismici e considerando la legge di attenuazione degli effetti (Grandori et al., 1987) particolarizzata per l'Italia Centro-Meridionale. Analogamente è possibile procedere per quanto riguarda l'accelerazione orizzontale riferendosi alla legge di attenuazione (Sabetta & Pugliese, 1987). In ordine all'intensità sismica, si osserva che le zone della provincia di Salerno risentono fortemente degli effetti dei terremoti con epicentro nell'Irpinia e nella Lucania.

56 del 18.11.2002) il comune di Laviano, ai sensi e per gli effetti della legge 64/74, è stato inserito nella Categoria Sismica 1, a cui corrisponde un grado di sismicità S pari a 12. I Comuni classificati sismici dalla Giunta Regionale sono obbligati ad osservare oltre le disposizioni di cui alla Legge 2 Febbraio 1974 n. 64 e successive modificazioni ed integrazioni, le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Il **D.M. 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”**, raccoglie in un unico organico testo le Norme tecniche per le costruzioni prima distribuite in diversi decreti ministeriali. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

Il rilievo condotto sul terreno è stato disposto in maniera tale da coprire sia l'area interessata dall'intervento che l'area limitrofa, compatibilmente con gli spazi a disposizione per la effettuazione del rilievo.

Lo scopo dell'indagine sismica del tipo MASW, è stato quello di definire profondità e geometrie del rifratore/i (risposta sismica) e valutare la risposta sismoelastica delle differenti tipologie di terreno, onde caratterizzare l'area di interesse ai sensi della recente normativa sismica.

Le indagini eseguite, unitamente all'analisi dei dati bibliografici esistenti per le zone esaminate, hanno fornito le informazioni necessarie per la determinazione del quadro sismico dell'area dei diversi terreni investigati.

7. Indagini eseguite

7.1. Prove in sito

Al fine di caratterizzare i parametri fisico-meccanici dei terreni di interesse si è scelto di eseguire una campagna di prove in sito consistita in:

- **n. 1 sondaggio geognostico S1** a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 25 m, effettuato dalla ditta Trivellazioni Cupo di Palomonte (SA), Coord. WGS84: lat. 40,780194 – long. 15,305594;

- **n. 1 prelievo di campione indisturbato**, denominato S1C1, prelevato alla profondità 2,50 – 3,00 m, su cui il laboratorio I.P.M. di Atena Lucana (SA), ha effettuato le seguenti prove:

- Caratteristiche fisiche;
- Analisi granulometrica;
- Taglio diretto;

- **n. 1 prospezione sismica superficiale** del tipo M.A.S.W (Multichannel Analysis of Surface Waves), eseguita dalla Ingeo sas, per conto della Trivellazioni Cupo; Coord. WGS84: lat. 40,780240 – long. 15,305703;

7.1.1. Sondaggio meccanico e campione indisturbato

Il sondaggio geognostico è stato eseguito tramite impiego di una sonda idraulica, con tecnica a rotazione a carotaggio continuo e parziale rivestimento delle pareti del foro. Le operazioni di carotaggio sono state eseguite con utilizzo di acqua e recupero integrale del terreno attraversato.

E' stato utilizzato un carotiere semplice con diametro di 101 mm; per il rivestimento del foro sono stati utilizzati tubi con diametro di 127 mm.

Per l'esecuzione è stata utilizzata una sonda idraulica gommata con una capacità di coppia di 980 Kg, mentre l'attrezzatura di perforazione aveva le seguenti caratteristiche ed i seguenti diametri:

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

Il materiale prelevato è stato alloggiato in apposite n° 5 cassette catalogatrici, successivamente conservate.

Il sondaggio S1, eseguiti dalla ditta Trivellazioni Cupo, eseguito in data 04-01-2022, ha raggiunto la profondità di 25 metri dal p.c.

Durante le operazioni di trivellazione è stato estratto n° 1 campione indisturbato in fustella; Il campione denominato S1C1 è stato estratto alla profondità di 2,50-3,00 metri.



Esecuzione sondaggio S1

La descrizione dettagliata della stratigrafia dei sondaggi viene riportata di seguito e negli allegati.

Il campione è stato, successivamente, sottoposto alle seguenti prove dal laboratorio I.P.M. di Atena Lucana (SA):

- Caratteristiche fisiche;
- Analisi granulometrica;
- Taglio diretto;

L'ubicazione del sondaggio è presente nell'apposita cartografia.

La successione litostratigrafica rilevata è quella tipica dei depositi di versante associati a terreni flyshoidi più o meno sciolti con elevato contenuto di materiale fine (argilla), poggiati su materiale più addensato costituito da argille e argilla marnosa.

Le stratigrafia del sondaggio e i risultati delle prove di laboratorio effettuate sul campione prelevato, sono riportate in allegato.

7.1.2. Stendimento sismico MASW

Per il presente lavoro è stato svolto un attento lavoro anche dal punto di vista sismico consistenti in una stesa sismica MASW.

Il rilievo sismico ha permesso anche di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

L'indagine Masw perme la determinazione della Velocità Equivalente delle onde di taglio dei terreni superficiali, al di sopra del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec ($V_{s,eq}$), per stabilire la categoria del suolo di fondazione del sito e quindi per definire l'azione sismica di progetto. Le direttive delle NTC 2018 attribuiscono alle diverse località del Territorio Nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo e propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie (A – B – C – D – E) di suolo.

La determinazione della velocità delle onde di taglio V_s tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%). Inoltre l'ampiezza delle onde superficiali dipende da \sqrt{r} e non da r come per le onde di volume.

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in

profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_P e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_S , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione sismica di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 17.01.2018).

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_S , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati.

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) è pari a circa il 90% delle onde di taglio (V_S). Le tecniche di analisi delle onde di Rayleigh vengono realizzate con procedure operative meno onerose della comune sismica a rifrazione e delle prove in foro e hanno un grado di incertezza nella determinazione delle $V_S < 15\%$.

La modellazione del sottosuolo mediante l'impiego di comuni geofoni verticali a 4.5Hz e l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh viene ottenuta con le seguenti metodologie: ReMi (Refraction Microtremor), FTAN (Frequency Time Analysis), SASW (Spectral Analysis of Surface Waves), MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

La tecnica MASW, consente una dettagliata ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo. L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_S . Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale.

- *Hardware e Software, Interpretazione dati e categoria di suolo*

Per tale lavoro è stata utilizzato un sismografo DAQLink III della Seismic Source, composta da una unità di acquisizione a 24 canali con un convertitore sigma delta ad alta velocità a 24 Bit, dotata di memoria per la cumulabilità degli impulsi. Mentre i geofoni verticali impiegati hanno una frequenza propria di 4,5 Hz ad interasse di 3 m, e l'impulso è costituito da una massa battente di 8Kg. Durante la fase di acquisizione dei dati di campagna per il medesimo stendimento si sono registrati più files con energizzazioni eseguite a diversa distanza. Le tracce registrate hanno una lunghezza temporale $T=2s$ e un passo di campionamento $dt=8ms$. La frequenza di campionamento è pari a 125 Hz mentre la frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist}=1/2dt=62.5Hz$.

Per l'elaborazione dei dati acquisiti in campagna è stato utilizzato il software SurfSeis ver 3,45 della Kansas Geological Survey.

Dall'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), si è ricostruita una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e mediante procedura d'inversione è stato ottenuto il profilo verticale delle Vs, che rappresenta la velocità equivalente.

Il valore è pari a Vs,eq è pari a 440 m/sec.

Gli elaborati relativi alle prospezioni sismiche MASW effettuate nei siti di specifico interesse sono riportati in apposito allegato.

CLASSE	DESCRIZIONE
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 fina molto consistenti , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Categorie dei Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

8. Pericolosità sismica

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

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;

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

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

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

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

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

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

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

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

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

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

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

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

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

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1,0$.

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

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

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

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

Gli stati limite di esercizio sono:

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

Gli stati limite ultimi sono:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

a_g = accelerazione orizzontale massima;

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

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

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

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

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

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

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

ID	LON	LAT	T _R = 30			T _R = 50			T _R = 72			T _R = 101		
			a _g	F ₀	T* _c	a _g	F ₀	T* _c	a _g	F ₀	T* _c	a _g	F ₀	T* _c
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

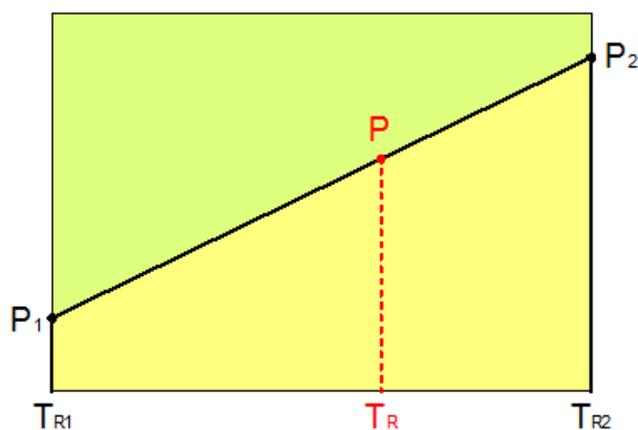
Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti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

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

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_0, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1, 2}$. Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

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

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_0, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.



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

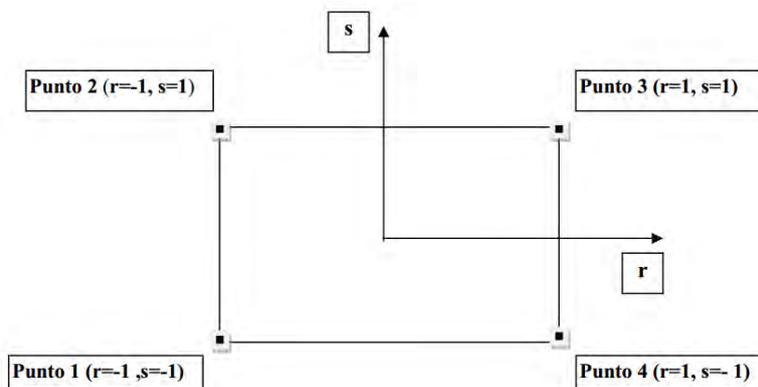
Per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

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

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

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

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



Applicazione dell'interpolazione bilineare.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove p rappresenta il parametro cercato.

Pericolosità sismica di sito

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

Coefficienti sismici

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

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

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

Stabilità dei pendii e fondazioni

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

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

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

con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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

g accelerazione di gravità.

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

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

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

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

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

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

Fronti scavo e rilevati

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Muri di sostegno

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

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

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

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

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

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

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

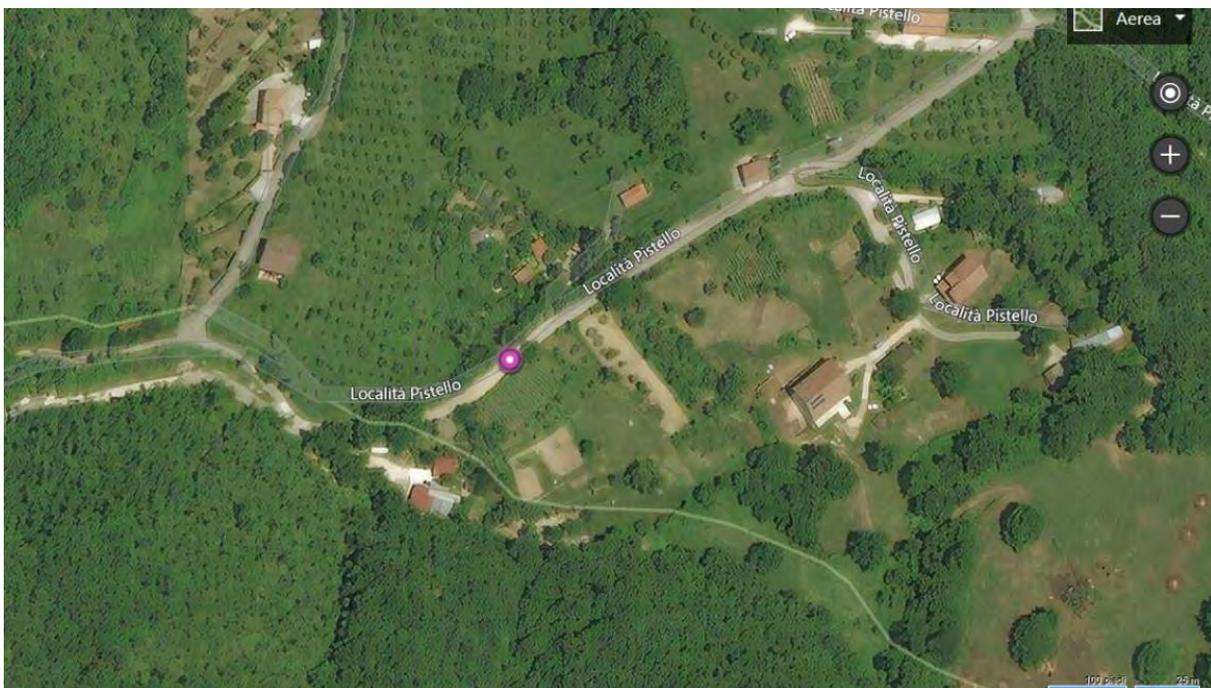
Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

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

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

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

a) Pericolosità sismica - vallone Fonte della Donnula



Vita nominale (V_n):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (C_u):	1
Periodo di riferimento (V_r):	50 [anni]

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

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40,7800827 [°]
 Longitudine (WGS84): 15,3072023 [°]
 Latitudine (ED50): 40,7810783 [°]
 Longitudine (ED50): 15,3080502 [°]

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

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	33438	40,770980	15,272490	3197,86
2	33439	40,769920	15,338460	2845,38
3	33217	40,819900	15,339910	5082,12
4	33216	40,820970	15,273870	5287,21

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

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,057	2,385	0,276
SLD	50	0,076	2,353	0,295
	72	0,094	2,326	0,318
	101	0,112	2,330	0,327
	140	0,134	2,328	0,338
	201	0,161	2,326	0,347
SLV	475	0,249	2,293	0,373
SLC	975	0,343	2,305	0,390
	2475	0,478	2,441	0,428

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,058	2,387	0,275
SLD	50	0,079	2,354	0,293
	72	0,097	2,317	0,318
	101	0,117	2,325	0,328
	140	0,139	2,324	0,338
	201	0,168	2,313	0,346

SLV	475	0,259	2,293	0,374
SLC	975	0,357	2,310	0,389
	2475	0,498	2,439	0,429

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,060	2,382	0,277
SLD	50	0,081	2,344	0,296
	72	0,099	2,313	0,322
	101	0,119	2,324	0,330
	140	0,142	2,321	0,340
	201	0,172	2,310	0,348
SLV	475	0,265	2,288	0,375
SLC	975	0,364	2,286	0,407
	2475	0,512	2,403	0,430

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,059	2,384	0,276
SLD	50	0,079	2,352	0,293
	72	0,098	2,312	0,320
	101	0,117	2,326	0,330
	140	0,139	2,326	0,339
	201	0,169	2,315	0,348
SLV	475	0,260	2,292	0,375
SLC	975	0,357	2,289	0,406
	2475	0,500	2,422	0,429

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,058	2,385	0,276
SLD	50	0,078	2,351	0,294
SLV	475	0,257	2,292	0,374
SLC	975	0,354	2,300	0,396

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B

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

Muri di sostegno NTC 2008

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,093	0,118
kv	0,006	0,008	0,046	0,059
amax [m/s ²]	0,684	0,923	2,929	3,718
Beta	0,180	0,180	0,310	0,310

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,070	0,094	0,299	0,379
kv	0,035	0,047	0,149	0,190
amax [m/s ²]	0,684	0,923	2,929	3,718
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Paratie NTC 2008

Altezza paratia (H):

3,0 [m]

Spostamento ammissibile us:

0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,045	0,061	0,194	0,246
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,684	0,923	2,929	3,718
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,019	0,084	0,106
kv	0,007	0,009	0,042	0,053
amax [m/s ²]	0,684	0,923	2,929	3,718
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

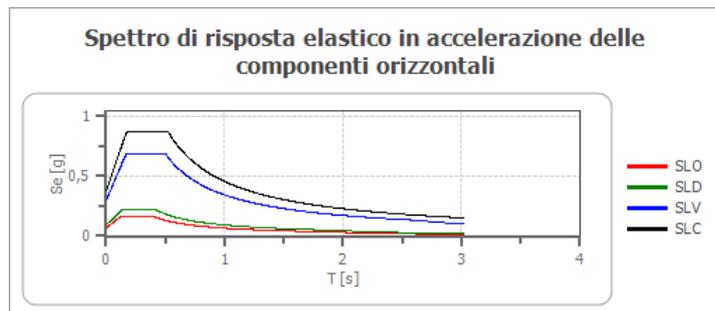
Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,044	0,113	--
kv	--	0,022	0,057	--
amax [m/s ²]	0,684	0,923	2,929	3,718
Beta	--	0,470	0,380	--

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,044	0,113	--
kv	--	0,022	0,057	--
amax [m/s ²]	0,684	0,923	2,929	3,718
Beta	--	0,470	0,380	--

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,058	2,385	0,276	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,392	1,833	0,070	0,166
SLD	1,0	0,078	2,351	0,294	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,138	0,415	1,914	0,094	0,221
SLV	1,0	0,257	2,292	0,374	1,160	1,340	1,000	1,160	1,000	0,167	0,501	2,630	0,299	0,684
SLC	1,0	0,354	2,300	0,396	1,070	1,320	1,000	1,070	1,000	0,174	0,522	3,017	0,379	0,872

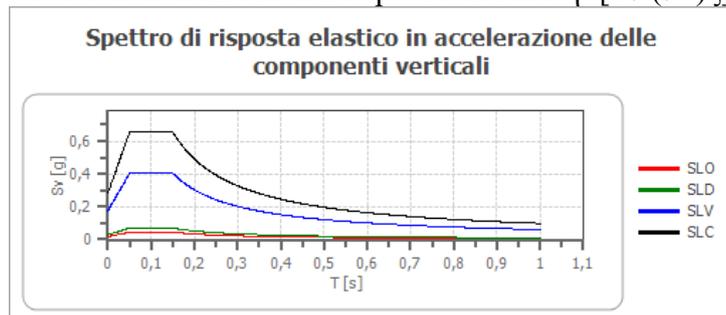
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ:

5 %

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

1,000



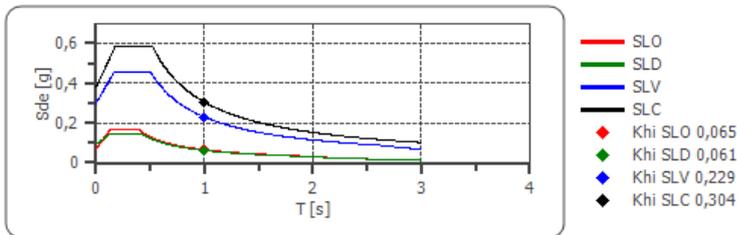
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,058	2,385	0,276	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,045
SLD	1,0	0,078	2,351	0,294	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,030	0,070
SLV	1,0	0,257	2,292	0,374	1	1,340	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,176	0,404
SLC	1,0	0,354	2,300	0,396	1	1,320	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,285	0,655

Spettro di progetto

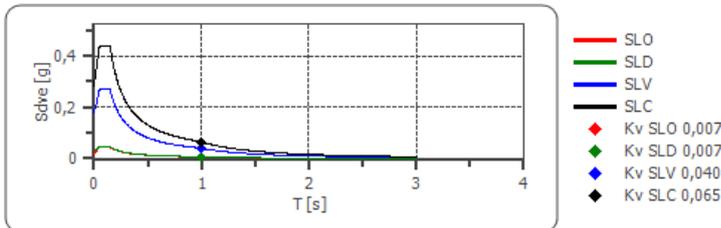
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,065	0,061	0,229	0,304
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,007	0,007	0,040	0,065

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizz	1,0	0,058	2,385	0,276	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,392	1,833	0,070	0,166
SLO vertic	1,0	0,058	2,385	0,276	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,045
SLD orizz	1,0	0,078	2,351	0,294	1,200	1,410	1,000	1,200	1,500	0,138	0,415	1,914	0,094	0,147
SLD vertic	1,0	0,078	2,351	0,294	1,200	1,410	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,030	0,046
SLV orizz	1,0	0,257	2,292	0,374	1,160	1,340	1,000	1,160	1,500	0,167	0,501	2,630	0,299	0,456
SLV vertic	1,0	0,257	2,292	0,374	1,160	1,340	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,176	0,269
SLC orizz	1,0	0,354	2,300	0,396	1,070	1,320	1,000	1,070	1,500	0,174	0,522	3,017	0,379	0,581
SLC vertic	1,0	0,354	2,300	0,396	1,070	1,320	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,285	0,437

9. Caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica

La caratterizzazione dei terreni è stata condotta mediante un attento rilievo geologico e geomorfologico supportato dall'esecuzione del sondaggio S1.

Durante le operazioni di carotaggio, il principale scopo è stato quello di definire i rapporti di strato e le caratteristiche geotecniche dei depositi riscontrati lungo la verticale di prospezione.

Durante le operazioni di trivellazione è stato estratto n° 1 campione indisturbato, sui quali sono state effettuate indagini geotecniche di laboratorio.

Con quest'ultime è stato possibile caratterizzare il comportamento geomeccanico in sito dei terreni, nonché determinare le stratigrafie meccaniche del sottosuolo.

Importante conferma è stata data dalla rivelazione dei parametri relativi ai sismostrati ottenuti dagli stendimenti sismici MASW.

L'andamento dei parametri fisico-meccanici dedotti lungo le verticali di prospezione, consentono di individuare i seguenti litotipi aventi i seguenti spessori e caratteristiche geomeccaniche:

0,00 – 1,00 m	<i>Suolo argillo-limoso con sabbia e ciottoli carbonatici, associato a riporto antropico. Deposito di colore marrone scuro.</i>
1,00 – 2,20 m	<i>Deposito limo argillo-sabbioso con ciottoli, di colore marrone.</i>
2,20 – 4,40 m	<i>Argilla con limo e sabbia di colore avana-marrone chiaro.</i>
4,40 – 25,00m	<i>Argilla e argilla marnosa di colore grigio prevalente; presenza di livelli e/o strati maggiormente lapidei (anche decimetrici) e/o arenacei. Deposito nel complesso compatto.</i>

Caratterizzazione campione S1C1 estratto a m 2,50-3,00

Classificazione A.G.I.: Argilla con limo sabbiosa

Angolo di attrito	$\phi = 21^{\circ},3$
Coesione drenata	$C_u = 24,1 \text{ kPa}$
Peso di volume naturale	$\gamma = 17,3 \text{ kN/m}^3$

Peso specifico	$\gamma' = 24,9 \text{ kN/m}^3$
Contenuto d'acqua	36,70 %
Limite liquido	65,50 %
Limite plastico	126,20 %
Indice di plasticità	139,30 %

10. Osservazioni e conclusioni

Il presente studio geologico è stato redatto dal sottoscritto Dott. Geol. Angelo GOFFREDO a seguito dell'incarico conferitomi con determinazione di Area Tecnican° 36 del 3/5/2021 del Comune di Laviano.

Tale studio segue le norme vigenti, in particolare è stato redatto in conformità alle NTC 2018 (D.M. 17/01/2018) e alla Norme di Attuazione contenute nella PSAI ex Autorità di Bacino Campania Sud ed Interregionale Fiume Sele.

Il presente studio di compatibilità geologica riguarderà la messa in sicurezza di un tratto di torrente denominato Vallone Fonte della Donnula e della manutenzione ordinaria e straordinaria di parte della viabilità comunale che insiste sul suddetto versante.

Il progetto, nel suo insieme, prevede la sistemazione idraulica forestale ed ambientale del tratto di versante interessato, al fine di ridurre i fenomeni erosivi e gravitativi in atto; l'obiettivo è quello di mitigare il rischio frane-alluvioni che insiste nella porzione di territorio posto a sud del centro abitato del comune di Laviano.

Il presente studio è stato commisurato alle effettive problematiche geologiche presenti, in relazione alle opere a farsi e all'obiettivo progettuale prefissato; lo stesso è stato esteso ad un ambito geologico-geomorfologico significativo.

La progettazione delle opere indicate ha presupposto la realizzazione di un attento programma d'indagini al fine di accertare tutti i principali aspetti geologici, geomeccanici, geomorfologici ed idrogeologici. In tal senso ed in accordo con quanto previsto dalle norme, è stato effettuato un preciso studio geologico in funzione delle caratteristiche geologico-peculiari dell'area e delle opere in progetto.

Per il progetto in esame sono state realizzate, oltre al rilievo dettagliato dell'area dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico, una importante campagna di indagini *in situ*, prove di laboratorio e verifiche, consistite in:

- **n. 1 sondaggio geognostico S1** a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 25 m, effettuato dalla ditta Trivellazioni Cupo di Palomonte (SA), Coord. WGS84: lat. 40,780194 – long. 15,305594;
- **n. 1 prelievo di campione indisturbato**, denominato S1C1, prelevato alla profondità 2,50 – 3,00 m, su cui il laboratorio I.P.M. di Atena Lucana (SA), ha effettuato le seguenti prove:
 - Caratteristiche fisiche;
 - Analisi granulometrica;
 - Taglio diretto;
- **n. 1 prospezione sismica superficiale** del tipo M.A.S.W (Multichannel Analysis of Surface Waves), eseguita dalla Ingeo sas, per conto della Trivellazioni Cupo; Coord. WGS84: lat. 40,780240 – long. 15,305703;

Andando nello specifico, il presente studio ottempera anche a quanto previsto dall'attuale Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale e, nel caso di specie, dalle vigenti Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) allegate alla rivisitazione del Piano stralcio dell'ex Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale del fiume Sele.

In riferimento alle cartografie attualmente vigenti contenute nella rivisitazione del suddetto piano Stralcio, le aree interessate dagli interventi, per quel che riguarda la carta della pericolosità da frana (come si evince dagli stralci cartografici allegati) comprendono per quasi l'intera area: **zona a pericolosità potenziale da frana P_utr2 e zona a rischio potenziale da frana R_utr2**. Le altre cartografie sono presenti in allegato alla relazione.

A seguito di quanto detto, il presente studio di compatibilità geologica asseverato ha seguito quanto previsto dalle suddette norme di attuazione, in riferimento alla redazione degli studi di compatibilità geologica per la pericolosità e rischio da frana (art. 51, suddette Norme). In particolare, ha dettagliato quanto previsto dall'Allegato "H", per la parte denominata: Indirizzi tecnici per la redazione degli studi di compatibilità geologica per il Bacino Idrografico Interregionale Sele.

La presenza, sui versanti, principalmente di deformazioni lente superficiali localizzate, costituite essenzialmente da creep e soliflussi, costituiscono i maggiori rischi geologici al quale sono esposti persone ed infrastrutture, nella stretta area di interesse.

Le indagini eseguite sono state adeguate all'entità del fenomeno attivo e/o atteso ed alla tipologia di intervento da realizzare. Per tale ragione, come suggerito dalle suddette Norme di Attuazione, è stata prestata particolare attenzione all'osservazione di tipo geomorfologico; questo al fine di

delineare le forme di erosione areale, incanalate o sub-superficiali, le quali definiscono la natura e l'entità dei processi in atto e permettono di ipotizzare le tendenze evolutive e le aree di ampliamento dei fenomeni.

Tali considerazioni trovano riscontro nella lettura delle cartografie dedicate prodotte, dal quale si evince chiaramente che le principali forme riscontrate, per una più ristretta area di interesse, sono riassumibili in solchi da ruscellamento concentrato e conoidi alluvionali. Tali forme presentano un basso profilo, le cui tendenze evolutive non possono che essere dissimili da quelle esistenti.

In attesa di ulteriori studi geologici necessari per la completa definizione geologica, geomorfologica e geotecnica dei dissesti gravitativi presenti sulle sponde dei versanti (comprendenti gran parte del territorio comunale di Laviano), è opportuno che si realizzino anche alcuni interventi a carattere emergenziale. Infatti si è riscontrato, dal rilevamento di alcune aree spondali, che è necessario evitare che le acque superficiali, esterne all'area, raggiungano e/o permettano l'accumulo di materiale sulla cima delle sponde.

A tale scopo si consiglia comunque il monitoraggio topografico dei versanti e di intensificarlo soprattutto in seguito agli eventi meteorologici; ciò costituirà una soglia di allerta che consentirà di intervenire in caso di una riattivazione e modificazione del dissesto con ulteriori misure più appropriate.

Sulla base delle considerazioni esposte, occorre sicuramente mettere in atto tutti gli interventi riportati nelle planimetrie di progetto, poiché ognuna di loro tenderà a minimizzare i problemi puntuali presenti in alveo o in prossimità delle sponde.

L'ubicazione e il dimensionamento reale di alcune opere previste dovrà avvenire nella fase esecutiva dei lavori di scavo, in modo da verificare l'effettiva profondità delle eventuali ed effettive superfici di scivolamento e pertanto, si consiglia al fine di verificare quanto ipotizzato mediante una attenta direzione geologica.

Le opere a farsi, previste dal progetto, sono pienamente compatibili con l'assetto idro-geomorfologico dell'area di interesse.

Lo scopo principale è stato quello di verificare la coerenza del progetto proposto con la normativa contenuta nel PSAI vigente, con riferimento alle garanzie ed alle condizioni richieste per ogni intervento. Inoltre, è stato chiaramente dimostrato come le opere a farsi non andranno a creare nuove condizioni di rischio incompatibili con quello sostenibile o appartenenti ad una classe più gravosa di quella esistente nella corrispondente area di pericolo.

A più ampio spettro, le opere previste in ciascuna zona di intervento risultano essere idonee a migliorare le condizioni generali dell'area; le stesse non costituiranno un fattore di aumento della pericolosità da dissesto del versante. Contestualmente, verranno garantite adeguate condizioni di sicurezza durante la permanenza del cantiere, in modo che i lavori si svolgeranno senza creare un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente.

Tanto è in relazione all'incarico ricevuto per uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area. Il professionista incaricato si rende disponibile per eventuali chiarimenti circa il lavoro svolto.

Tanto per incarico ricevuto.

Il geologo
(Dott. Angelo Goffredo)

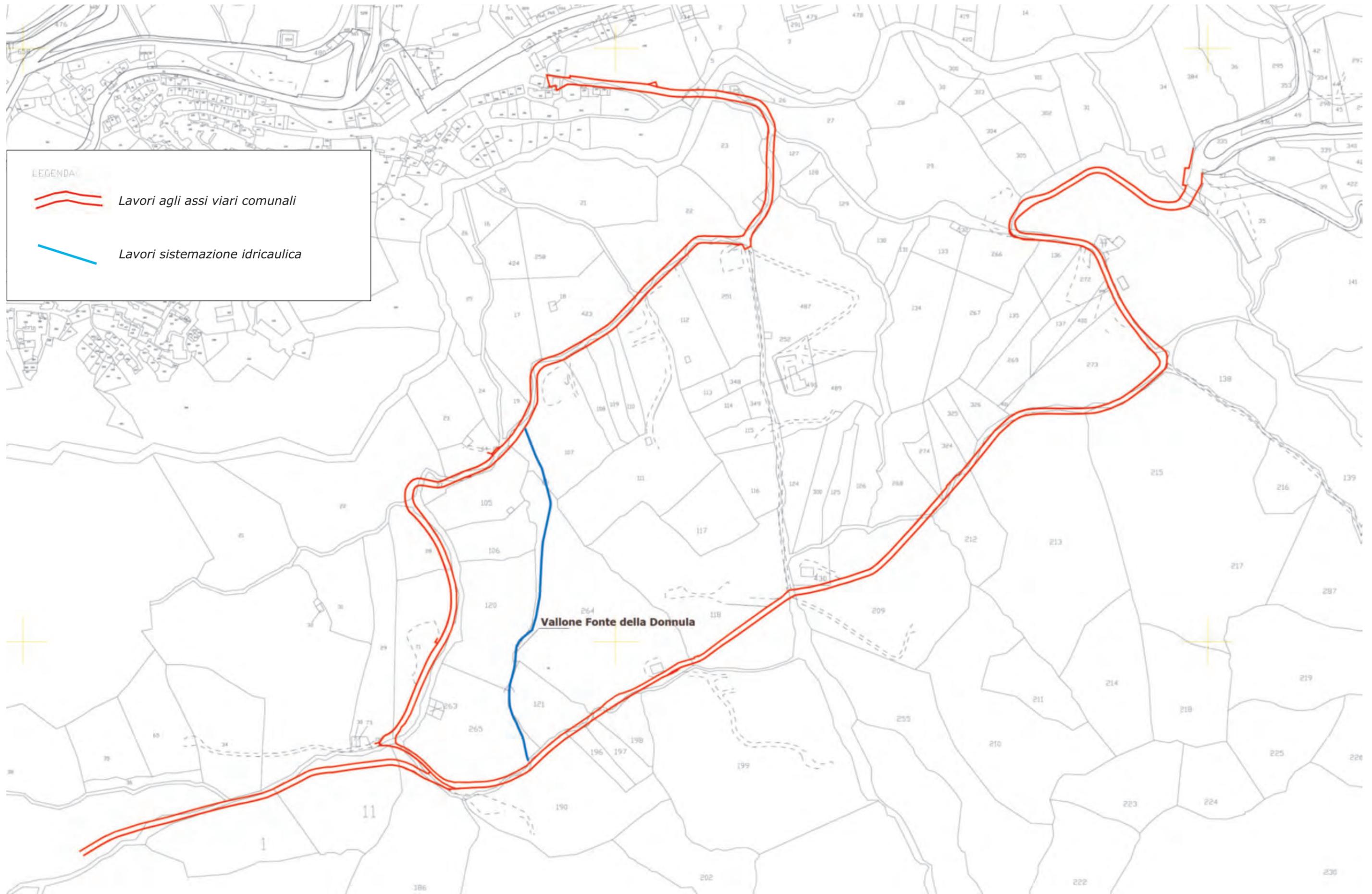


CARTOGRAFIE

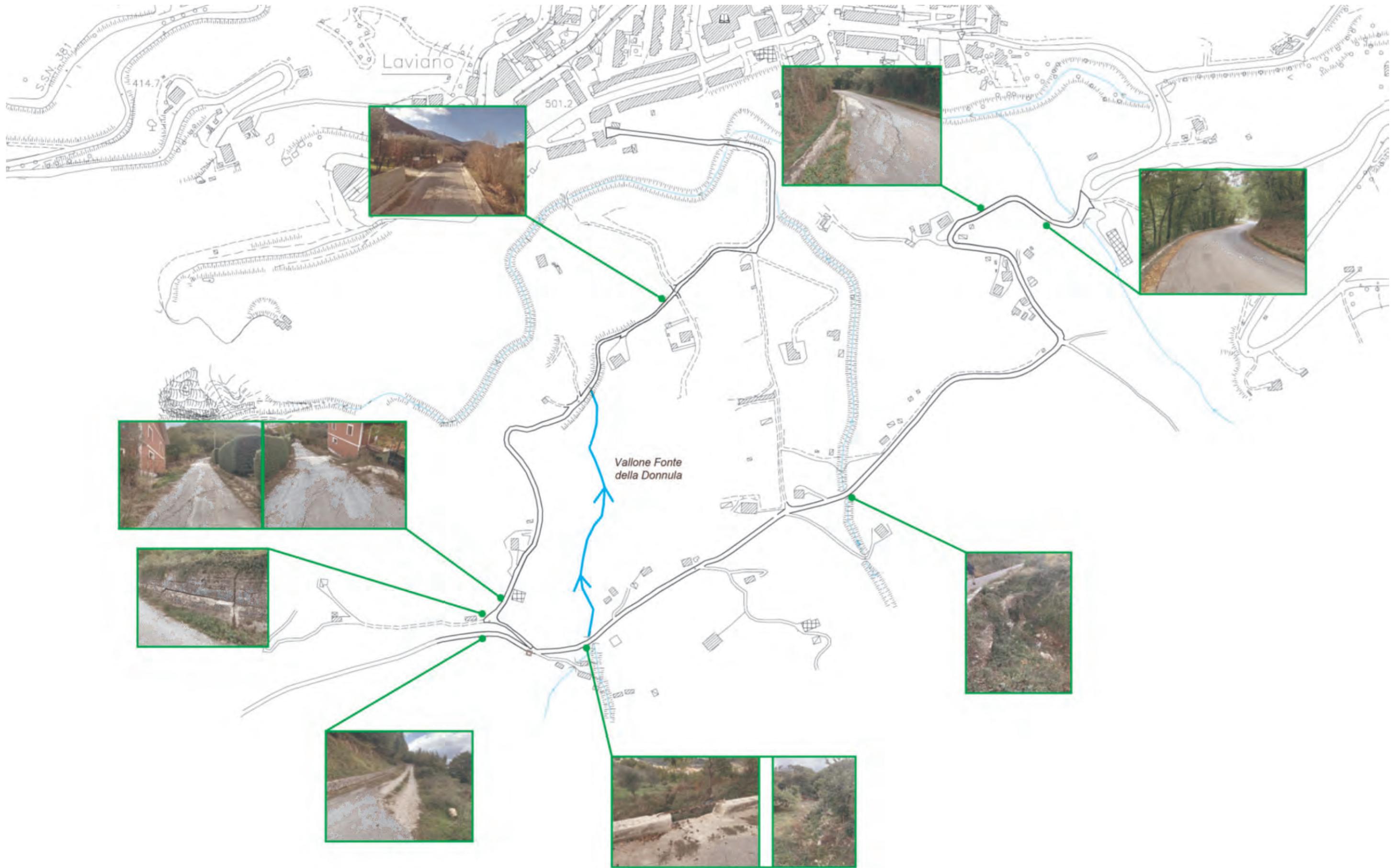
Ubicazione aree di intervento



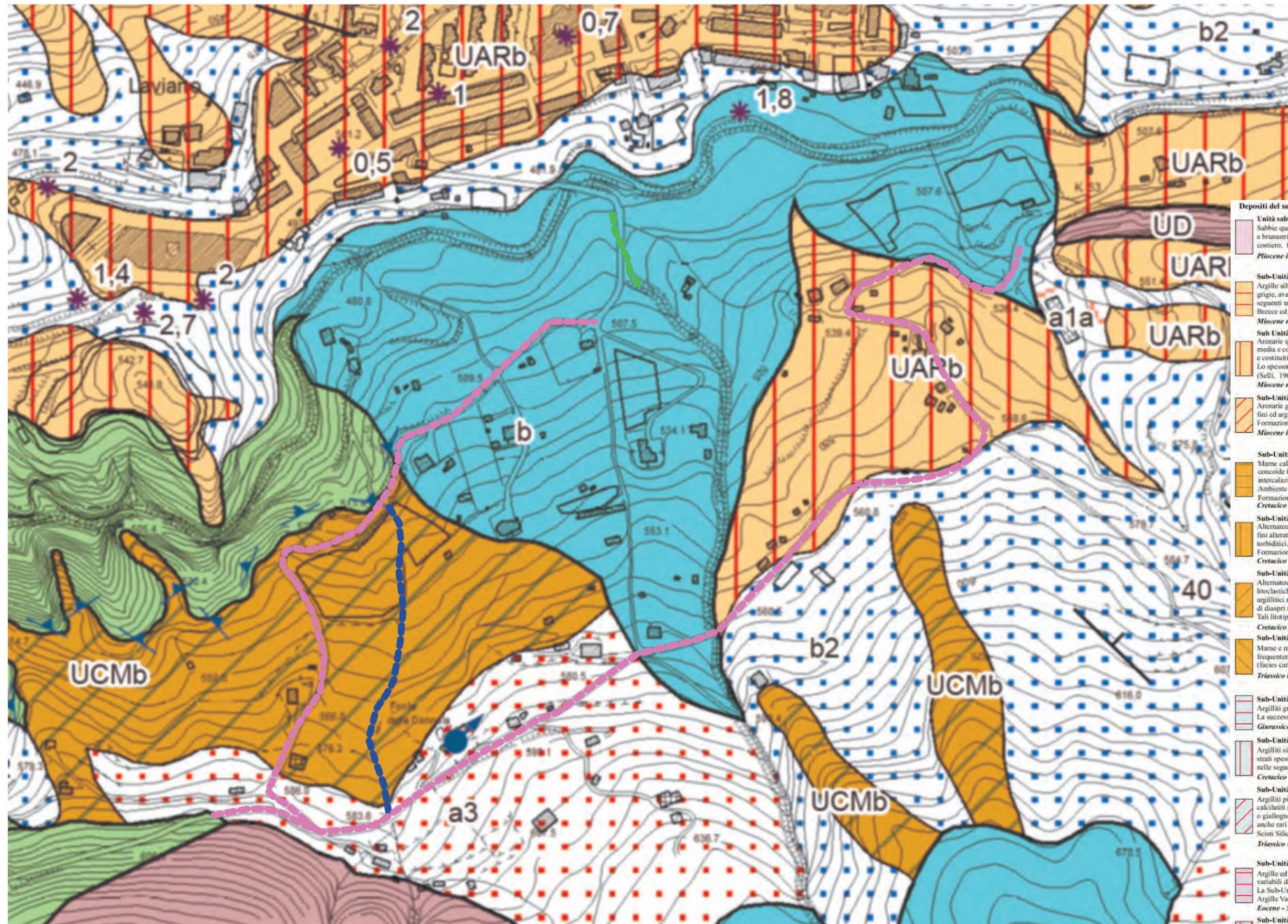
Planimetria catastale



Ubicazione con rilievo fotografico



Carta geologica



- ### Legenda interventi:
- **Lavorazioni stradali**
Manutenzione ordinaria e straordinaria
 - **Lavorazioni idrauliche**
Gabbionata rinverdità sponde Vallone della Donnula
 - Pulizia tratto alveo torrente

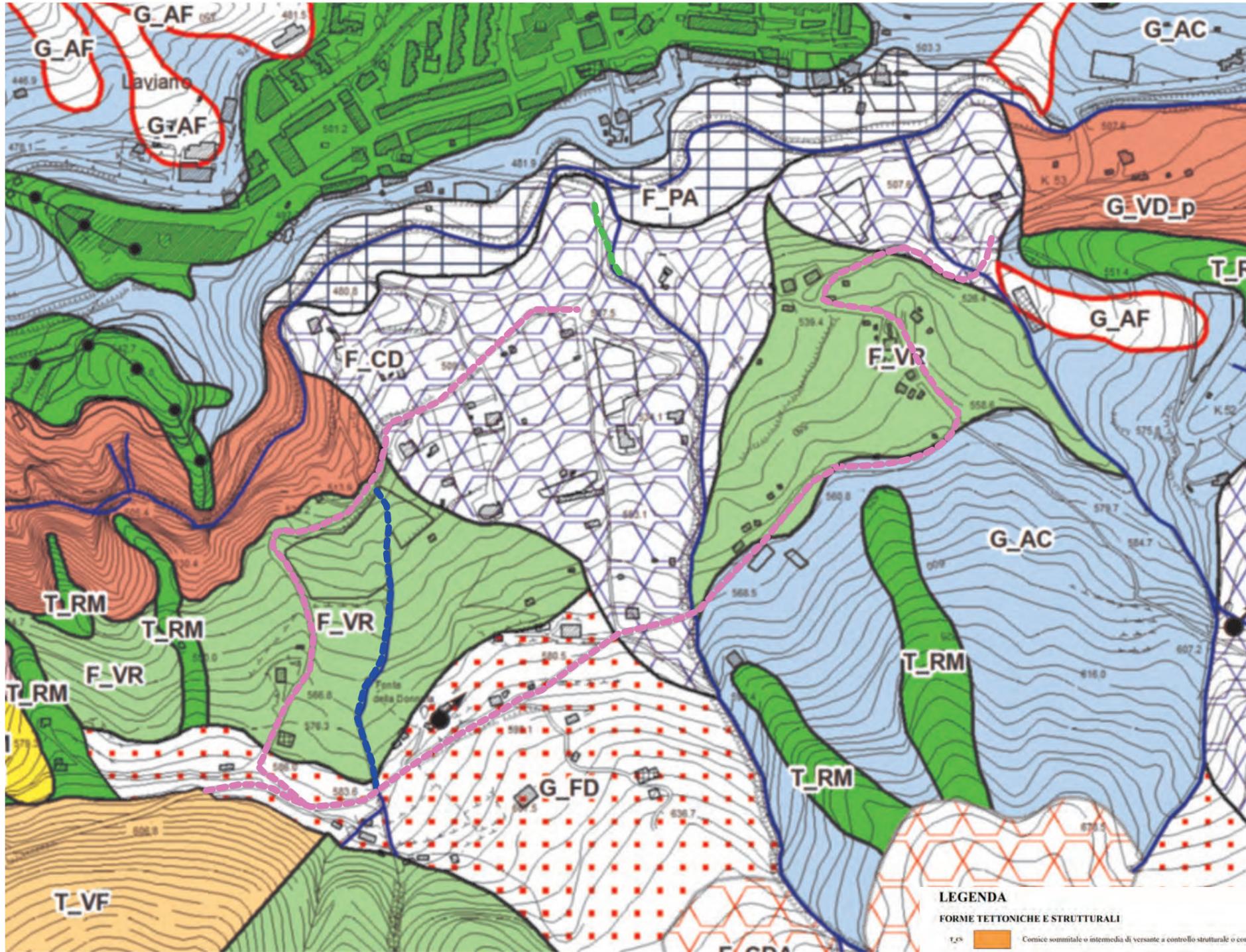
- ### LEGENDA
- Deposito antropico (h)**
Terreni caotici di riporto costituiti da argille, sabbie e ghiaie. Discarica di RSU.
Attuale
 - Depositi in formazione non distinti in base al bacino di pertinenza**
 - Deposito di frana (a1a)**
Accumuli gravitativi con assetto caotico, argilloso - limoso e subordinatamente a clasti eterometrici, con evidenze di evoluzione in atto del movimento. Franose. La natura degli elementi e della matrice dipende dalla successione originaria coinvolta. Spessore fino a 10 m circa.
Olocene - Attuale
 - Deposito di versante (a)**
Depositi clastici sciolti ad elementi carbonatici, calcareo - marnosi ed arenacei, di solito angolosi ed eterometrici, a matrice sabbioso - pellica brunstra, localmente arrossata.
Pomici e cenere incoerenti localmente rimangiate e pedogenizzate. riferibili ad eventi tardo-quaternari di centri eruttivi della provincia vulcanica campana. Spessore affiorante fino a 5 m.
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.
Depositi fluviali in alveo e di gola. Depositi di conoidi torrenziali attivi e localmente inattivi o quiescenti. Spessore fino a 10 m.
Olocene - Attuale
 - Coltri eluvio-colluviale (b2)**
Coltri alterliche e paleosoli con fenomeni di pedogenesi ancora in atto; sabbie e limi argillosi bruno - rossastri ad argille nerastre. Presenza di clasti di varia natura ed, a luoghi, elementi piroclastici rimanggiati. 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 faldà (a3)**
Depositi elastici carbonatici eterometrici e in subordine calcareo - marnosi ed arenacei, a matrice argilloso - limosa bruno o arrossata, talora asente, a luoghi addensati o parzialmente cementati, elinostrofici. Distribuito lungo fasce più o meno omogenee e continue al raccordo dei versanti con i fondovalle. Spessore fino a 30 m.
Pleistocene - Attuale
 - Depositi formati non distinti in base al bacino di pertinenza**
 - Deposito vulcanoclastico (l)**
Pomici e cenere incoerenti localmente rimangiate e pedogenizzate, riferibili ad eventi tardo-quaternari di centri eruttivi della provincia vulcanica campana. Spessore affiorante fino a 5 m.
Pleistocene superiore - Olocene
 - Deposito colluvio (d)**
Sabbie di colore giallo-ocra, a grana medio-fine, cementate, con laminazione incrociata alla mesoscala. Formano dune antiche della fascia costiera.
Lo spessore affiorante è dell'ordine di pochi metri.
Pleistocene medio-superiore

- Travertino (T)**
Travertino bianco - giallastri finomali e stromatolitici; travertini detritici e livelli ciottolosi in strati e banchi talora amalgamati. Ambiente deposizionale palustre.
Spessore variabile fino ad un massimo di 70 m. L'attribuzione cronologica è per posizione stratigrafica e morfologica.
Pleistocene medio p.p.
- Deposito alluvionale terrazzato (b1)**
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 conoidi torrenziali inattivi ed incisi. Lo spessore è di qualche decina di metri.
Pleistocene inferiore - Pleistocene medio-superiore
- Deposito di frana antica (a1b)**
Deposito caotico eterometrico ed eterogeneo, con pezzame litoso del substrato, in matrice siliceo-argillosa, pedogenizzato o parzialmente cementato in superficie. Spessore fino a 30 m.
Pleistocene inferiore - Pleistocene superiore?
- Breccie di pendio (br)**
Breccie carbonatiche eterometriche, talvolta a grandi blocchi, di solito clinostrofici. La matrice, se presente, è sabbioso - pellica e di colore bruno - rossastro.
Localizzate generalmente presso la base dei versanti. Spessore fino a 30 m.
Pleistocene inferiore-medio
- Conglomerati e breccie a dominante carbonatica (cb)**
Depositi di ambiente di conoidi e piana alluvionale tra loro in eteropia laterale. I depositi prossimali sono costituiti da ghiaie con livelli sabbiosi limosi, pedogenizzate, breccie calcaree anche a grandi blocchi, in abbondante matrice ghiaioso-sabbiosa; la stratificazione risulta indistinta ed il grado di cementazione medio-alto. I depositi distali sono costituiti da sabbie fini e silti carbonatici in strati piuttosto spessi, con rare strutture da correnti trattive; ciottoli carbonatici arrotondati e con matrice sabbioso-limosa. Localmente si rinvengono affioramenti di conglomerati a clasti poligenici, in banchi e strati. Sono presenti strutture trattive fluviali con embicatura dei clasti. Intercalazioni di travertini finomali e stromatolitici di colore giallastro. Presenza di paleosoli.
Spessore dell'ordine dei 150 m.
Pleistocene inferiore
- Deposito lacustre (e2)**
Alternanze di sabbie, silti ed argille brunastre, talvolta marnose, ben stratificate; rare intercalazioni conglomeratiche; presenza di livelli torbosi e lenti di lignite. Lo spessore è dell'ordine di poche decine di metri in affioramento, ma potrebbe raggiungere valori maggiori nel sottosuolo.
Pleistocene
- Conglomerati poligenici (Pc)**
Conglomerati poligenici, alternati a breccie granulari, sabbie giallastre con stratificazione parallela e laminazione incrociata concava ed argille grigie a stratificazione indistinta. Ambiente fluvio-lacustre. L'attribuzione cronologica della base è per posizione stratigrafica. Potenza non superiore ai 150 m.
Pleistocene superiore ? - Pleistocene inferiore
- Depositi sabbiosi (Pa)**
Sabbie travertinose (travertini detritici) anche con livelli ciottolosi decimetrici, in strati medio-spessi e banchi talora indistinti. Rari intervalli di sabbie quarzoso-litiche. A luoghi includono anche sottili livelli limoso-argillosi palustri. Ambiente deposizionale da palustre ad alluvionale. L'attribuzione cronologica della base è per posizione stratigrafica.
Spessore di diverse decine di metri.
Pleistocene superiore ? - Pleistocene inferiore (per posizione stratigrafica)

- ### Depositi del substrato
- Unità sabbioso-conglomeratica (USC)**
Sabbie quarzoso-litiche con spessore variabile di colore giallastro con intercalazioni di argille siltose in strati sottili di colore giallo-grigiastro e lenti di conglomerati poligenici rossastri e brunastri, a matrice sabbiosa e cemento calcareo. Localmente sono presenti argille ed argille siltose grigiastre. L'ambiente deposizionale è variabile, da continentale alluvionale a transizionale costiero, fino a marino di piattaforma neritica. Lo spessore stimato è di alcune centinaia di metri. Tali litotipi sono diffusi nell'Unità di Ariano (Ippolito et alii, 1973)
 - Pleistocene inferiore - Pleistocene medio**
 - UNITA' ARENACEA**
 - Sub-Unità Pellico-arenacea (UARa)**
Argille siltose biancastre, giallastre e grigiastre, marnose argillose micacee brunastre e grigio-azzurre, arenarie di colore grigio-ferro, avana e, per alterazione, ocracee; litanti medio-grossolane grigie, avana e brunastre, ricche in frammenti litici di natura sedimentaria e/o cristallina. Ambiente marino. Lo spessore stimato è di alcune centinaia di metri. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Formazione di Pollica (Ietto et alii, 1965), Formazione di Castelvetere (Pescatore et alii, 1965), Formazione di Monte Siero (Boenzi et alii, 1969), Breccie ed Arenarie di Piaggine (Sgrosso, 1981).
 - Miocene medio - Miocene 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 laminati, a grana media e con scarso grado di selezione dei clasti; paraconglomerati con concentrazioni in matrice ciottolosa, ortoconglomerati disorganizzati eterometrici e clasti pellici; i ciottoli sono subarrotondati e costituiti in prevalenza da calcareniti, marnose calcaree biancastre, rocce granitoidi, quarzi 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 (Ietto et alii, 1965), Formazione di Monte Sacro (Selli, 1962), Formazione di Gorgoglione (Selli, 1962), Breccie ed Arenarie di Piaggine (Sgrosso, 1981), Ruditi degli Albuni (Santo, 1988), Formazione di Castelvetere (Pescatore et alii, 1970).
 - Miocene medio - Miocene superiore**
 - Sub-Unità Arenaceo-quarzosa (UARc)**
Arenarie giallastre e grigiastre, quarzose, con clasti di quarzo arrotondati e smerigliati, da fini a grossolane, con matrice giallastra siltosa, laminata, localmente in grossi strati passanti ad arenarie fini ed argille siltose. Ambiente marino. Lo spessore stimato è di alcune decine di metri. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Flysch Numidico Auct...
Miocene inferiore
 - UNITA' CALCAREO - MARNOSA**
 - Sub-Unità Marnoso-calcareo (UCMa-a)**
Marnose calcaree, calcareniti e calcareniti marnose biancastre in strati medi e spessi, talora laminati, calcari marnosi grigiastri, marnose grigio-chiare o verdognole in strati sottili e medi, a frattura concoidale talora rossiccia o alterate; calcareniti ricristallizzate e calcareniti fini grigio-avana in strati sottili e medi. Calcareniti di colore verdastro e marroncino chiaro, talora laminati, con intercalazioni di argille ed argille marnose laminati di colore verde; marnose argillose laminati e marnose silicizzate; intercalazioni di arenarie micacee a gradazione medio-fine di colore grigio-scuro. Ambiente marino. Lo spessore stimato è di alcune centinaia di metri. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Formazione di Monte S. Arcangelo (Selli, 1962), Formazione di Paola Doce (Pescatore et alii, 1992).
Cretacico superiore - Miocene inferiore
 - Sub-Unità Calcareo-argillosa (UCMa-b)**
Alternanze di calcari, generalmente silicizzati, a grana fine, raramente media e grossolana, ed argilliti bruno, talora rosso e verde chiaro, frequentemente fissili. Presenza di arenarie quarzose fini alterate ed arrossate. Gli strati sono generalmente di spessore decimetrico o centimetrico. Talora si osserva la laminazione parallela e convoluta. Ambiente di deposizione marino, con processi torboidali. Lo spessore stimato è di almeno 200 m. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Formazione del Sacerno (Selli, 1962).
Cretacico - Oligocene
 - Sub-Unità Calcareo-marnosa (UCMb)**
Alternanze di calcari e marnose rossastre, verdastre e grigiastre, in strati di dimensioni variabili dal centimetro ad alcuni decimetri. Calcareniti grigio-verdastre biotoclastiche associate a calcareniti litoclastiche e breccie calcaree. Le calcareniti e calcareniti, in banchi, mostrano nell'insieme una stratificazione irregolare, poggiano comunemente con basi erosive e canalizzate su orizzonti argillitici rossastri sovente deformati per carico, e sono associate a calcareniti fini laminati, marnose, marnose calcaree e silicifere ed argille marnose e siltose, grigio-verdastre e rosso-bruno, livelli di diaspri rossi in strati sottili. Ambiente marino. Lo spessore stimato è di alcune centinaia di metri. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Flysch Rosso (Scandone, 1972).
Cretacico inferiore p.p. - Miocene inferiore
 - Sub-Unità Calcareo-marnoso-arenacea (UCMc)**
Marnose e marnose argillose, argilliti scagliose, talora ricche in lamellibranchi, arenarie quarzose a grana fine. Calcari massivi (biotiti) algali e calcari dolomitici, calcareniti a matrice argillosa, frequentemente silicizzate con resti di alghe, gasteropodi e lamellibranchi. L'ambiente di deposizione è marino e varia da tidale a bacinale (facies argillitiche e arenacee) a scogliera (facies carbonatiche). Lo spessore stimato è di alcune centinaia di metri. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Formazione di M. Facto (Scandone, 1967).
Triassico inferiore p.p. - Triassico superiore p.p.
 - UNITA' ARGILLITICA**
 - Sub-Unità Argillosa-silicifica (UASa)**
Argilliti grigio scure e nerastre alterate a quarzareniti di colore grigio o verde. Black shales e, verso l'alto, sempre più frequenti e spesse intercalazioni di torbiditi carbonatiche a grana fine. La successione si presenta fortemente deformata. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Formazione delle Crete Nere (Selli, 1962).
Giurassico superiore - Eocene
 - Sub-Unità Scagliosa (UASb)**
Argilliti siltose, raramente marnose, di colore scuro (grigio o bruno ma anche nerastro) con aspetto galestriforme ed impregnazioni ferro-manganese color ruggine. Si presentano in pacchi di strati spessi 1-2 m, di solito molto tettonizzate, con intercalazioni di marnose e calcari marnosi grigi, anche siliciferi, in strati decimetrici, e di arenarie micacee grigiastre. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Argille Varicolori Inferiori (Ognibeni, 1969).
Cretacico
 - Sub-Unità Argillitica Silicifera (UASc)**
Argilliti più o meno silicifere di colore nerastro, o anche grigio cenere, violaceo, verdognolo, dalla tipica alterazione in forme prismatiche appuntite ("galestri"), associate a calcareniti fini e calcareniti silicifere, calcari marnosi e marnose di colore ocraceo o biancastro. Radoliti polimerici e diaspri. I calcari marnosi possono essere massivi o laminati, silicizzati e alterati, grigi o giallognolo-marrati, talora "pseudomorfici" con frattura prismatiche. Le argille marnose e le argilliti silicifere sono di colore grigio scuro con livelli, violetti, giallognoli e azzurrastri; si osservano anche rari livelli di calcareniti e breccie giate. Ambiente marino bacinale. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Flysch Galestro (Scandone, 1967), Scisti Silicei (Scandone, 1967).
Triassico superiore p.p. - Cretacico inferiore
 - UNITA' ARGILLOSA**
 - Sub-Unità Variiegata (UAGa)**
Argille ed argille siltose, talvolta marnose di colore grigio, rosse, verdi e violacee localmente chiare o scure, con intercalazioni di calcari e calcari marnosi bianco-giallastri in strati di dimensioni variabili da 0,5 cm fino ad alcuni decimetri; tali intercalazioni diventano più frequenti ed aumentano di spessore verso la parte alta della successione. Occasionalmente si rinvengono arenarie e siltiti.
La Sub-Unità Variiegata è presente anche come elinostrofici all'interno di altre unità (UARa ed UARb). Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Argille Varicolori Superiori (Ognibeni, 1969).
Eocene - Miocene inferiore
 - Sub-Unità Policroma (UAGb)**
Argille, marnose, marnose argillose e marnose siltose di colore rossastro, verdastro e grigio-verdognolo, in strati e banchi di spessore variabile da alcuni decimetri a qualche metro. Gli intervalli marnosi presentano, di solito, una laminazione piano-parallelà e debolmente ondulata. Presenti intercalazioni di calcareniti fini laminati. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Flysch Rosso (Scandone, 1972).
Cretacico inferiore p.p. - Miocene inferiore
 - UNITA' CALCAREO-SILICIFERA**
 - Unità Calcareo-silicifera (UCS)**
Calcareniti con liste e nodali di selce, calcari dolomitici con liste e nodali di selce con spessore degli strati generalmente centimetrico e decimetrico; intercalati livelli di conglomerati intra-formativi, di argilliti e di marnose argillose grigio-verdastre. L'ambiente di deposizione è marino di bacino profondo. Tali litotipi sono diffusi nelle seguenti unità litostratigrafiche: Calcari con selce (Scandone, 1967).
Triassico medio p.p. - Triassico superiore p.p.
 - UNITA' CALCAREA**
 - Unità Calcarea (UC)**
Calcari bianco-grigiastri, calcareniti da ben stratificate a massive, calcareniti e calcareniti stratificate. Calcareniti fini detritiche (calcari pseudocristallini). La stratificazione, qualora presente, è prevalentemente tabulare, talora ritmica, con giunti di strato localmente stilizzati. Presenti fossili come bivalvi, gasteropodi, in livelli discontinui di spessore variabile (2 m-10 cm) oppure isolati o concentrati in porzioni di strato. L'ambiente di deposizione di solito varia da lagunare a subtidale ma anche a scarpata. Lo spessore di tale unità può raggiungere i 3000 m. L'unità UC è presente anche come lenti e olistoliti all'interno di altre unità (UCMa, UARa e UARb). Tali litotipi sono diffusi nelle successioni calcaree delle Unità di Piattaforma Carbonatica sud-appenninica.
Giurassico p.p. - Miocene inferiore
 - UNITA' DOLOMITICA**
 - Unità Dolomitica (UD)**
Dolomie bianche o grigie, da ben stratificate a massive, macro e micro-cristalline, talvolta a bande chiare e scure. A luoghi le dolomie possono alternarsi a calcari oolitici e/o saccaroidi, calcari stromatolitici dolomitizzati, calcari variamente cristallizzati con resti di gasteropodi e lamellibranchi spazzati. L'ambiente di deposizione varia da lagunare a scarpata. Lo spessore affiorante supera i 900 m. Tali litotipi sono diffusi nelle successioni dolomitiche delle Unità di Piattaforma Carbonatica sud-appenninica.
Triassico superiore - Paleocene

- ### Simbologia
- Stratificazione orizzontale
 - Stratificazione verticale
 - Stratificazione rovesciata
 - Stratificazione contorta
 - Giacitura degli strati
 - Pozzo
 - Sorgente termominerale
 - Sorgente perenne
 - Sorgente temporanea
 - Spessore stimato in situ
 - Spessore rappresentativo dell'unità (da segnalazione)
 - Fascia Cataclastica (3010)
 - Lineamento tettonico di incerta definizione (tratteggiato ove presunto)
 - Faglia diretta (tratteggiata ove presunta)
 - Faglia inversa (tratteggiata ove presunta)
 - Sovrascorrimento (tratteggiato ove presunto)

Carta geomorfologica



FORME FLUVIO - TORRENTIZIE E DI VERSANTE DOVUTE A DILAVAMENTO

- F_CA [Pattern] Area calanchiva
- F_CD [Pattern] Conoide detritico - alluvionale quiescente, reiciso
- F_CDA [Pattern] Conoide detritico - alluvionale attivo, poco o non reiciso
- F_CM [Color] Concavità morfologica di versante
- F_CS [Pattern] Relitto di conoide detritico - alluvionale sospeso sul fondovalle
- F_FR [Color] Scarpata di erosione fluviale
- F_GL [Color] Glacis di accumulo
- F_GR [Color] Area di bacino caratterizzata da reticolo idrografico gerarchizzato
- F_PA [Color] Pianura alluvionale
- F_SC [Color] Scarpata di terrazzo fluviale
- F_TP [Color] Terrazzo
- F_VC [Color] Vallecchia a conca
- F_VP [Color] Vallecchia a fondo piatto
- F_VR [Color] Settore di versante regolare caratterizzato da poche incisioni
- F_ZL [Symbol] Alveo in erosione laterale
- F_ZC [Symbol] Solco di ruscellamento concentrato
- F_AN [Symbol] Anomalia del reticolo idrografico

FORME ANTROPICHE

- A_CAB [Symbol] Cava e cava abbandonata
- A_DIS [Color] Discarica principale
- A_M [Symbol] Strada o alveo coperto
- A_CAI [Symbol] Corso d'acqua pensile in argine artificiale
- A_SC [Symbol] Orlo di scarpata di cava

FORME DI GENESI COMPLESSA

- G_EF [Color] Superficie di erosione ero fluvio - denudazionale

IDROGRAFIA

- I_AL [Color] Alveo fluviale
- I_SA [Color] Specchio d'acqua
- I_RI [Color] Reticolo idrografico
- I_PP [Symbol] Pozzo
- I_SM [Symbol] Sorgente termominerale
- I_SP [Symbol] Sorgente perenne
- I_ST [Symbol] Sorgente temporanea

FORME CARSICHE

- C_CD [Color] Campo di doline
- C_DC [Color] Depressione carsica a controllo strutturale
- C_KF [Color] Karren field evoluto su versante regolare o di faglia
- C_DI [Symbol] Dolina
- C_IN [Symbol] Inghiottitio

DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE DI VERSANTE

- F_VI [Symbol] Versante interessato da deformazioni profonde
- F_CP [Color] Contropendenza
- F_TR [Symbol] Trinca

LEGENDA

FORME TETTONICHE E STRUTTURALI

- T_CS [Color] Cornice sommitale o intermedia di versante a controllo strutturale o cornice di morfoselezione
- T_PS [Color] Facetta di scarpata tettonica
- T_PC [Color] Piceo roccioso o terrone di roccia
- T_RM [Color] Ripiano morfologico e crinale a debole pendenza
- T_VF [Color] Versante di faglia
- T_VS [Color] Versante di strato
- T_CR [Symbol] Cresta

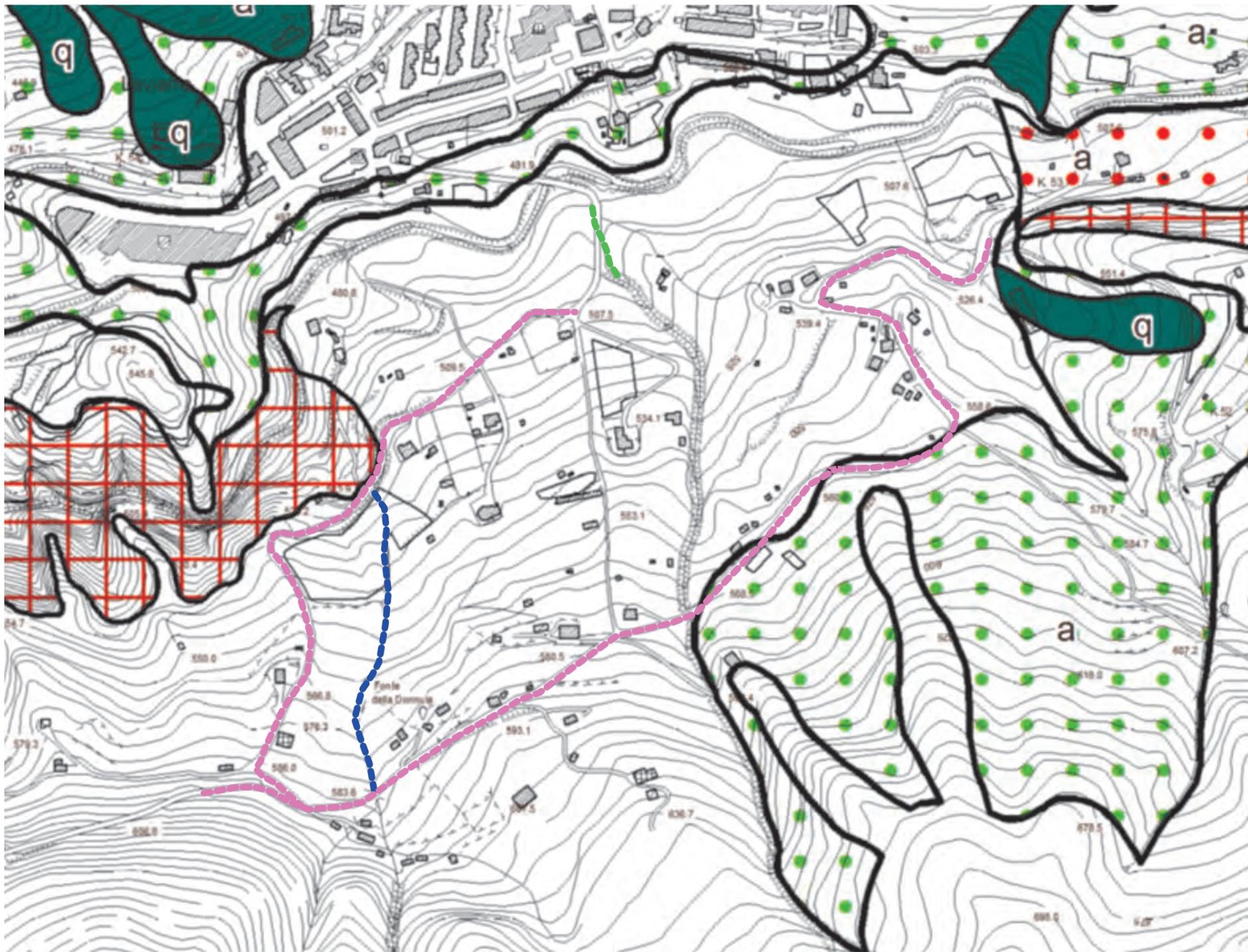
FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'

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

Legenda interventi:

- **Lavorazioni stradali**
Manutenzione ordinaria e straordinaria
- **Lavorazioni idrauliche**
Gabbionata rinverdità sponde Vallone della Donnula
- Pulizia tratto alveo torrente

Carta inventario dei fenomeni franosi



LEGENDA INVENTARIO FENOMENI FRANOSI

Simbologia poligonale

	Inattivo			
	Attivo/rattivato/sospeso	Quiescente	Stabilizzato	Retto
Crollo/Ribaltamento				
Scivolamento rotazionale/traslattivo				
Eansione				
Colamento lento				
Colamento rapido				
Sprofondamento				
Complesso				
DGPV				
Area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi				
1) Zona di distacco				
2) Zona di transito/accumulo				
Area soggetta a sprofondamenti diffusi				
Area soggetta a deformazioni lente diffuse				

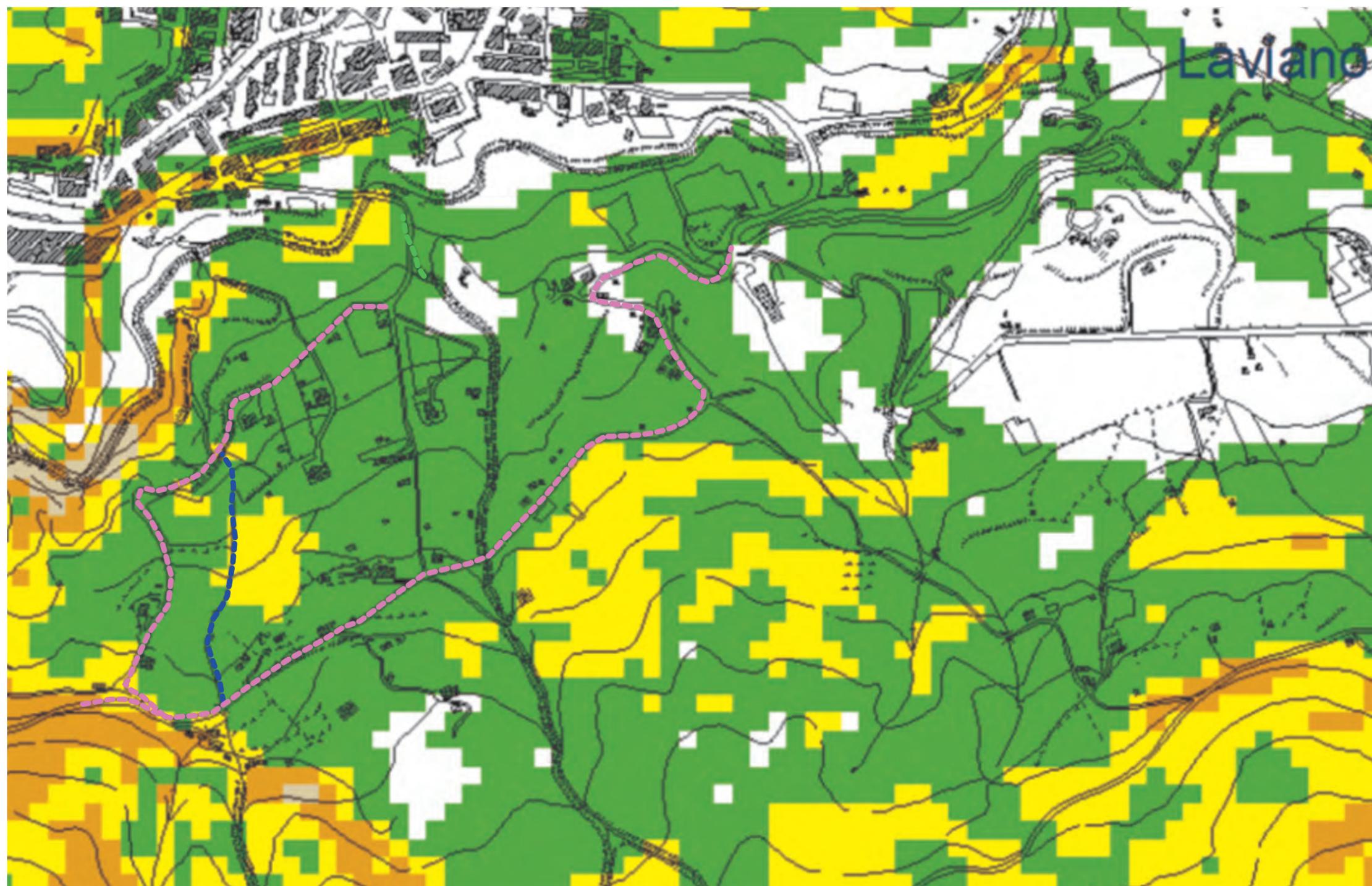
Simbologia puntuale

	Inattivo			
	Attivo/rattivato/sospeso	Quiescente	Stabilizzato	Retto
Crollo/Ribaltamento				
Scivolamento rotazionale/traslattivo				

Legenda interventi:

- Lavorazioni stradali**
Manutenzione ordinaria e straordinaria
- Lavorazioni idrauliche**
Gabbionata rinverdità sponde Vallone della Donnula
- Pulizia tratto alveo torrente

Carta delle acclività



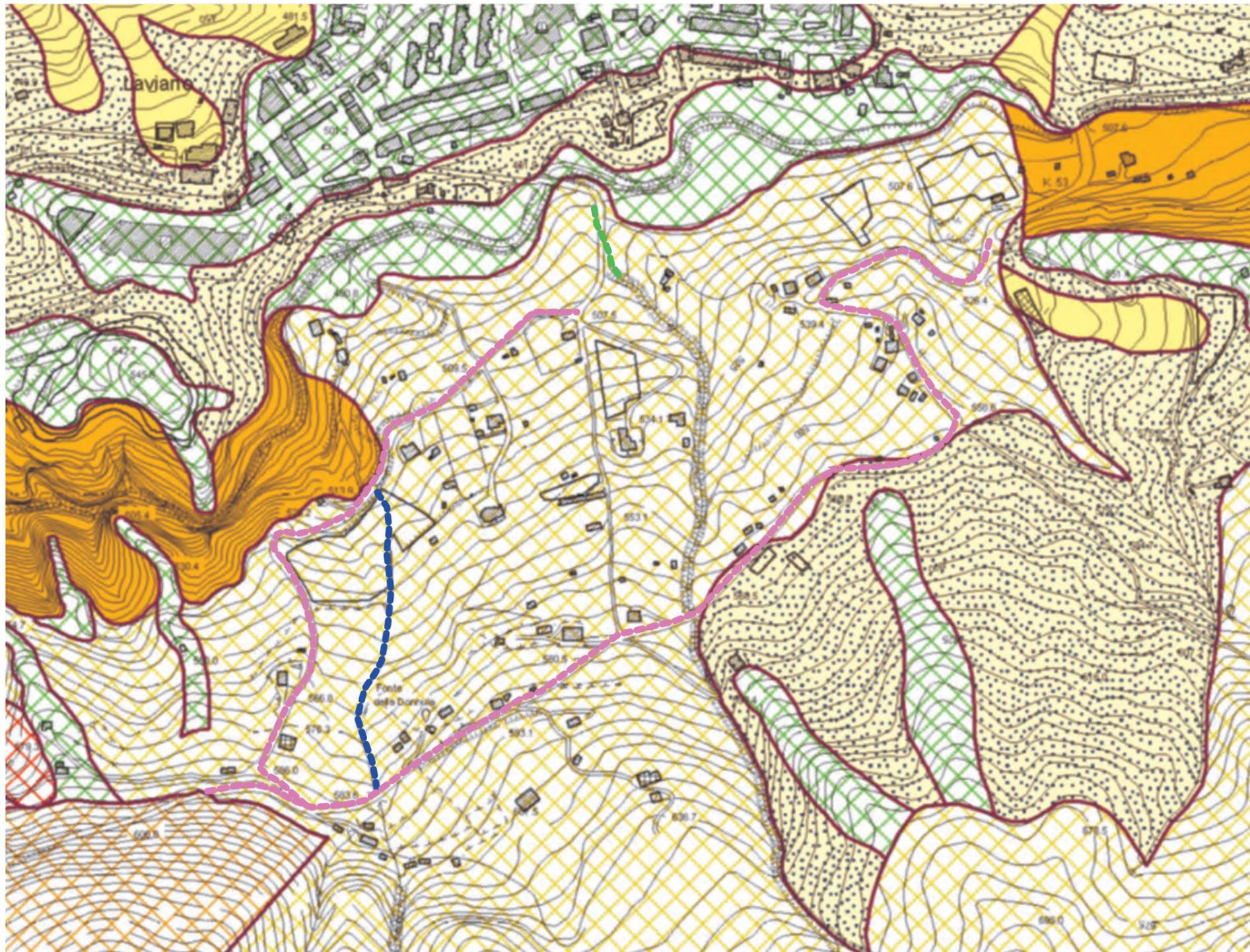
LEGENDA



Legenda interventi:

- Lavorazioni stradali**
Manutenzione ordinaria e straordinaria
- Lavorazioni idrauliche**
Gabbionata rinverdità sponde Vallone della Donnula
- Pulizia tratto alveo torrente

Carta della pericolosità da frana



LEGENDA

Pericolosità reale

- Pf1** Suscettibilità moderata, per frane da bassa a media intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
- Suscettibilità media, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse e stato attivo
- Pf2** Suscettibilità media, per frane da media ad alta intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
- Pf3** Suscettibilità elevata, per frane di alta intensità e stato compreso tra attivo e quiescente

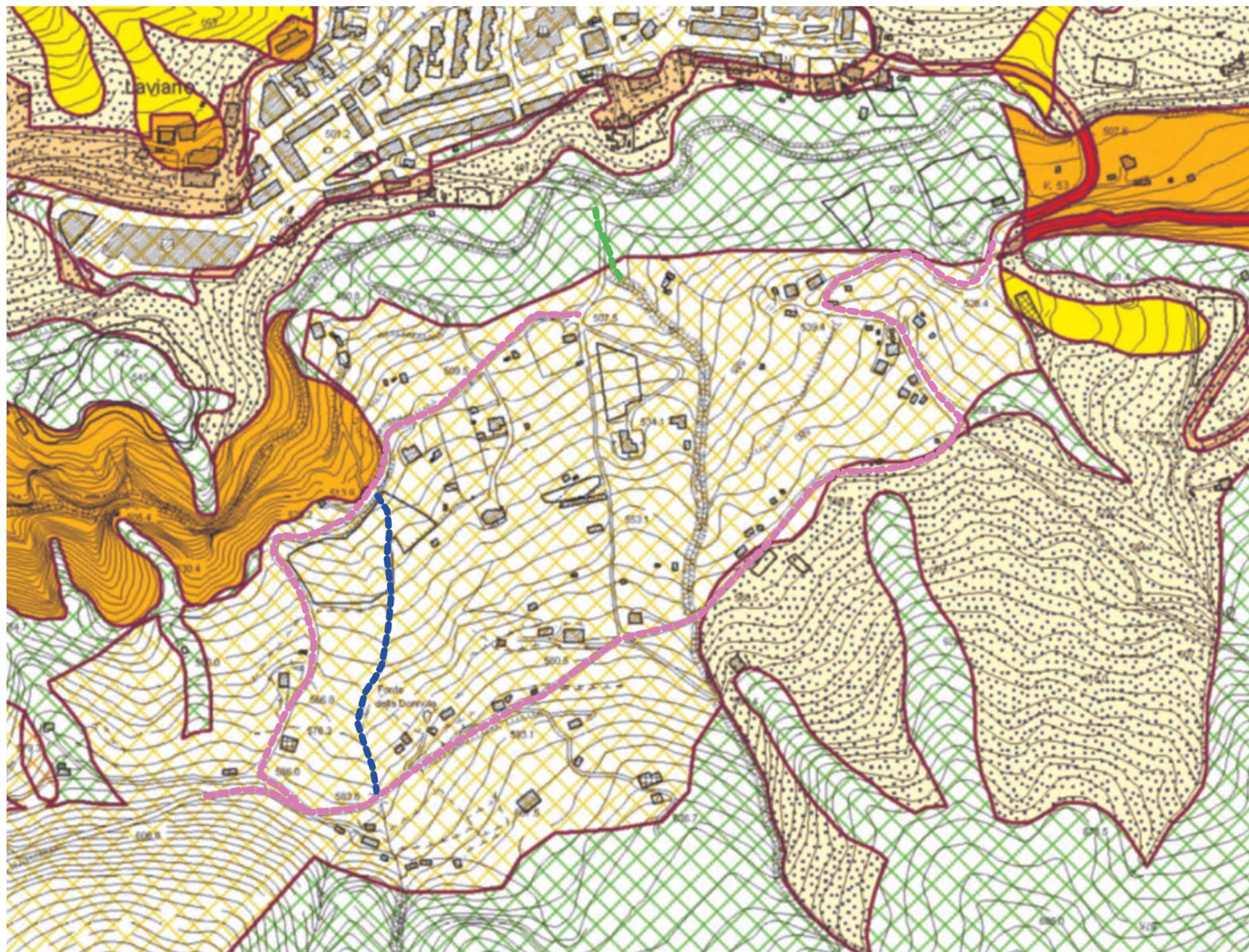
Pericolosità potenziale

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

Legenda interventi:

- Lavorazioni stradali**
Manutenzione ordinaria e straordinaria
- Lavorazioni idrauliche**
Gabbionata rinverdita sponde Vallone della Donnula
- Pulizia tratto alveo torrente

Carta rischio da frana



Legenda

Rischio reale

- Rt** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana P11, con esposizione a un danno moderato o medio
- Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana P12a, con esposizione a un danno moderato o medio, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse
- R12** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana P12, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana P11, con esposizione a un danno elevato o altissimo
- Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana P12a, con esposizione a un danno elevato o altissimo per aree soggette a deformazioni lente e diffuse
- R13** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana P13, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana P12, con esposizione a un danno elevato o altissimo
- R14** Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana P13, 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

Legenda interventi:

- Lavorazioni stradali**
Manutenzione ordinaria e straordinaria
- Lavorazioni idrauliche**
Gabbionata rinverdita sponde Vallone della Donnula
- Pulizia tratto alveo torrente

Carta ubicazione delle indagini



Sondaggio Geologico S1



Stendimento sismico MASW



Campione indisturbato C1S1



PROVE IN SITO E DI LABORATORIO

Cantiere
Comune di LAVIANO (SA)

Riferimento
Sondaggio S1 - Loc. Ogliara - Pistello - Lepre

Tipo Carotaggio
carotaggio continuo

Profondità Raggiunta
25 metri

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass. Catalog.	Falda	NOTE
1		Suolo argillo limoso con sabbia e ciottoli carbonatici, associato a riporto antropico. Deposito di colore marrone scuro.	1.00						
2		Deposito limo argillo-sabbioso con ciottoli, di colore marrone.	2.20						
3		Argilla con limo e sabbia di colore avana-marrone chiaro.		← 2.50 → ← 3.00 →					
4			4.40						
5							cassetta n° 1		
6									
7									
8									
9									
10							cassetta n° 2		
11		Argilla e argilla mamosa di colore grigio prevalente; presenza di livelli e/o strati maggiormente lapidei (anche decimetrici) e/o arenacei. Deposito nel complesso compatto.					(RM)		
12							← 12.00 →		
13									
14									
15							cassetta n° 3		
16									
17									
18									
19									
20							cassetta n° 4		
21									
22									
23									
24									
25			25.00		← (CS) 25.00 →		cassetta n° 5		
26									

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
 Carotaggio: carotaggio continuo
 Sonda: Carotaggio: carotaggio continuo

Cantiere
Comune di LAVIANO (SA)

Riferimento
Sondaggio S1 - Loc. Ogliara - Pistello - Lepre

Tipo Carotaggio
carotaggio continuo

Profondità Raggiunta
25 metri

Prove di laboratorio

Campione: 1

Tipo: S-Pareti Sottili

Profondità: -2.50 | -3.00

Contenuto d'acqua: 36.70 %

Peso di volume naturale: 17,3 kN/m³

Peso specifico: 24,9 kN/m³

GRANULOMETRIA

Argilla: 49.5 %

Limo: 37.2 %

Sabbia: 12.4 %

Ghiaia: 0.9 %

LIMITI DI ATTERBERG

Limite liquido: 65.5 %

Limite plastico: 126.2 %

Indice di consistenza: ---- %

Indice di plasticità: 139.3 %

Attività: 0.00

TAGLIO DIRETTO (RESISTENZA DI PICCO)

Coesione drenata: 24.1 kPa

Angolo di attrito: 21.3 °

TAGLIO DIRETTO (RESISTENZA RESIDUA)

Coesione drenata: 0.00 kg/cm²

Angolo di attrito: 0.00 °

TRIASSIALE

Coesione non drenata: 0.00 kg/cm²

Cantiere
Comune di LAVIANO (SA)

Riferimento
Sondaggio S1 - Loc. Ogliara - Pistello - Lepre

Tipo Carotaggio
carotaggio continuo

Profondità Raggiunta
25 metri

Prove di laboratorio

N°/ID Cass. catalogatrice: cassetta n° 1
Quota: -5.00



Campione prelevato: 2,50 - 3,00 m

Cantiere
Comune di LAVIANO (SA)

Riferimento
Sondaggio S1 - Loc. Ogliara - Pistello - Lepre

Tipo Carotaggio
carotaggio continuo

Profondità Raggiunta
25 metri

Prove di laboratorio

N°/ID Cass. catalogatrice: cassetta n° 2
Quota: -10.00



Cantiere
Comune di LAVIANO (SA)

Riferimento
Sondaggio S1 - Loc. Ogliara - Pistello - Lepre

Tipo Carotaggio
carotaggio continuo

Profondità Raggiunta
25 metri

Prove di laboratorio

N°/ID Cass. catalogatrice: cassetta n° 3
Quota: -15.00



Cantiere
Comune di LAVIANO (SA)

Riferimento
Sondaggio S1 - Loc. Ogliara - Pistello - Lepre

Tipo Carotaggio
carotaggio continuo

Profondità Raggiunta
25 metri

Prove di laboratorio

N°/ID Cass. catalogatrice: cassetta n° 4
Quota: -20.00



Cantiere
Comune di LAVIANO (SA)

Riferimento
Sondaggio S1 - Loc. Ogliara - Pistello - Lepre

Tipo Carotaggio
carotaggio continuo

Profondità Raggiunta
25 metri

Prove di laboratorio

N°/ID Cass. catalogatrice: cassetta n° 5
Quota: -25.00



FOTO SONDAGGIO



CERTIFICATO DI PROVA N°: TR887/A	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 26/01/22	Inizio analisi: 20/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR887 del 20/01/22		Apertura campione: 20/01/22	Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Comune di Laviano	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Goffredo Angelo	RIF. ACCETTAZIONE: TR887 del 20/01/22
RIFERIMENTO: realizzazione dei lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico alla località "Ogliara-Pistello-Lepre" del comune di Laviano (SA)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: **Norma ASTM D 2216**

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 36,7 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: **110 °C**



Lo Sperimentatore
Ing. **Donatella Potenza**

Il Direttore del Laboratorio
Ing. **Pasquale Capozzoli**

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR887/B	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 26/01/22	Inizio analisi: 21/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR887 del 20/01/22		Apertura campione: 20/01/22	Fine analisi: 21/01/22
COMMITTENTE: Comune di Laviano	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Goffredo Angelo	RIF. ACCETTAZIONE: TR887 del 20/01/22	
RIFERIMENTO: realizzazione dei lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico alla località "Ogliara-Pistello-Lepre" del comune di Laviano (SA)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50 - 3,00	
<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 17,3 kN/m³



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR887/C	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 26/01/22	Inizio analisi: 24/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR887 del 20/01/22		Apertura campione: 20/01/22	Fine analisi: 24/01/22

COMMITTENTE: Comune di Laviano	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Goffredo Angelo	RIF. ACCETTAZIONE: TR887 del 20/01/22
RIFERIMENTO: realizzazione dei lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico alla località "Ogliara-Pistello-Lepre" del comune di Laviano (SA)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 24,9 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 24,9 kN/m³

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,1 °C

Disaerazione eseguita per bollitura



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR887/D	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 26/01/22	Inizio analisi: 21/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR887 del 20/01/22		Apertura campione: 20/01/22	Fine analisi: 24/01/22

COMMITTENTE: Comune di Laviano	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Goffredo Angelo	RIF. ACCETTAZIONE: TR887 del 20/01/22
RIFERIMENTO: realizzazione dei lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico alla località "Ogliara-Pistello-Lepre" del comune di Laviano (SA)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

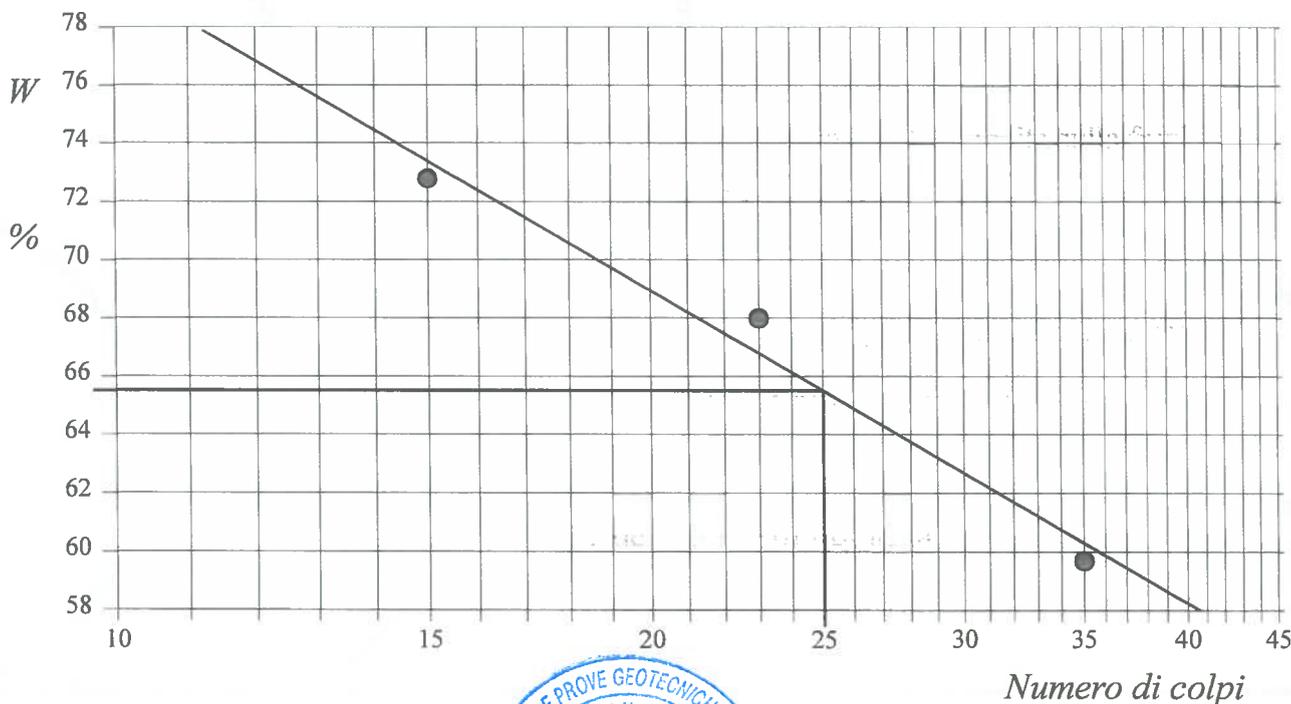
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	65,5 %
Limite di plasticità	26,2 %
Indice di plasticità	39,3 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'				LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	23	35	Umidità (%)	26,7	25,7
Umidità (%)	72,8	68,0	59,7	Umidità media	26,2	

Determinazione del Limite di liquidità



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015

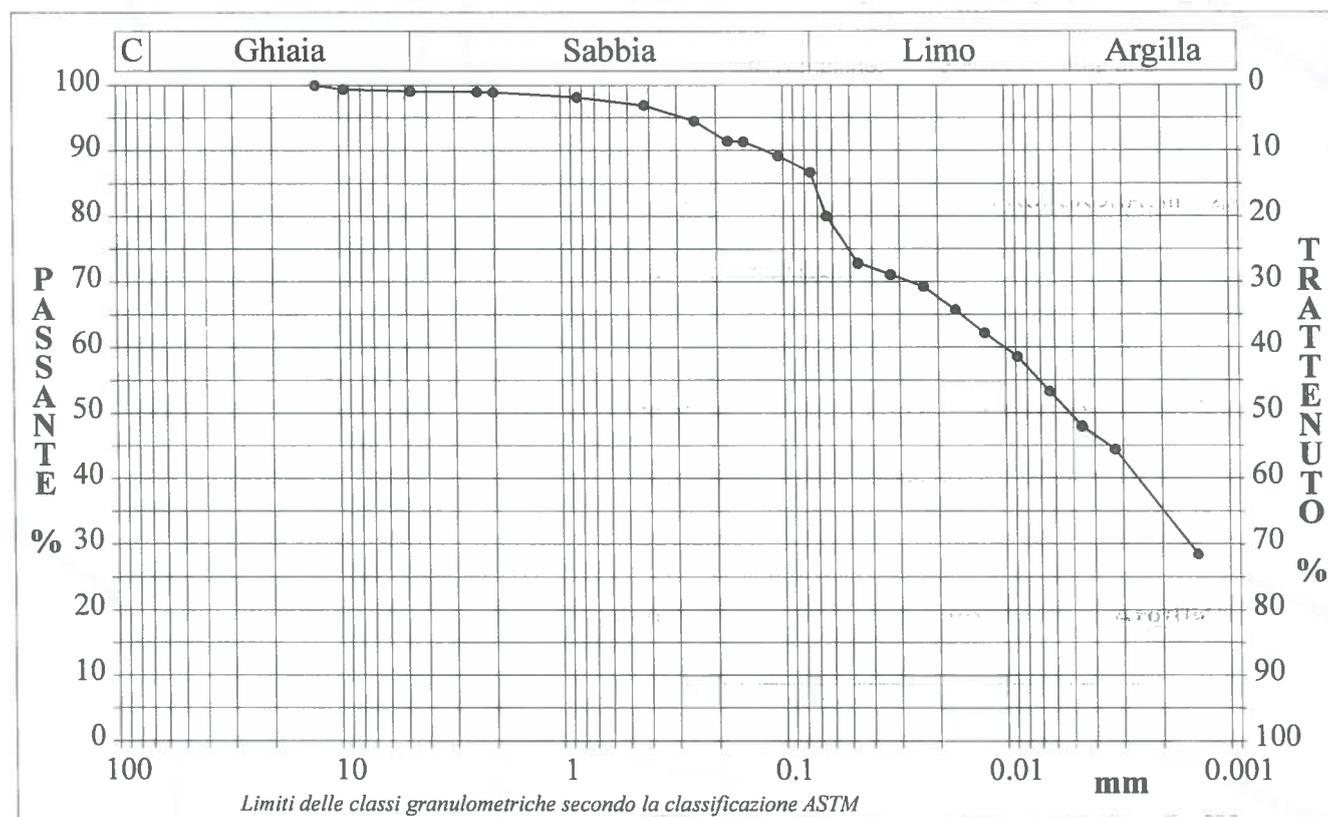
CERTIFICATO DI PROVA N°: TR887/E	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 26/01/22	Inizio analisi: 21/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR887 del 20/01/22		Apertura campione: 20/01/22	Fine analisi: 25/01/22

COMMITTENTE: Comune di Laviano	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Goffredo Angelo	RIF. ACCETTAZIONE: TR887 del 20/01/22
RIFERIMENTO: realizzazione dei lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico alla località "Ogliara-Pistello-Lepre" del comune di Laviano (SA)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma C.N.R. 23/1971

Ghiaia	0,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,0 %	D10	---	mm
Sabbia	12,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	96,7 %	D30	0,00151	mm
Limo	37,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	86,7 %	D50	0,00517	mm
Argilla	49,5 %			D60	0,01004	mm
Coefficiente di uniformità ---		Coefficiente di curvatura ---		D90	0,11952	mm



Diametro mm	Passante %								
12,7000	100,00	0,8410	98,19	0,1050	89,20	0,0234	69,32	0,0046	47,99
9,5200	99,38	0,4200	96,91	0,0750	86,73	0,0167	65,77	0,0033	44,44
4,7500	99,11	0,2500	94,52	0,0637	79,98	0,0124	62,21	0,0014	28,44
2,3600	99,00	0,1770	91,48	0,0462	72,88	0,0088	58,66		
2,0000	98,96	0,1500	91,40	0,0329	71,10	0,0064	53,32		

Classificazione A.G.I. del campione: Argilla con limo sabbiosa.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR887/F	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 26/01/22	Inizio analisi: 21/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR887 del 20/01/22		Apertura campione: 20/01/22	Fine analisi: 24/01/22

COMMITTENTE: Comune di Laviano	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Goffredo Angelo	RIF. ACCETTAZIONE: TR887 del 20/01/22
RIFERIMENTO: realizzazione dei lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico alla località "Ogliara-Pistello-Lepre" del comune di Laviano (SA)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50 - 3,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	200	400	600
Tensione a rottura (kPa):	107	175	263
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2,26 -0,25	3,81 -0,49	3,50 -0,57
Umidità iniziale e umidità finale (%):	36,8 38,5	36,7 34,0	36,7 31,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17,1 19,2	17,4 19,6	17,5 19,8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	94,6 100,0	97,9 100,0	98,5 100,0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 24,1 kPa
Angolo di attrito interno: 21,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

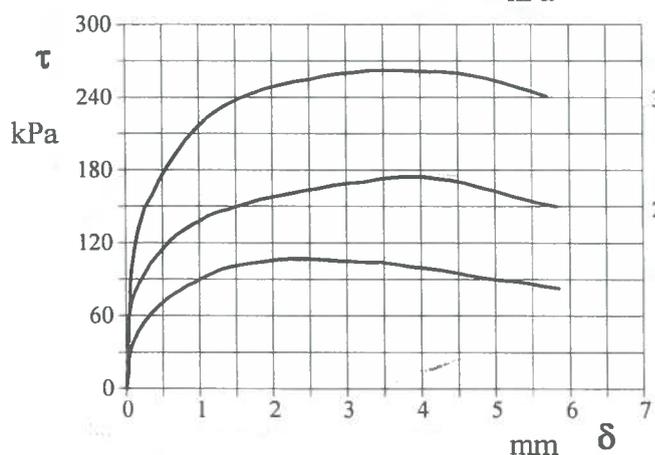
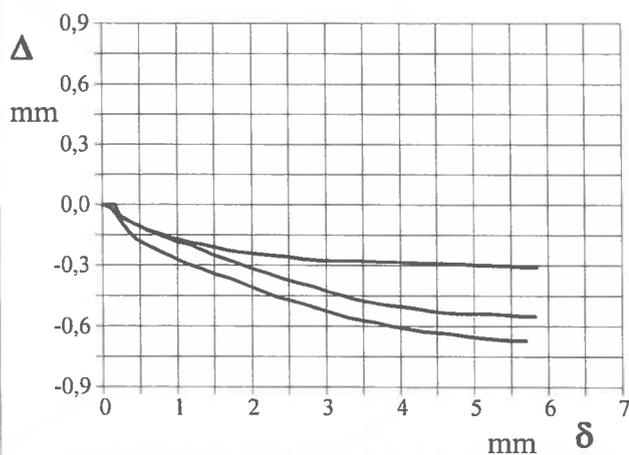
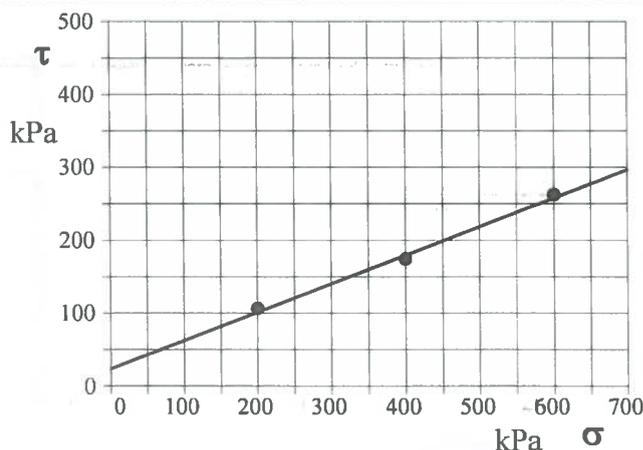


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con il sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015



INGEO sas - via Roma 48/c - 85033 Episcopia (PZ) - Italy
P.IVA e C.F. : 01927240760 - tel.:(+39) 0973655058
www.ingeoprospezioni.it - info@ingeoprospezioni.it

REGIONE CAMPANIA

COMUNE DI LAVIANO

SALERNO

Progetto di “Mitigazione del rischio idrogeologico alla località Ogliara - Pistello – Lepre”

Committente: TRIVELLAZIONI CUPO

PROSPEZIONI GEOFISICHE:

MASW



 **INGEO sas**
Società di servizi

(DOTT. NICOLA DONADIO)

Nell'ambito delle indagini geognostiche del progetto di "Mitigazione del rischio idrogeologico alla località Ogliara - Pistello – Lepre" nel Comune di Laviano (SA), sono state eseguite delle indagini geognostiche. In particolare è stata realizzata una prospezione sismica superficiale del tipo M.A.S.W (Multichannel Analysis of Surface Waves). L'indagine Masw permette la determinazione della Velocità Equivalente delle onde di taglio dei terreni superficiali, al di sopra del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec ($V_{s,eq}$), per stabilire la categoria del suolo di fondazione del sito e quindi per definire l'azione sismica di progetto. Le direttive delle NTC 2018 attribuiscono alle diverse località del Territorio Nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo e propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie (A – B – C – D – E) di suolo.

Costituiscono parte integrante del presente rapporto i seguenti elaborati:

1. Determinazione della Velocità Equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$;
2. Elaborati grafici relativi ai sismogrammi registrati, alla curva di dispersione Fase/frequenza e alla determinazione di V_s con la profondità;
3. Categoria del suolo di fondazione medio dell'area indagata $V_{s,eq}$.
4. tabelle contenenti: velocità, profondità e spessori dei sismogrammi individuati;

A) PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE - METODO MASW -

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh in onda P (MASW), è una prospezione sismica che serve per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s . Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Queste onde durante la loro propagazione sono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso appositi algoritmi sfruttando la capacità dispersiva delle onde superficiali, basate sul riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La procedura consiste di 3 passi fondamentali: Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (mazza battente su piastra), e/o rumore di fondo, lungo uno stendimento (Fig. 1);

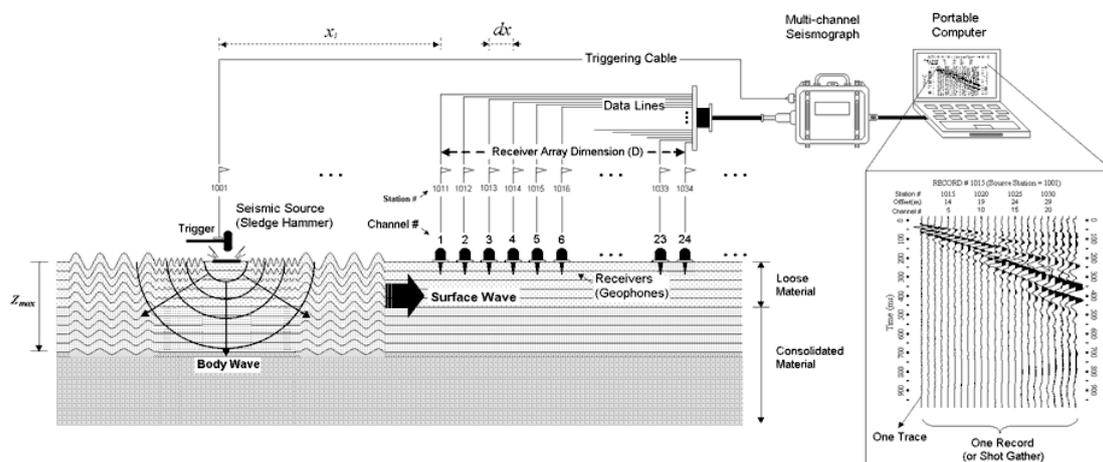


Fig.1–Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.

In fase di elaborazione si procede all'estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh. La fase successiva consiste nell'inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle V_s (Fig.2) (posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico).

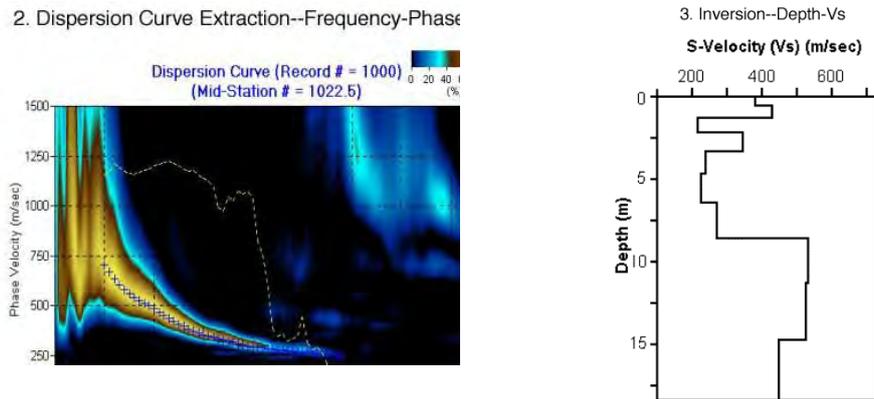


Fig.2--Curva di dispersione velocità di fase-Frequenza e profilo verticale delle Vs

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte le onde sismiche dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione delle onde di volume e superficiali sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in un'immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

Per tale lavoro è stata utilizzato un sismografo **DAQLink III** della Seismic Source, composta da una unità di acquisizione a 24 canali con un convertitore sigma delta ad alta velocità a 24 Bit, dotata di memoria per la cumulabilità degli impulsi. Mentre i geofoni verticali impiegati hanno una frequenza propria di 4,5 Hz ad interasse di 3 m, e l'impulso è costituito da una massa battente di 8Kg. Durante la fase di acquisizione dei dati di campagna per il medesimo stendimento si sono registrati più files con energizzazioni eseguite a diversa distanza. Le tracce registrate hanno una lunghezza temporale $T=2s$ e un passo di campionamento $dt=8ms$. La frequenza di campionamento è pari a 125 Hz mentre la

frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist} = 1/2dt = 62.5\text{Hz}$. Per l'elaborazione dei dati acquisiti in campagna è stato utilizzato il software **SurfSeis ver 3,45** della Kansas Geological Survey.

Dall'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), si è ricostruita una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e mediante procedura d'inversione è stato ottenuto il profilo verticale delle Vs, che rappresenta la velocità equivalente.

Di seguito si riportano i diagrammi che permettono di ottenere le Vs e di conseguenza definire la tipologia di suolo caratterizzante il sito oggetto di studio. Il valore è pari a $V_{s,eq}$ è pari a 440 m/sec.



Documentazione fotografica

VELOCITÀ LONGITUDINALE, TRASVERSALE MODULI ELASTICI:

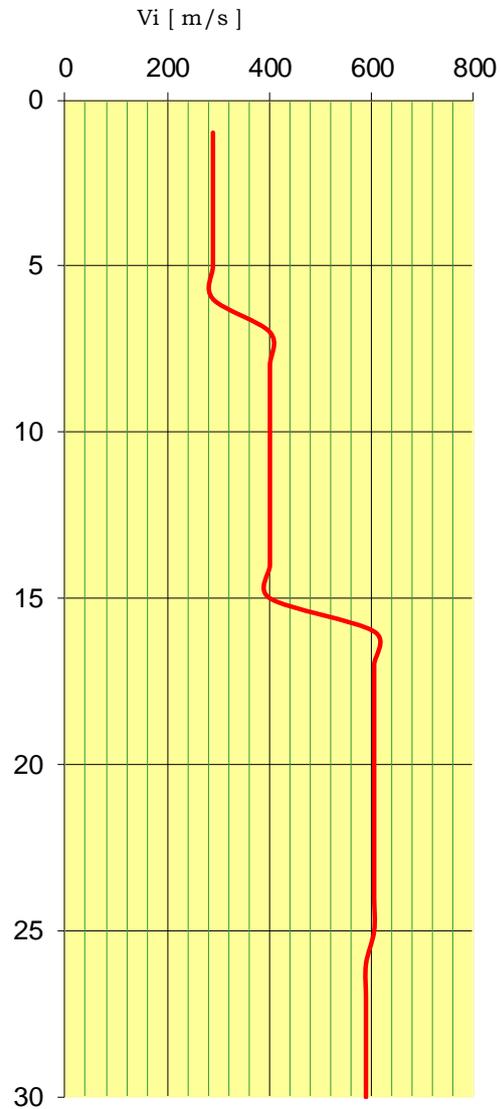
Tabella 3.2 .II delle NTC 18

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 fina molto consistenti, caratterizzati da miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C -Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D - Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi 100 e 180 m/s
E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalenti riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

La classificazione del terreno è di pertinenza del tecnico professionista che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa e del profilo verticale Vs.

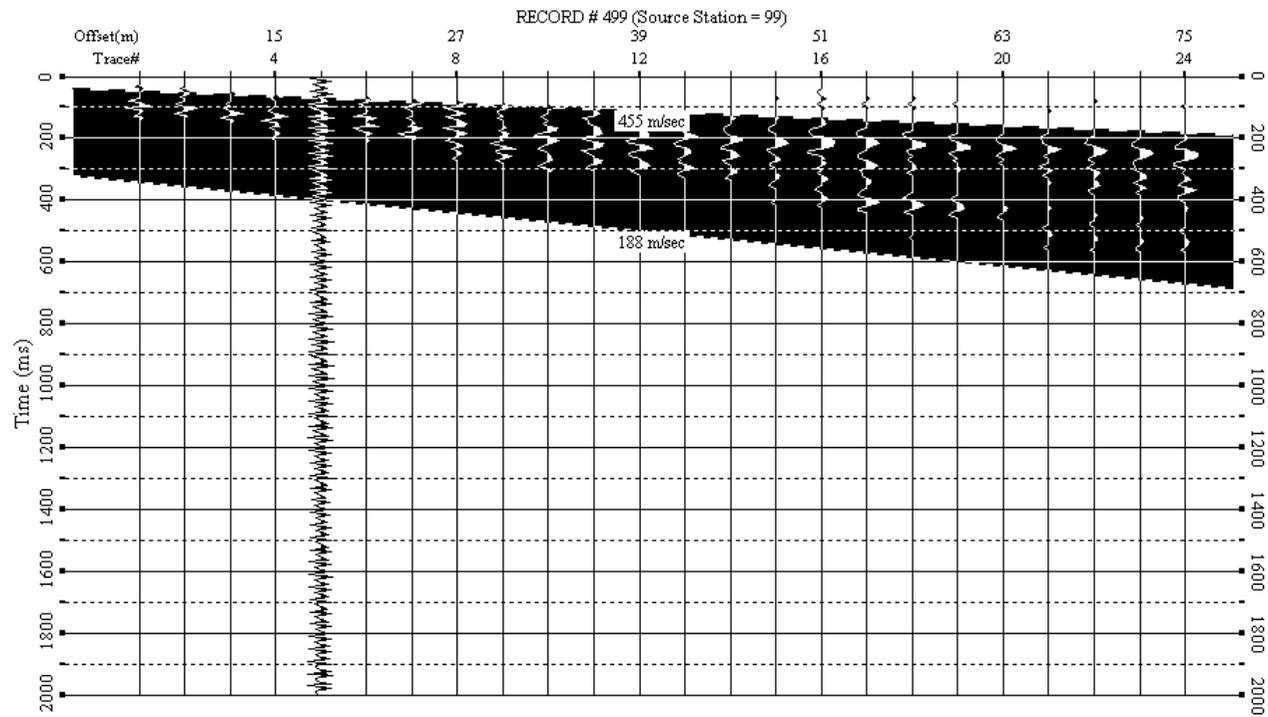
CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO NTC 2018

Profondità [m]	N° Strati	Vi [m/s]
1,00	1	290
2,00	1	290
3,00	1	290
4,00	1	290
5,00	1	290
6,00	1	290
7,00	2	401
8,00	2	401
9,00	2	401
10,00	2	401
11,00	2	401
12,00	2	401
13,00	2	401
14,00	2	401
15,00	2	401
16,00	3	604
17,00	3	604
18,00	3	604
19,00	3	604
20,00	3	604
21,00	3	604
22,00	3	604
23,00	3	604
24,00	3	604
25,00	3	604
26,00	4	588
27,00	4	588
28,00	4	588
29,00	4	588
30,00	4	588



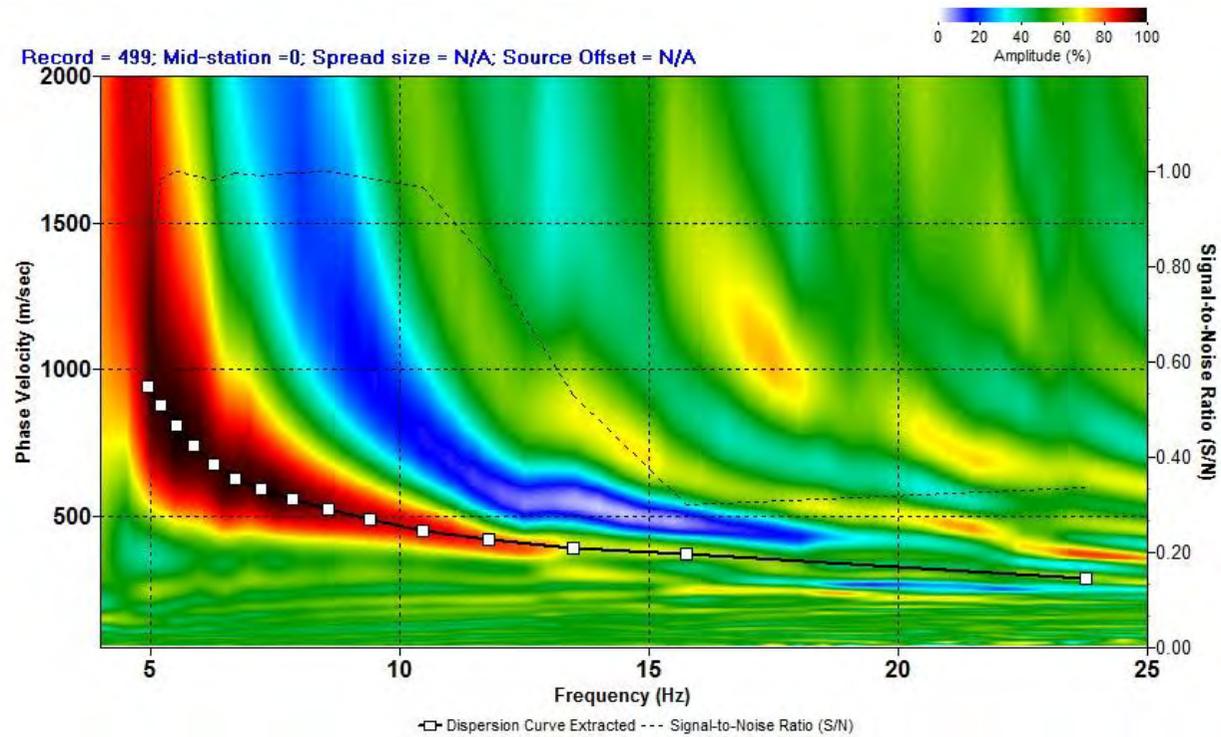
$V_{S30} = 440 \text{ m/s}$

MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW) SISMOGRAMMA



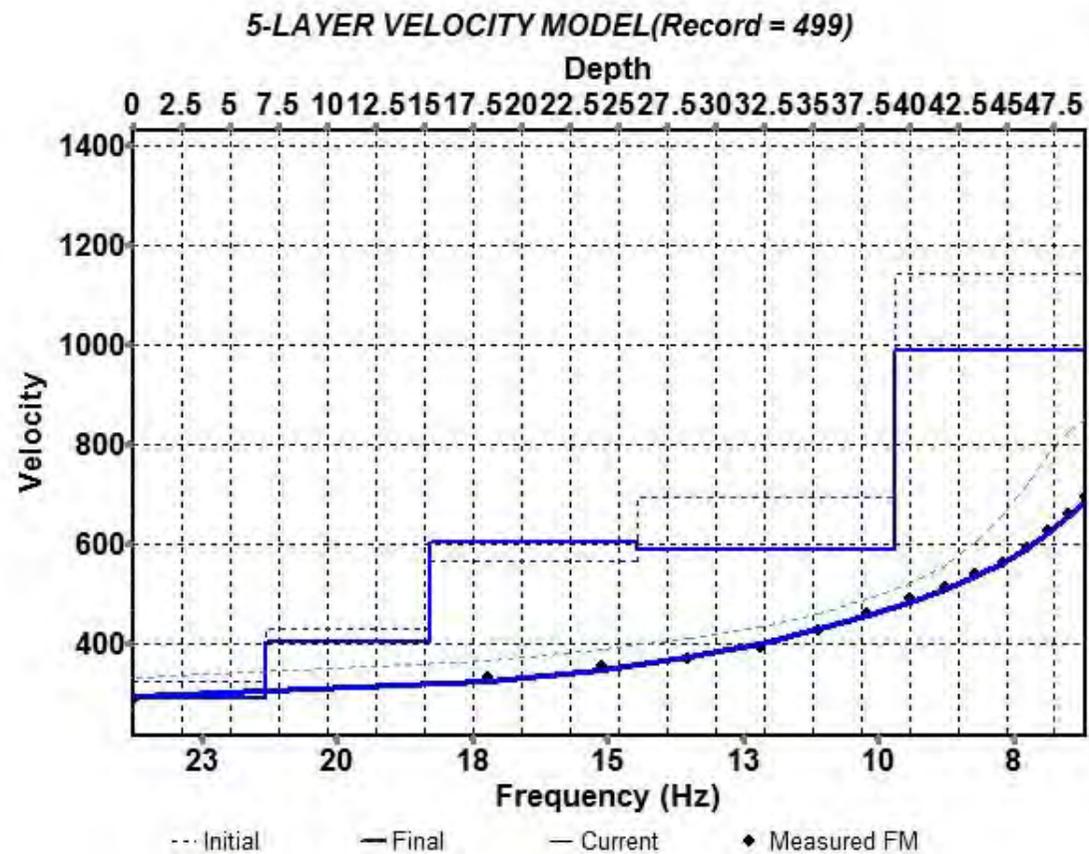
MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (M.A.S.W.)

Spettro di velocità e curva di dispersione Fase /Frequenza



MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (M.A.S.W.)

Modello 1D di velocità delle onde di taglio



ASSEVERAZIONE - Studio di compatibilità geologica

Il sottoscritto Dott. Angelo GOFFREDO nato a Oliveto Citra il 14.09.1976 e residente a Colliano prov. SA in via Ponte Maiale, civ. 9, fax. 0828-4995158 Cell. 347-6027737 e-mail: gogeo@libero.it pec: goffredo@epap.sicurezzapostale.it, iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania al n. 2180 C.F.: GFFNGL76P14G039J, in qualità di geologo incaricato dal Comune di Colliano, in relazione al presente studio,

consapevole della propria responsabilità penale che assume ai sensi dell'art. 76 del T. U. approvato con D.P.R. n. 445/2000, nel caso di dichiarazioni non veritiere e falsità degli atti,

ASSEVERA

che il presente studio geologico (studio di compatibilità geologica) è stato redatto ai sensi delle norme di attuazione vigenti dell'ex Autorità di Bacino Campania Sud ed Interregionale per il Bacino Idrografico del fiume Sele.

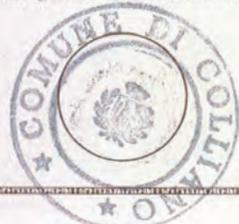
Si allega documento di riconoscimento.

Il Tecnico

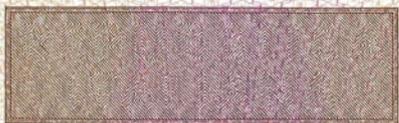


Cognome **GOFFREDO**
 Nome **ANGELO**
 nato il **14-09-1976**
 (atto n. **327 P. 1 S. A 1976**)
 a **OLIVETO CITRA**
 Cittadinanza **Italiana**
 Residenza **COLLIANO (SA)**
 Via **CONTRADA PONTE MAIALE 9 i.1**
 Stato civile **CONIUGATO**
 Professione **GEOLOGO**
 CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI
 Statura **170**
 Capelli **Castani**
 Occhi **Castani**
 Segni particolari **NESSUNO**



Firma del titolare *Angelo Goffredo*
COLLIANO li. **18-04-2013**
 Impronta del dito indice sinistro *Angelo Goffredo*


Scadenza : **14-09-2023**
 R.E.N. N° **151**
AS 7109096

REPUBBLICA ITALIANA

 COMUNE DI
 COLLIANO
CARTA D'IDENTITA'
 N° AS 7109096
 DI
 GOFFREDO ANGELO