

PROGETTO PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE DI UNO SCAVO
ABUSIVO
ESEGUITO IN PROSSIMITÀ DELL'AREA UTILIZZATA A CAVA IN
LOCALITÀ "RISTRETTA"

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

Data: gennaio 2021

Committente: D.A.S. S.r.l. C.da Pastine, 1 – Civitaluparella (CH)

Dott. Fabio Ferri



Via Campo Sportivo, 36/A 66016 Guardiagrele (CH)

Personal: +393395824582

E-mail: fabioferri.cs@gmail.com p.e.c.: fabioferri@epap.sicurezza postale.it

Partita I.V.A. 01844520690 Codice Fiscale FRRFBA73S06E243G

Spazio riservato all'Ente

INDICE:

1 PREMESSA E METODOLOGIA DI STUDIO.....	4
2 RIFERIMENTI CARTOGRAFICI E VINCOLISTICI.....	5
3 RELAZIONE GEOLOGICA.....	6
3.1 GEOLOGIA.....	6
3.2 GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA.....	9
3.3 IDROGEOLOGIA.....	13
4 CONCLUSIONI.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	22

ALLEGATI:

CARTOGRAFIA TEMATICA

1 PREMESSA E METODOLOGIA DI STUDIO

Il presente elaborato sintetizza i risultati di studio geologico effettuato per il *Progetto per il risanamento ambientale di uno scavo abusivo eseguito in prossimità dell'area utilizzata a cava in località "Ristretta"* nel territorio comunale di Civitaluparella.

Scopo del presente lavoro è quello di determinare le caratteristiche geologiche generali e puntuali dell'area in esame collocata in un contesto caratterizzato da depositi litoidi carbonatici, detrici e limoso argillosi (porzione orientale dell'area in esame).

Allo scopo di definire le problematiche che investono l'area di intervento, si è proceduto alla redazione del presente studio costituito da distinte fasi di lavoro: in una prima fase, si è provveduto alla consultazione della bibliografia esistente e della cartografia topografica e geologica del sito oggetto di interventi; successivamente, attraverso rilevamenti geologici e geomorfologici dell'area in esame, si è provveduto ad identificare le formazioni geologiche presenti e i rapporti stratigrafici delle stesse.

Nel sito di intervento al fine di ricostruire il modello geologico – tecnico del sottosuolo, sono stati consultati risultati di precedenti campagne di indagine (trincee esplorative, sondaggi geognostici, prove geotecniche, prospezioni geofisiche).

Sono state infine, rilevate le forme, i depositi e i processi di natura geomorfologica per un'area adeguatamente estesa, sufficiente a valutare le problematiche geologico – tecniche e le fasi morfoevolutive del sito di intervento.

I risultati dello studio sono stati raccolti e riportati nel presente elaborato.

Per le caratteristiche tecnico – geometriche delle opere in progetto, si rimanda agli elaborati di progetto.

2 RIFERIMENTI CARTOGRAFICI E VINCOLISTICI

Cartografia di riferimento

La tabella seguente sintetizza i principali riferimenti cartografici consultati per la redazione del presente studio relativi all'area di intervento:

<i>Tematismo</i>	<i>Riferimenti consultati</i>	<i>Ente redattore</i>
Topografia – scala 1 : 25.000	Carta topografica d'Italia ED50, Foglio 379E	Istituto Geografico Militare
Topografia – scala 1 : 5.000	Carta Tecnica Regionale, elemento n. 379081	Regione Abruzzo
Aspetti geologici	Carta Geologica Dell'Abruzzo	L. Vezzani & F. Ghisetti
	<i>Carta Geologica D'Italia</i> - Foglio n. 153 "Agnone"	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Aspetti geomorfologici e di pericolosità per frana	Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni gravitativi e processi erosivi"	Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro – Regione Abruzzo
	Progetto Inventario Fenomeni Franosi in Italia	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Aspetti idrogeologici	Piano di Tutela delle Acque	Regione Abruzzo
	Piano Stralcio Difesa Alluvioni	Regione Abruzzo
Aspetti sismici	ITHACA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
	Database of Individual Seismogenic Sources	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
	Progetto S1	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Tabella 1 – Riferimenti cartografici consultati

Vincolistica insistente sull'area di progetto

È stata condotta la verifica dei vincoli vigenti che potrebbero condizionare gli aspetti di progettazione nel sito di interesse. L'accertamento eseguito ha permesso di rilevare quanto di seguito riassunto:

<i>Tipologia vincolo</i>	<i>Normativa di riferimento</i>	<i>Presente nell'area di intervento</i>
Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" (PAI)	L. 18.05.1989 n. 183	Sì pericolosità elevata P2
Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)	Direttiva 2007/60/CE	No
Vincolo idrogeologico	R.D.L. 30.12.1923 n. 3267	Sì

Tabella 2 – Vincoli insistenti nell'area di progetto

Negli Allegati si riportano gli stralci delle cartografie vincolistiche consultate.

3 RELAZIONE GEOLOGICA

In questa sessione vengono analizzati gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area di intervento e le relative problematiche connesse, in particolar modo gli aspetti di pericolosità potenziale e le possibili modificazioni arrecate all'assetto del territorio dalla realizzazione delle opere in progetto.

3.1 GEOLOGIA

INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'area in esame, si colloca nel settore di passaggio tra l'Appennino carbonatico abruzzese e i depositi prevalentemente argillosi – arenacei delle unità geologiche molisane caratterizzate da frequenti e bruschi cambiamenti di facies di stile deformativo e di contesto tettonico (DI BUCCI, 1995).

Le unità derivanti dalla deformazione del bacino molisano, si estendono in un'area compresa tra il fronte della Maiella a nord e i rilievi del Matese a sud, a SE, le unità molisane, distinte in quattro unità tettoniche (*Unità della Daunia, Unità di Tuffillo, Unità di Agnone, Unità di Frosolone*) (PATACCA et alii, 1992), si raccordano con le strutture dell'Appennino meridionale.

La regione abruzzese – molisana, generalmente è caratterizzata da facies di piattaforma carbonatica e di bacino pelagico passanti verso l'alto (dopo lo sviluppo di facies marnose di rampa carbonatica) a depositi di avanfossa (flysch silicoclastici) (DI BUCCI et alii, 1999).

La successione dell'alto Molise, è caratterizzata, alla base, dalla presenza di Argille Varicolori sedimentatesi in un Bacino Molisano posto tra la piattaforma appenninica e la piattaforma Apula.

Dal punto di vista paleogeografico, l'evoluzione dell'area è distinta in tre fasi principali:

- a partire dal Miocene superiore fino alla parte basale del Pliocene si ha una deformazione compressiva secondo una direzione di accorciamento SO – NE; il processo orogenico coinvolge settori appartenenti alla Piattaforma Appenninica, al Bacino Molisano, alla Piattaforma Apula. Lo stile deformativo è fortemente condizionato dalla presenza delle Argille Varicolori entro le quali si colloca il piano di scollamento delle unità geologiche;
- tra la fine del Pliocene e il Pleistocene inferiore, i domini vengono interessati da eventi deformativi trascorrenti secondo due direttrici: N – S con movimento destro e OSO – ENE con movimento sinistro, in contemporanea alla tettonica trascorrente, sono occorse anche evidenti rotazioni;
- ultimo evento deformativo, risalente con probabilità al Pleistocene medio, è di carattere estensionale, agisce su direttrici NO – SE sia su superfici di nuova formazione generalmente ad alto angolo, sia riattivando faglie originatesi in fasi tettoniche precedenti. In tale contesto, si sono formate aree depresse che ospitano attualmente bacini sedimentari di ambiente continentale.

L'elemento strutturale più evidente è rappresentato da una piega ad asse circa N 100 O con immersione del piano assiale verso SE, interrotta verso est da una faglia. A tergo, verso nord e in corrispondenza del paese di Civitaluparella, la struttura è bordata da un *back thrust* anch'esso a direzione E – O e vergenza meridionale.

Nello stralcio della Carta Geologica dell'Abruzzo (L. VEZZANI & F. GHISETTI, 1997) riportato in Figura 1 sono rilevabili le seguenti formazioni di seguito descritte (la numerazione si riferisce a quella originaria degli autori):

Depositi alluvionali - Depositi fluviali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi. Alluvioni ciottolose e limose degli alvei attuali (1). Pleistocene superiore - Olocene.

Detrito di falda - Breccie di versante costituite da clasti calcarei a spigoli vivi ed eterometrici (1 a).

Pleistocene superiore - Olocene.

Alternanze di Monte Pizzuto – Si tratta di alternanze di strati sabbiosi e argillosi con livelli arenacei (11c). La formazione affiora presso località Colle delle Croci e Viale Primavera. Lo spessore è stimato in circa 200 – 300 m e l'età risale al Messiniano.

Flysch di Agnone - Nella porzione inferiore la formazione risulta caratterizzata da un'alternanza di strati sottili argillosi ed arenacei (67a), quest'ultimi in aumento in spessore (fino a 1 – 2 m), frequenza e granulometria verso l'alto. La porzione intermedia (67b) è caratterizzata da un'alternanza pelitico-arenacea con intercalazioni calcarenitico - calciruditiche e con olistoliti di Calcareniti a Briozoi e Litotammi, Calciruditi a Rudiste, Marne ad *Orbulina* e calcareniti a Macroforaminiferi. La parte alta della Formazione (67c) è costituita, invece, da un'alternanza di argille e marne argillose con sottili intercalazioni di arenarie fini grigie. Messiniano.

Marne ad Orbulina equiv. - Marne e calcari marnosi con, subordinatamente, noduli e liste di selce, alternate ad argille marnose grigie, localmente arenacee. Nella porzione inferiore le argille marnose

sono in alternanza con bancate di calcareniti massicce a Briozoi, Litotammi e Pectinidi e con sottili e frequenti livelli marnosi verdastri (68). Miocene medio - Messiniano inferiore.

Formazione di Gamberale - Pizzoferrato - La presente formazione, affiorante a sud del centro storico e presso la località Pastine (oggetto di studio, dove è oggetto di coltivazione di cava); essa è costituita da calcari bioclastici massivi, con intercalazioni di potenti bancate conglomeratiche composte da elementi poligenici ben cementati, di natura calcarea e silicea intercalate a queste bancate massicce e spesse si riscontrano calcari marnosi e marne con spessore massimo di 4 m (69a). Abbondante il contenuto fossilifero costituito da frammenti rimaneggiati di nummuliti, anfistegine, rudiste ed echinodermi.

La formazione inoltre si articola in un altro membro, affiorante ad est della cava caratterizzato da calcareniti, calcari, marne calcaree, in strati con spessore decimetrico (69). Miocene inferiore - Miocene medio.

Argille policrome – La formazione è costituita da argilliti, argilliti siltose e argille marnose policrome con la tipica tessitura scagliosa caratterizzate da sottili intercalazioni di radiolariti rosse, calcari micritici e calcareniti torbiditiche (70) e nell'area in oggetto di studio, affiora nella parte occidentale della struttura di località "Pastine". Oligocene superiore (?) - Miocene inferiore.

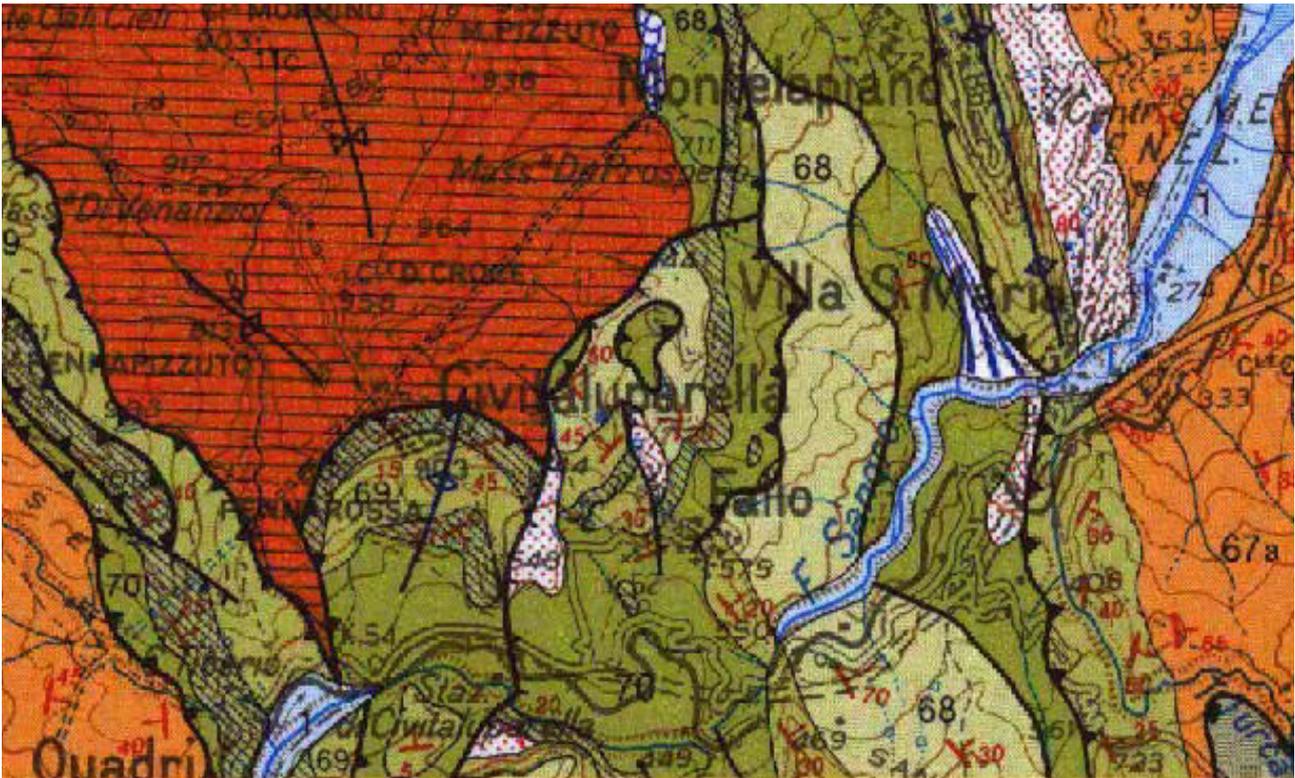


Figura 1: Stralcio della Carta Geologica dell'Abruzzo (da L. Vezzani & F. Ghisetti, 1997)(si rimanda al testo per la descrizione delle formazioni geologiche illustrate)

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERVENTO

A seguito dei sopralluoghi e dei rilevamenti effettuati è stata redatta la Carta Geologica riportata in allegato. Di seguito di descrivono le formazioni individuate:

DEPOSITI CONTINENTALI

- *copertura vegetale* – di natura prevalentemente limosa e sabbiosa di colore bruno, di spessore generalmente non superiore al metro;
- *depositi eluvio – colluviali* – sono costituiti da limi, sabbie e argille di colore da bruno a nerastro con ciottolame e blocchi calcarei eterometrici. Lo spessore della copertura è variabile da 1 ad oltre 3,5 metri;
- *depositi di frana* - sono costituiti da limi, sabbie e argille di colore da bruno a nerastro con ciottolame e blocchi calcarei eterometrici. Lo spessore della copertura è variabile da 1 ad oltre 3,5 metri;
- *accumuli detritici* - si tratta di ciottoli e blocchi carbonatici eterometrici in matrice limoso – sabbiosa in percentuale variabile) alterata di colore da marrone a nerastro. Le coperture detritiche si sviluppano in prossimità dei rilievi carbonatici fino alla base dei versanti e sono rilevabili in corrispondenza del sito di intervento:



Figura 2: Particolare degli accumuli detritici presso il sito di intervento

DEPOSITI DI DOMINIO MARINO

- *depositi limosi e argillosi policromi* – si rilevano al di sotto della copertura vegetale e della coltre detritica, si tratta di limi argillosi e argille prevalentemente di colore grigiastro con evidenti orizzonti di colore rossastro, verdastro e azzurri dall'aspetto laminato e scaglioso caotico; presso gli affioramenti è possibile distinguere una differente giacitura dei livelletti che variano sensibilmente la propria inclinazione a formare delle pieghe. come conseguenza delle diverse fasi tettoniche che hanno coinvolto la formazione. All'interno della formazione, è possibile distinguere livelli ghiaiosi in matrice sabbiosa e limosa di spessore decimetrico e livelli di calcareniti di origine torbiditica. La formazione è stata oggetto di studio da parte di molti autori, che la denominano come: "Argille variegata" (OGNIBEN, 1969), "Colata gravitativa Aventino – Sangro" (CATENACCI, 1974), "Complesso caotico" (ACCORDI, 1988), "Argille scagliose" (CROSTELLA, 1967), "Argille policrome" (VEZZANI & GHISSETTI, 1997).
- *Calcarei biancastri* – affiorano a sud del centro storico e presso la località Pastine (oggetto di studio, dove è oggetto di coltivazione di cava); costituita da calcari bioclastici massivi, con intercalazioni di potenti bancate conglomeratiche composte da elementi poligenici ben cementati, di natura calcarea e silicea intercalate a queste bancate massicce e spesse si riscontrano calcari marnosi e marne con spessore massimo di 4 m. La formazione inoltre si articola in un altro membro, affiorante ad est della cava caratterizzato da calcareniti, calcari, marne calcaree, in strati con spessore decimetrico (69). Miocene inferiore - Miocene medio.

3.2 GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA

L'area in esame si è originata in seguito ad una complessa evoluzione tettonico – strutturale che ha coinvolto una successione litologicamente composta dall'alternanza di strati calcareo – marnoso – argillosi e conglomeratici (*Formazione di Pizzoferrato*; DI BUCCI, 1995) (*Formazione di Gamberale – Pizzoferrato*; VEZZANI & GHISSETTI, 1997).

L'attuale assetto della struttura è il prodotto di due fattori: l'evoluzione tettonica, caratterizzata da fasi cinematiche distinte, innescatesi a partire dal Miocene superiore, e il successivo processo di rimodellamento geomorfologico operato soprattutto dai fenomeni gravitativi ed erosivi.

A fenomeni gravitativi potrebbe essere imputata la formazione di alcune fratture, del tutto prive o con un modestissimo rigetto, e che non rivestono forma alcuna di pericolo, che interessano l'intera struttura su cui sorge l'abitato di Civitaluparella, presumibilmente riferibili a locali fenomeni di assestamento (*Espansioni laterali – DGPV*) (VARNES, 1978).

Maggiore influenza comunque sulla modellazione della struttura è stata operata dall'erosione. Particolarmente evidenti risultano gli effetti dell'erosione differenziale (o selettiva) che è stata particolarmente attiva sia sulle porzioni marnose e argillose fittamente stratificate e con spessori minori rispetto alle bancate metriche calcarenitico – conglomeratiche costituenti la struttura.

Un altro processo geomorfologico rilevante è costituito dall'azione delle acque che scorrono in superficie e dal carsismo epigeo che erode le superfici di discontinuità che dissecano la struttura lungo il suo sviluppo.

Queste ultime, in particolar modo, quelle ortogonali all'immersione degli strati, presentano localmente un profilo ondulato dato dalle tipiche scannellature (*rillenkarren*) ovvero dei piccoli solchi più o meno rettilinei separati tra loro da sottili creste aguzze.

Alla base della superficie strutturale si articola, come già accennato, un'estesa e ripida falda detritica fittamente vegetata derivante dallo smantellamento, per l'effetto combinato della fratturazione della roccia, della gravità e dell'acqua, di singoli frammenti rocciosi. Questi si accumulano e si assestano in funzione di un "*angolo di riposo*" dipendente dalla forma, dalle dimensioni e dalle caratteristiche della roccia madre.

Un altro fenomeno subordinato è quello dello stacco di blocchi dalla parete rocciosa dovuto allo scalzamento alla base in corrispondenza degli orizzonti meno competenti.

Si riportano i principali elementi geomorfologici individuati presso l'area di intervento:

Scarpate di erosione fluviale o torrentizia

Sono visibili a sud del territorio comunale di Civitaluparella, presso il fiume Sangro e ad est di località Le Pastine, in corrispondenza del fosso in località Ristretta (collocato nell'area in esame) in cui risulta evidente l'incisione in atto dell'alveo con conseguente destabilizzazione locale delle sponde, tali scarpate presenti sia in destra, sia in sinistra idrografica del fosso, per una lunghezza media di circa m 700. Attive sono inoltre le scarpate che seguono il percorso dei fossi, e dove visibile, dei torrenti.

Frane

Crolli

Un accumulo di crollo attivo è rilevabile presso il versante orientale del rilievo denominato "Morricone" (area di "alimentazione", zona in cui si verificano i crolli di materiale lapideo), ad est dell'abitato di Civitaluparella e a nord della località Le Pastine. L'accumulo all'interno del quale si rinvenivano blocchi calcarei di dimensione decimetrica e metrica, con lunghezza media di circa m 265, e larghezza media di circa m 125 che si estende fino al sottostante fosso in località Ristretta per una superficie di circa m² 33.125.

Colamenti

CINEMATICA: come dice la parola stessa tali frane danno origine a vere e proprie colate che possono essere in roccia o in terra. In quest'ultimo caso, frequentemente la colata si ha per raggiungimento del limite liquido dei terreni coinvolti (argille, argille limose e limi argillosi). La superficie di scorrimento non è mai ben definita, si parla infatti di "banda di scorrimento".

Colate in rocce lapidee: lente colate con annesse deformazioni plastiche che interessano sequenze stratigrafiche in giacitura molto inclinata. La velocità di tali colate varia in base al contenuto in acqua.

Colate in terra: movimenti plastici a velocità molto variabile. Si possono individuare i seguenti tipi di colate:

- DEBRIS FLOW (colate di detrito molto rapide)
- BLOCK FLOW (colate rapide di blocchi)
- SOIL CREEP (colate superficiali estremamente lente)
- SOLIFLUSSO (lobi superficiali estremamente lenti)
- SILT FLOW (colate di limi da rapide a molto rapide)
- WET SAND OR SILT FLOW (colate rapide di sabbia satura o di limi saturi)
- EARTH FLOW (colate di terra da rapide a molto rapide)

- DRY SAND FLOW (colate rapide di sabbia asciutta)
- LOESS FLOW (colate rapide di loess)

Cause predisponenti: *substrati argillosi, arenaceo – sabbiosi alterati e coltri eluvio – colluviali accompagnati a morfologia acclive e presenza di acqua sono da ritenersi cause predisponenti.*

Cause determinanti: *incremento delle pressioni interstiziali e raggiungimento del limite plastico.*

Aree soggette a colamenti sono rilevabili a nord dell'abitato di Civitaluparella presso località Sotto Le Ripe, ad ovest del rilievo "Morricone" e presso la località Le Pastine e a sud dell'abitato di Fallo.

Località Sotto le Ripe

Qui gli accumuli di frana in stato di quiescenza che coinvolgono prevalentemente depositi limosi e argillosi, si estendono per circa km² 0,274, da due corone di frana lunghe circa m 400 (a sud) e m 350 (quella più a nord), aventi andamento circa N – S e individuabili immediatamente a nord dell'abitato di Civitaluparella fino al sottostante fosso.

Area ad est del rilievo Morricone

Ad est del rilievo Morricone, presso la sinistra idrografica del fosso in località Ristretta, si estende per circa m² 10.750, un colamento in stato di quiescenza che coinvolge prevalentemente depositi limoso – argillosi e detritici. Dal punto di vista geometrico, il corpo di frana presenta lunghezza media di circa m 215 e larghezza di circa m 50.

Località Le Pastine

Il rilevamento eseguito, ha consentito l'individuazione di un corpo di frana quiescente per colamento che si sviluppa dal piede meridionale del rilievo Morricone fino al fiume Sangro.

A differenza dell'accumulo di frana individuato presso la località Sotto Le Ripe, non si rileva la presenza di un orlo di scarpata di frana definito.

L'accumulo si estende per una lunghezza di circa m 1.215 e una larghezza minima di circa m 240 e massima di circa m 675, originandosi da una quota di m 600 s.l.m., fino a m 460 per una estensione di circa km² 0,45.

All'interno dell'accumulo di frana si rileva una contropendenza compresa tra le isoipse m 525 e m 550.

Il fenomeno gravitativo, ha coinvolto la coltre detritica e, in minima parte, le sottostanti formazioni limoso – argillose.

Lo spessore dei terreni coinvolti è sicuramente superiore a m 3,5.

Deformazioni superficiali lente (soliflussi)

I soliflussi si manifestano come lenti movimenti di versante che interessano soprattutto la coltre eluvio – colluviale, e sono dovuti all'imbibizione d'acqua da parte dei terreni argillosi e limosi di cui è costituita la coltre. La coltre può essere coinvolta per tutto il suo spessore, fino a raggiungere il substrato argilloso, con manifestazioni anche molto vistose.

Il fenomeno interessa vaste porzioni dei versanti, producendo lobi, ondulazioni e variazioni di pendenza, talvolta talmente accentuati da risultare prossimi a fenomeni di colata.

Data la lenta cinematica, edifici e manufatti posti sui versanti coinvolti, non subiscono generalmente danni evidenti ma traslano anch'essi con la coltre mobilitata, inoltre, proprio a causa della lentezza di tali movimenti, non sussiste rischio per vite umane.

Il rilevamento effettuato ha consentito di individuare una porzione di territorio coinvolta in lente deformazioni superficiali ad est dell'accumulo franoso che si estende presso località Le Pastine. Il movimento coinvolge la porzione superficiale di sottosuolo fino ad una profondità di circa

m 3,0 al di sotto dei quali si rilevano depositi di substrato (argille policrome di colore da avano a grigio a rossastro a nerastro) non coinvolti in movimenti.

Forme antropiche

L'attività antropica ha prodotto delle modificazioni al naturale equilibrio ambientale, producendo, come effetto più vistoso, l'erosione accelerata del suolo. In certe aree infatti ha contribuito ad intensificare ed estendere fenomeni come il dilavamento, con erosione a solchi e ruscellamenti, le frane e i conseguenti accumuli.

Le attività più comuni nell'area sono le pratiche agricole, il disboscamento e il pascolo, associate all'urbanizzazione del territorio.

Quasi tutti i versanti infatti sono adattati a coltivazioni, anche su pendii più acclivi e quindi di maggiormente soggetti ad erosione accelerata.

Per quanto riguarda i centri abitati, per la maggioranza sono ubicati alla sommità dei versanti, per cui non è semplice stabilire i loro effetti sui fenomeni presenti, ma quanto le conseguenze di tali effetti su di essi.

Tra le forme antropiche sono state messe in evidenza delle scarpate di scavo dovute all'attività estrattiva (in località *Le Pastine* si tratta di una cava di materiale lapideo).

QUADRO GEOMORFOLOGICO – EVOLUTIVO DELL'AREA

La ricostruzione evolutiva dell'area in esame, sarebbe il risultato dei seguenti eventi:

- deposizione delle argille di substrato, formazione geologica nota in bibliografia come “*Argille Varicolori (av)*” (costituita da argilliti, argilliti silteose e argille marnose policrome con la tipica tessitura scagliosa caratterizzate da sottili intercalazioni di radiolariti rosse, calcari micritici e calcareniti torbiditiche) che affiora nella parte occidentale della struttura di località “*Le Pastine*”. Tali argille di bacino pelagico sono emerse a seguito del loro coinvolgimento nella fase di sollevamento generalizzato che ha interessato l'area abruzzese già nel Pliocene inferiore come testimoniato dalla deposizione della *Formazione Fara (Formazione Cellino eq.)*;
- produzione di materiale detritico proveniente dai rilievi presenti presso l'area (contestuale genesi di fenomeni di crollo e ribaltamento);
- deposizione del livello nerastro limoso – argilloso di ambiente anossico continentale (livelli di paleosuolo);
- origine dei corpi di frana per colamento e delle deformazioni lente superficiali nell'Olocene che hanno interessato depositi di versante del Pleistocene Superiore.
- generazione di suolo.

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Il sito di intervento attualmente si presenta caratterizzato da scarpate irregolari di acclività e altezza variabili; il progetto prevede la riprofilatura delle aree di intervento secondo quanto evidenziato nelle tavole di progetto. Si prevede il riporto di materiale idoneo, permeabile, e di buona qualità meccanica al fine di realizzare un piazzale (a circa m 571 slm) delimitato da scarpate con inclinazione non superiori a 35° che sarà poi oggetto di sistemazione a verde per mezzo di piantumazione di essenze autoctone. **La porzione orientale dell'area di intervento è soggetta a vincolo di pericolosità elevata P2 del PAI a causa della presenza del corpo di frana per colamento in stato di quiescenza descritto in precedenza.**

CONSIDERAZIONI SULLA STABILITÀ DELL'AREA

In prima analisi le opere in progetto, per garantire la stabilità dell'area i lavori dovranno prevedere:

- i profili dei fronti di scavo non superiori all'angolo di resistenza al taglio del materiale dei terreni, in alternativa è necessario provvedere a conferire stabilità e sicurezza ai fronti di scavo tramite opere di contenimento;
- in prossimità di orli di scarpata si raccomanda di non applicare carichi (ad esempio stazionamento di macchine operatrici);
- in caso di condizioni meteoriche avverse, si rende opportuna l'impermeabilizzazione delle scarpate fino al momento della rinaturalizzazione degli stesse;
- le acque meteoriche dovranno essere opportunamente regimate, raccolte e convogliate all'esterno dell'area di intervento.

3.3 IDROGEOLOGIA

Il territorio comunale in esame è compreso nel bacino idrografico del Fiume Sangro (bacino di carattere interregionale di estensione pari a 1.605,85 km) che scorre poco a sud del sito di intervento:

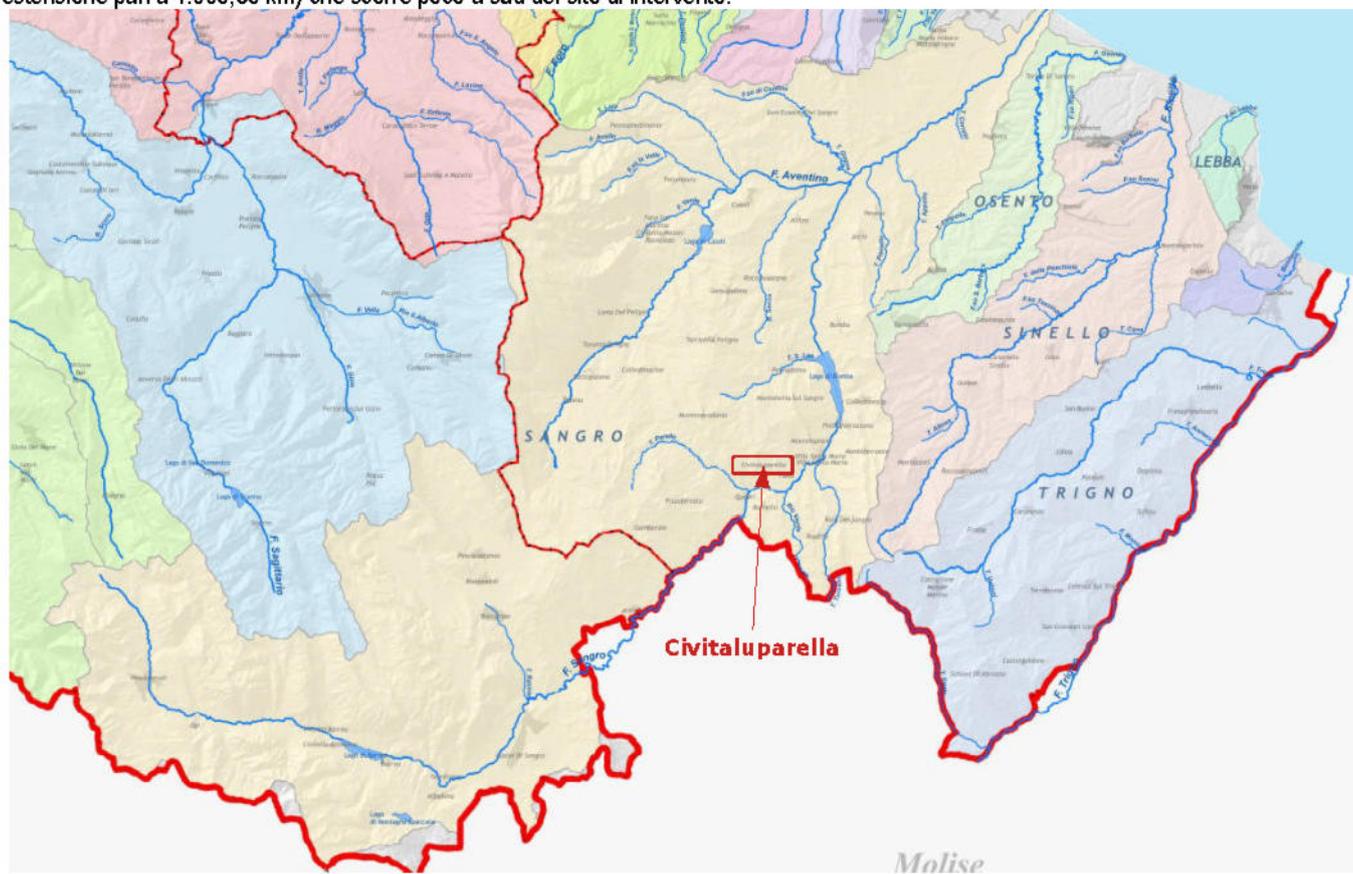


Figura 3: Stralcio Carta dei corpi idrici superficiali e relativi bacini – Piano di Tutela delle acque – Regione Abruzzo

Il bacino idrografico considerato fino al limite inferiore dell'area di intervento presenta le seguenti caratteristiche:

Quota massima: m 710 slm circa;

Quota minima: m 555 slm circa;

Perimetro: m 1.422 circa;

Superficie: m² 73.125 circa.

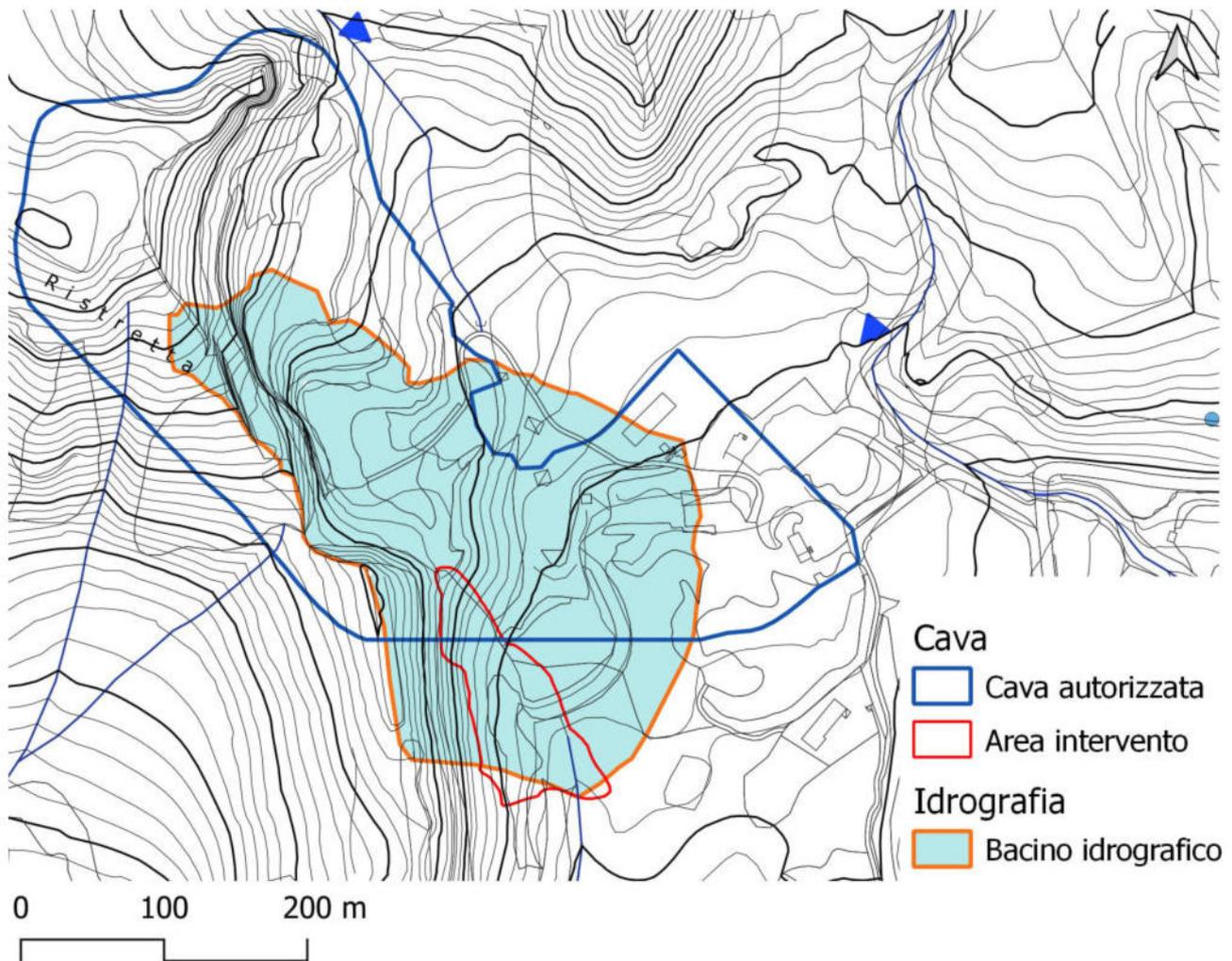


Figura 4: Bacino idrografico di riferimento

Le litologie rilevabili all'interno del bacino idrografico presentano caratteristiche eterogenee, da materiali lapidei (con diverso gradi di fratturazione e/o fessurazione) a depositi sciolti (detriti, ghiaie, sabbie) a formazioni limoso argillose; le proprietà idrologiche ed idrogeologiche dei terreni presenti nell'area di studio sono direttamente correlabili alla natura litologica degli stessi. Si riscontrano, pertanto, caratteristiche riconducibili a permeabilità di tipo primario, legata alle caratteristiche di porosità e di fratturazione dei depositi presenti. L'eterogeneità legata alla presenza di litologie lapidee, litologie a granulometria da fine (argille, limi) a grossolana (detriti, depositi di frana, sabbie, ghiaie alluvionali) determina una variazione nella distribuzione dei coefficienti di permeabilità K che incide sulla circolazione idrica della zona.

I depositi continentali descritti in precedenza (spesso fortemente alterati) sono dotati di elevati valori di permeabilità e possono essere sede di acquifero (prevalentemente alimentato da precipitazioni meteoriche).

I depositi argillosi, mamoso argillosi di substrato rilevabili immediatamente ad est e a sud del sito di intervento (occultati localmente da depositi continentali) presentano valori molto bassi di permeabilità.

Le litologie carbonatiche che costituiscono il rilievo di Civitaluparella presentano valori di permeabilità fortemente variabili in funzione del grado di fratture e fessure presenti il cui orientamento spaziale condiziona il deflusso idrico sotterraneo (caratterizzato in genere, da elevata velocità).

Si riportano di seguito i valori indicativi dei complessi idrogeologici rilevati nell'area (si rimanda alla Carta Idrogeologica allegata per dettagli):

-  Detriti eterometrici - permeabilità $1E-2 < k < 1E0$ m/s
-  Calcari, calcareniti - permeabilità $1E-8 < k < 1E-6$ m/s
-  Argille, argille marnose, marne - permeabilità $1E-9 < k < 1E-6$ m/s
-  Depositi di frana eterometrici - permeabilità $1E-7 < k < 1E-3$ m/s

Figura 5: Valori indicativi del coefficiente di permeabilità k dei complessi idrogeologici rilevati nell'area in esame

Il bilancio idrologico dell'area è quindi funzione delle caratteristiche litologiche ed idrogeologiche dei terreni presenti.

CARATTERIZZAZIONE DELL'ACQUIFERO

In base a quanto emerso nel corso dello studio, è possibile individuare un acquifero costituito in prevalenza da depositi dotati di permeabilità medio elevata (depositi detritici e depositi di frana e di copertura) che presenta uno spessore variabile fino a plurimetrico che sovrastano depositi calcarei o argilloso – marnosi dotati di bassissima permeabilità per porosità ed elevato in corrispondenza di discontinuità (fessure e fratture).

La natura eterogenea ed eterometrica dei depositi superficiali, la loro superficie di contatto irregolare rispetto al substrato (depositi di frana) generalmente non conferisce una buona continuità sia in senso laterale, sia in verticale.

Nel caso in esame l'acquifero costituito da depositi superficiali, immerge a S e SE con valori di inclinazione fortemente variabili confinato ad ovest dalle litologie lapidee ed è chiuso alla base da formazioni geologiche prevalentemente limoso – argillose dotate di bassissima permeabilità che costituiscono l'acquiclude del sistema idrogeologico.

L'alimentazione è principalmente dovuta ad apporti meteorici.

A causa della scarsità dei dati disponibili non è stato possibile procedere alla elaborazione della carta della soggiacenza della falda e delle curve piezometriche, tuttavia è possibile formulare un modello del deflusso superficiale e sotterraneo come di seguito sintetizzato:

Deflusso superficiale

Il deflusso superficiale è direttamente condizionato sia dalla natura litologica dei litotipi affioranti, sia dalla morfologia della superficie topografica.

La natura litologica influenza direttamente la permeabilità dei depositi, favorendo localmente o l'infiltrazione come sintetizzato schematicamente nella tabella seguente:

Natura litologica depositi	Permeabilità	Volumi idrici prevalenti	Tipologia di pattern idrografico
Argille e limi	Molto bassa per porosità	Ruscellamento superficiale	Dendritico
Depositi detritici, di frana e di copertura	Molto elevata per porosità	Infiltrazione	Discontinuo, assente
Calcari lapidei, argilliti	Molto bassa per porosità, da elevata a molto elevata per fratturazione	Ruscellamento superficiale (litologie non fratturate) – Infiltrazione (in corrispondenza di litologie fratturate)	Irregolare, discontinuo

Tabella 3 Schema influenza della natura litologica sulle caratteristiche idrologiche e idrografiche

La morfologia della superficie topografica condiziona i volumi idrici di infiltrazione (maggiore in corrispondenza di aree a bassa pendenza) ed i deflussi idrici influenzando sulla velocità e direzione dei movimenti.

Deflusso sotterraneo

Nel caso in esame, la presenza di depositi dotati di elevata permeabilità su depositi praticamente impermeabili (argille marnosi e calcari) determina un limite idrogeologico in corrispondenza del contatto litologico tra i depositi. È possibile che la circolazione idrica sotterranea sia condizionata dall'assetto strutturale dei litotipi (stratificati) costituenti in sottosuolo la cui giacitura (immersione e inclinazione degli strati) condiziona la direzione dei deflussi. Nel caso in esame, generalmente la circolazione idrica sotterranea avviene secondo un verso orientato S, SE in funzione delle giaciture del substrato impermeabile.

INDIVIDUAZIONE DEI PERIODI DI MAGRA

Attraverso la elaborazione dei dati climatici, considerando le caratteristiche geometriche del bacino idrografico esaminato si è proceduto alla individuazione dei periodi di magra relativi al territorio in esame.

Consultando i dati climatici medi relativi al territorio comunale si può osservare quanto riassunto nella seguente tabella:

CIVITALUPARELLA TABELLA CLIMATICA

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	2.9	3.8	5.9	9.1	13.8	17.4	20.4	20.5	17	12.4	8	4.5
Temperatura minima (°C)	0.1	0.6	2.4	5.2	9.4	12.9	15.4	15.6	12.6	8.7	5.1	1.7
Temperatura massima (°C)	5.7	7	9.4	13.1	18.2	22	25.4	25.4	21.5	16.2	11	7.3
Medie Temperatura (°F)	37.2	38.8	42.6	48.4	56.8	63.3	68.7	68.9	62.6	54.3	46.4	40.1
Temperatura minima (°F)	32.2	33.1	36.3	41.4	48.9	55.2	59.7	60.1	54.7	47.7	41.2	35.1
Temperatura massima (°F)	42.3	44.6	48.9	55.6	64.8	71.6	77.7	77.7	70.7	61.2	51.8	45.1
Precipitazioni (mm)	65	61	61	63	55	47	41	49	62	79	95	84

Figura 6: Dati pluviometrici e termici medi per il territorio comunale esaminato

(da <https://it.climate-data.org/europa/italia/abruzzo/civitaluparella-116314/#temperature-graph>)

Confrontando pertanto i valori medi di temperatura e precipitazione si osserva che i **periodi di magra**, in cui sono minori le precipitazioni e maggiori le temperature, sono individuabili **nei mesi di giugno, luglio e agosto con picco nel mese di luglio**:

Mese	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Temperatura media (°C)	2,9	3,8	5,9	9,1	13,8	17,4	20,4	20,5	17	12,4	8	4,5	11,31
Precipitazione (mm)	65	61	61	63	55	47	41	49	62	79	95	84	762

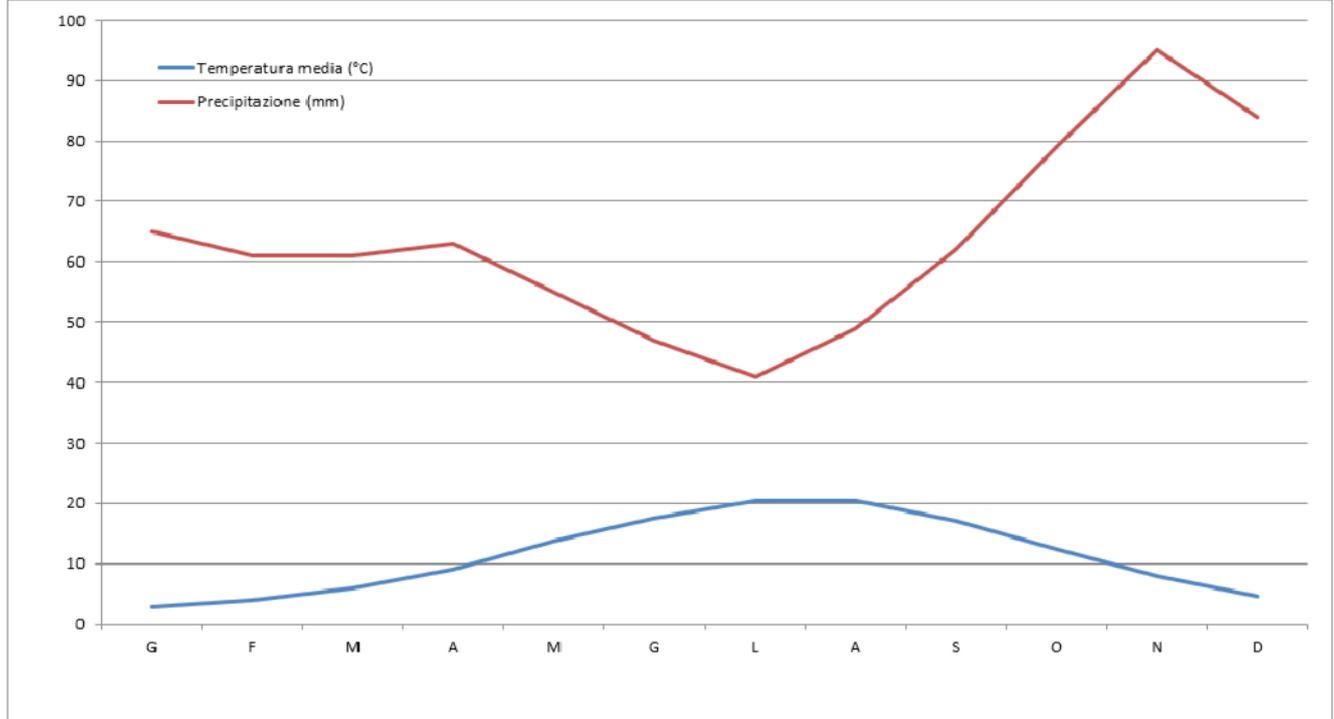


Figura 7: Dati climatici medi del comune in esame

CALCOLO DELLE PORTATE

La stima indicativa delle portate relative al bacino idrografico esaminato considerato fino al punto più a valle dell'area di intervento, passa attraverso l'analisi del bilancio idrogeologico così definito:

$$P = E_{tr} + R_s + I_e$$

dove:

P = quantitativi di precipitazione (mm/anno);

E_{tr} = quantitativi d'acqua di evapotraspirazione reale (mm/anno);

R_s = quantitativi d'acqua di ruscellamento superficiale (mm/anno);

I_e = quantitativi d'acqua di infiltrazione efficace (mm/anno).

Il valore $R_s + I_e = D_t$ rappresenta il deflusso idrico totale.

Precipitazioni P

I valori di precipitazione P sono misurati e registrati nelle stazioni di misura.

Evapotraspirazione E_{tr}

Per il calcolo della evapotraspirazione reale sono state utilizzate le formule di Turc e di Keller, la formula proposta da Turc è:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

con:

P = precipitazione media annua (mm);

T = temperatura media annua dell'area (°C);

$$L = 300 + 25T + 0.05T^2$$

Questa relazione va utilizzata con prudenza nei piccoli bacini, dove tende a fornire un valore sovrastimato.

La relazione proposta da Keller è invece:

$$Etr = 0,058P + 405$$

in cui **P** = precipitazione media annua (mm).

In relazione alle dimensioni ridotte del bacino idrografico considerato (circa 73.125 m² pari a 0,0731 km²), la relazione di Keller è più indicata per il calcolo della evapotraspirazione reale Etr.

Infiltrazione efficace Ie

Una volta ottenuto il valore del deflusso idrico totale Dt (differenza di P-Etr), è possibile ricavare il valore di Ie mediante i coefficienti di infiltrazione potenziale espressi come c.i.p. = 100·Ie/Dt, che sono funzione della litologia:

complessi idrogeologici	c.i.p. % D	complessi idrogeologici	c.i.p. % D
calcari	90-100	lave	90-100
calcari dolomitici	70-90	depositi piroclastici	50-70
dolomie	50-70	piroclastiti e lave	70-90
calcari marnosi	30-50	rocce intrusive	15-35
detriti grossolani	80-90	rocce metamorfiche	5-20
depositi alluvionali	80-100	sabbie	80-90
depositi argilloso-marnoso-aren.	5-25	sabbie argillose	30-50

Figura 8: Valori dei coefficienti di infiltrazione potenziale (P. Celico, 1988)

Data la presenza di differenti litologie all'interno del bacino esaminato (si rimanda alla Carta Idrogeologica allegata per dettagli), per la stima indicativa della portata si procederà suddividendo la superficie del bacino in aree aventi uniformità litologica, pertanto avremo:

1. area con calcari e calcareniti di superficie pari a circa 38.043 m² a cui si potrà attribuire un valori di c.i.p. = 40 (riferito al valore medio del complesso "calcari marnosi" della figura precedente);
2. area con argille e argille mamose di superficie pari a circa 6.352 m² a cui si potrà attribuire un valori di c.i.p. = 15 (riferito al valore medio del complesso "calcari marnosi" della figura precedente);
3. area con depositi di frana eterometrici di superficie pari a circa 28.730 m² a cui si potrà attribuire un valori di c.i.p. = 85 (compreso nei campi di valori dei "detriti grossolani", dei "depositi alluvionali", delle "sabbie" della figura precedente).

Ruscamento superficiale Rs

Viene semplicemente ottenuto per differenza secondo la relazione:

$$Rs = P - Etr - Ie$$

Calcolo delle portate

Il valore della portata Q del bacino idrogeologico esaminato, viene stimato in base al valore del quantitativo di acqua di ruscellamento superficiale Rs e alla estensione del bacino idrografico Ab considerato:

$$Q (m^3/anno) = Rs (mm/anno) \times Ab (m^2)$$

Per la definizione delle portate vengono considerati i parametri climatici di Figura 6.

Di seguito si riportano i risultati dei calcoli eseguiti tramite i procedimenti illustrati:

Bilancio medio	calcari-calcareniti	
Precipitazione P	762,00 (mm/anno)	
Temperatura T	11,31 (°C)	
Evapotraspirazione (Keller) Etr	449,20 (mm/anno)	
Evapotraspirazione (Turc) Etr	475,06 (mm/anno)	
Deflusso totale Dt	312,80 (mm/anno)	
c.i.p.	0,40 (% Dt)	
Ruscellamento superficiale Rs	187,68 (mm/anno)	
Infiltrazione Ie	125,12 (mm/anno)	
Area bacino	38043 (mq)	
Portata ruscellamento superficiale	7140,00 (mc/anno)	13,58 (l/min)
Portata infiltrazione	4760,00 (mc/anno)	9,06 (l/min)

Figura 9: Bilancio medio indicativo per il complesso "calcari-calcareniti"

Bilancio medio	argille - argille marnose	
Precipitazione P	762,00 (mm/anno)	
Temperatura T	11,31 (°C)	
Evapotraspirazione (Keller) Et	449,20 (mm/anno)	
Evapotraspirazione (Turc) Etr	475,06 (mm/anno)	
Deflusso totale Dt	286,94 (mm/anno)	
c.i.p.	0,15 (% Dt)	
Ruscellamento superficiale Rs	243,90 (mm/anno)	
Infiltrazione Ie	43,04 (mm/anno)	
Area bacino	6352 (mq)	
Portata ruscellamento superficiale	1549,26 (mc/anno)	2,95 (l/min)
Portata infiltrazione	273,40 (mc/anno)	0,52 (l/min)

Figura 10: Bilancio medio indicativo per il complesso "argille-argille marnose"

Bilancio medio	depositi di frana	
Precipitazione P	762,00 (mm/anno)	
Temperatura T	11,31 (°C)	
Evapotraspirazione (Keller) Et	449,20 (mm/anno)	
Evapotraspirazione (Turc) Etr	475,06 (mm/anno)	
Deflusso totale Dt	286,94 (mm/anno)	
c.i.p.	0,85 (% Dt)	
Ruscellamento superficiale Rs	43,04 (mm/anno)	
Infiltrazione Ie	243,90 (mm/anno)	
Area bacino	28730 (mq)	
Portata ruscellamento superficiale	1236,58 (mc/anno)	2,35 (l/min)
Portata infiltrazione	7007,30 (mc/anno)	13,33 (l/min)

Figura 11: Bilancio medio indicativo per il complesso "depositi di frana"

Il valore del deflusso totale Dt è stato ottenuto considerando il valore della evapotraspirazione Etr calcolata con la relazione di Keller (ideale per bacini di piccole dimensioni).

In sintesi, al punto di chiusura del bacino considerato, indicativamente potremmo ottenere i seguenti valori medi:

Portata di ruscellamento superficiale: 9.925,84 m³/anno;

Portata di infiltrazione: 12.040,70 m³/anno.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Consultando gli elaborati relativi al *Piano Stralcio Difesa Alluvioni* commissionato dalla Regione Abruzzo, in particolare la "Carta della pericolosità idraulica" in cui sono mappate le aree esondabili, si desume che la porzione di territorio in esame, non è compresa tra le aree potenzialmente esondabili.

4 CONCLUSIONI

Il progetto prevede la sistemazione di scavi attraverso riporti di materiale, riprofilature topografiche, piantumazione di essenze vegetali autoctone.

Si prevede il conferimento di materiale di riporto di granulometria grossolana, di buona qualità meccanica e dotato di elevata permeabilità.

Per la stabilità delle scarpate si dovrà procedere secondo quanto sintetizzato di seguito:

- i profili delle scarpate non dovranno essere superiori all'angolo di resistenza al taglio del materiale dei terreni, in alternativa è necessario provvedere a conferire stabilità e sicurezza ai fronti di scavo tramite opere di contenimento;
- in prossimità di orli di scarpata non dovranno essere applicati carichi (ad esempio stazionamento di macchine operatrici);
- in caso di condizioni meteoriche avverse, sarà opportuna l'impermeabilizzazione delle scarpate fino al momento della rinaturalizzazione degli stesse;
- le acque meteoriche dovranno essere opportunamente regimate, raccolte e convogliate all'esterno dell'area di intervento.

Dal punto di vista idrogeologico si prevede l'utilizzo di materiale di elevata permeabilità che non influenzerà in maniera rilevante il naturale deflusso idrico.

Si rimanda alle specifiche sessioni del presente elaborato e agli Allegati per ulteriori approfondimenti.

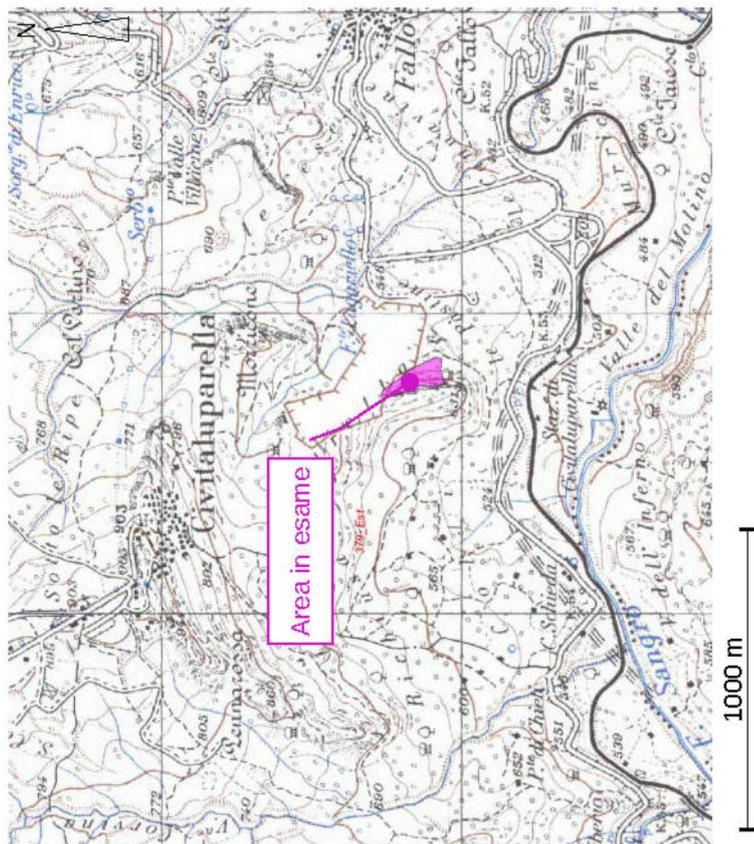
BIBLIOGRAFIA

- D'ALESSANDRO L. (1996) – “SUL DISSESTO GEOMORFOLOGICO IN ITALIA”. GEOGRAFIA, VOL. 19, PP. 94-103, ROMA.
- D'ALESSANDRO L. & PANTALEONE A. (1987) – “CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E DISSESTI NELL'ABRUZZO SUD-ORIENTALE”. MEMORIE DELLA SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA, VOL.37, PP. 805-821, ROMA.
- D'ALESSANDRO L. (1994) – *PROPOSTA DI LEGENDA GEOMORFOLOGICA AD INDIRIZZO APPLICATIVO*. GEOGRAFIA FISICA E DINAMICA QUATERNARIA, VOL. 16.
- D'ALESSANDRO L., BARBERI R., BUCCOLINI M., MICCADEI E., PIACENTINI T. & URBANI A. (2000) – “STUDI SUL DISSESTO GEOMORFOLOGICO IN ABRUZZO: PRIMI RISULTATI SULLA TIPOLOGIA E DISTRIBUZIONE DEI FENOMENI FRANOSI IN RELAZIONE ALL'ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE”. RIASSUNTI DELLE COMUNICAZIONI ORALI E POSTER, 80^A RIUNIONE ESTIVA S.G.I., 6-8 SETTEMBRE, PP.180-181, TRIESTE.
- DEMANGEOT J. (1965) - “GÉOMORPHOLOGIE DES ABRUZZES ADRIATIQUES”. MEM. DOC. CENTRE RECH. SCI., P. 403 (PARIS).
- GRUPPO DI LAVORO GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA (1993) – *PROPOSTA DI LEGENDA GEOMORFOLOGICA AD INDIRIZZO APPLICATIVO*. GEOGRAFIA FISICA E DINAMICA QUATERNARIA, 16 (2), 129-152.
- GRUPPO DI LAVORO PER LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA (1994) – “CARTA GEOMORFOLOGICA D'ITALIA 1:50.000 – GUIDA AL RILEVAMENTO”.
- [HTTP://GEOPORTALE.REGIONE.ABRUZZO.IT/CARTANET](http://GEOPORTALE.REGIONE.ABRUZZO.IT/CARTANET)
- [HTTP://WWW.INGV.IT/IT/](http://WWW.INGV.IT/IT/)
- [HTTP://WWW.ISPRAMBIENTE.GOV.IT](http://WWW.ISPRAMBIENTE.GOV.IT)
- [HTTP://WWW.PCN.MINAMBIENTE.IT/GN](http://WWW.PCN.MINAMBIENTE.IT/GN)
- SERVIZIO GEOMORFOLOGICO NAZIONALE SGN, QUADERNI SERIE III, VOL.4.I, ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO, ROMA.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE – *CARTA GEOLOGICA D'ITALIA A SCALA 1 : 100.000, FOGLIO 153 AGNONE*.
- VELLANTE C. (2015) – *STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1*.
- VEZZANI L. & GHISSETTI F. (1997) – *CARTA GEOLOGICA DELL'ABRUZZO*.

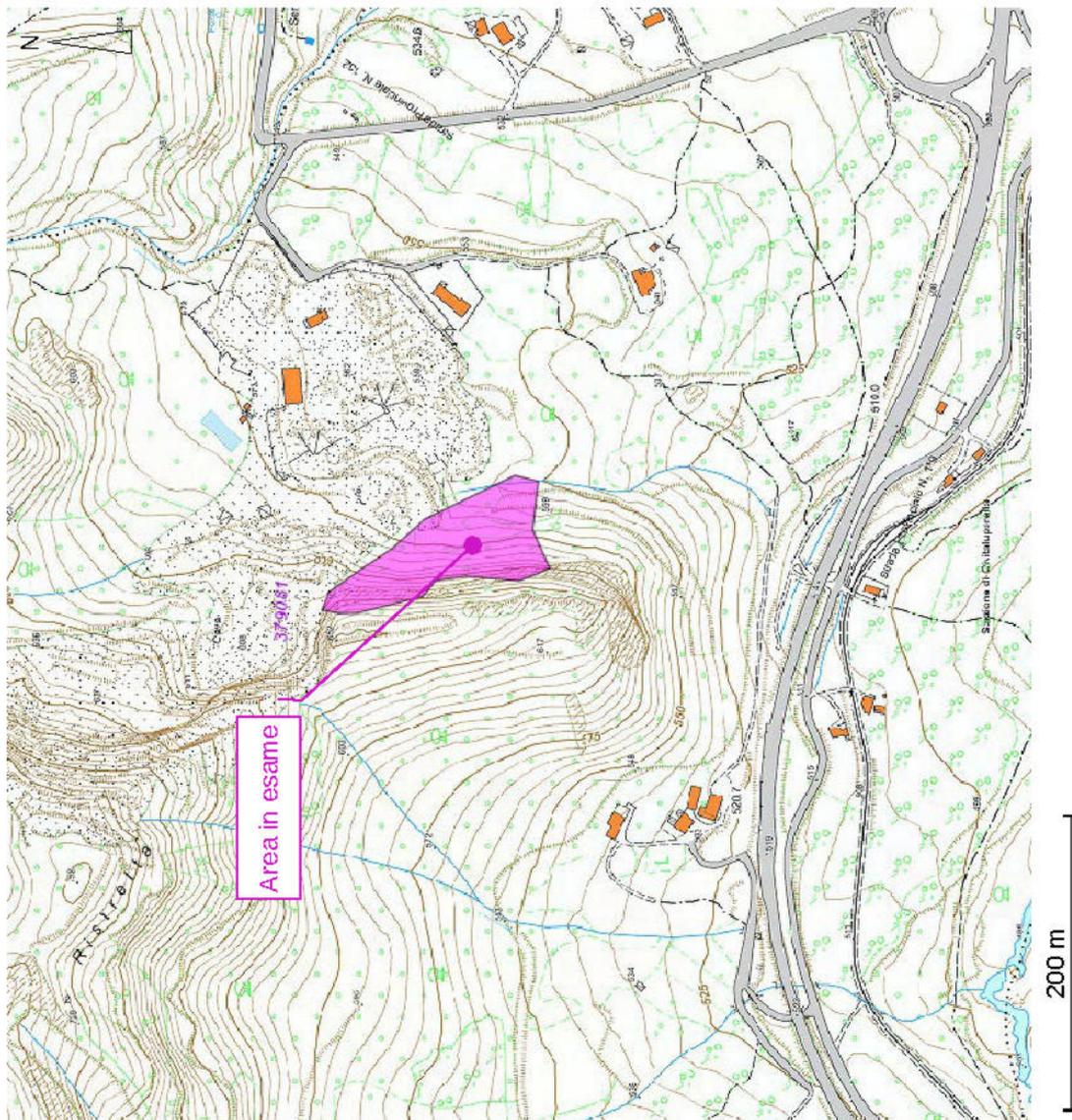
ALLEGATI:

CARTOGRAFIA TEMATICA

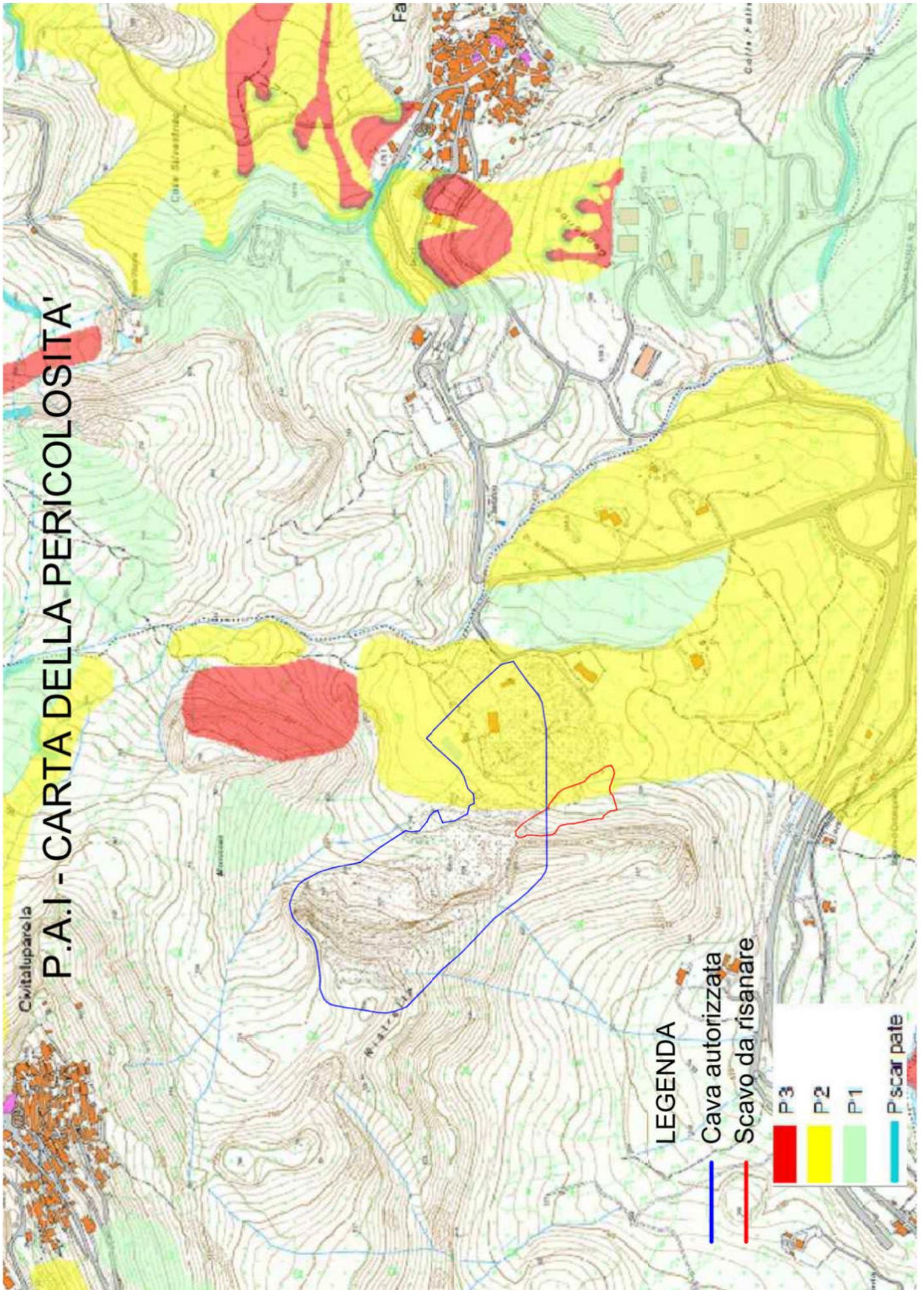
UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO



Base topografica: Carta Topografica
Foglio 379 E scala 1 : 25.000



Base topografica: Carta Tecnica Regione Abruzzo elemento n. 379041
scala 1 : 5.000

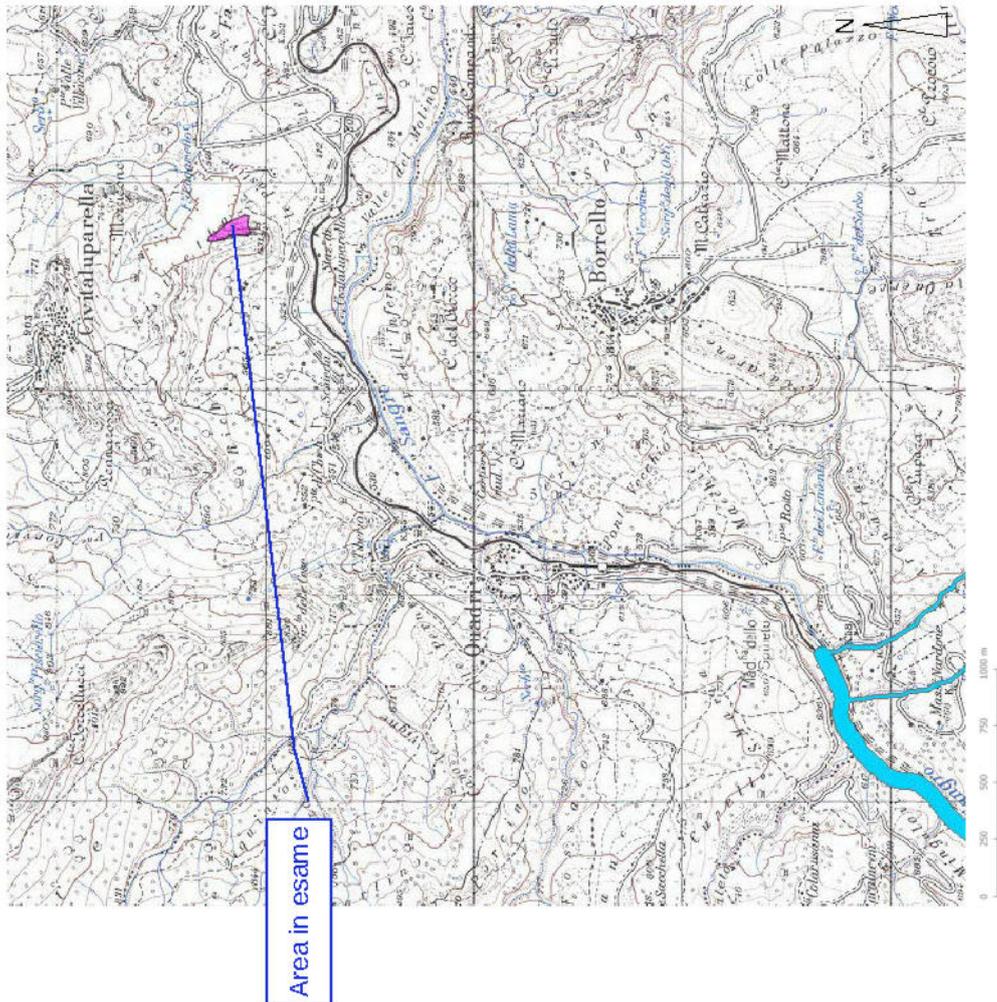


CARTA DELLA PERICOLOSITÀ P.S.D.A.

LEGENDA:

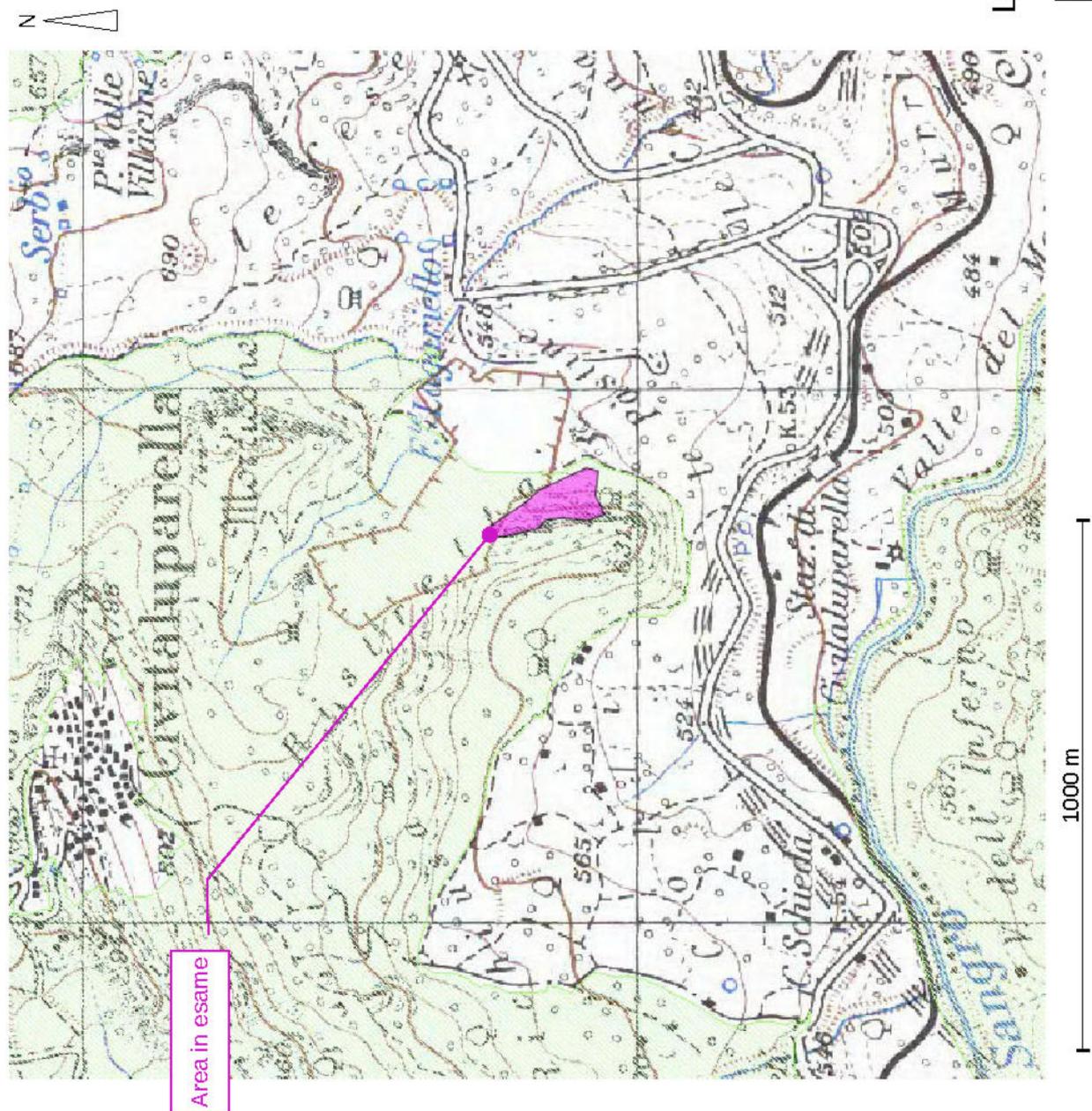
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

	Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s		Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata 1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s		
	Pericolosità media h100 > 0m		
	Pericolosità moderata h200 > 0m		

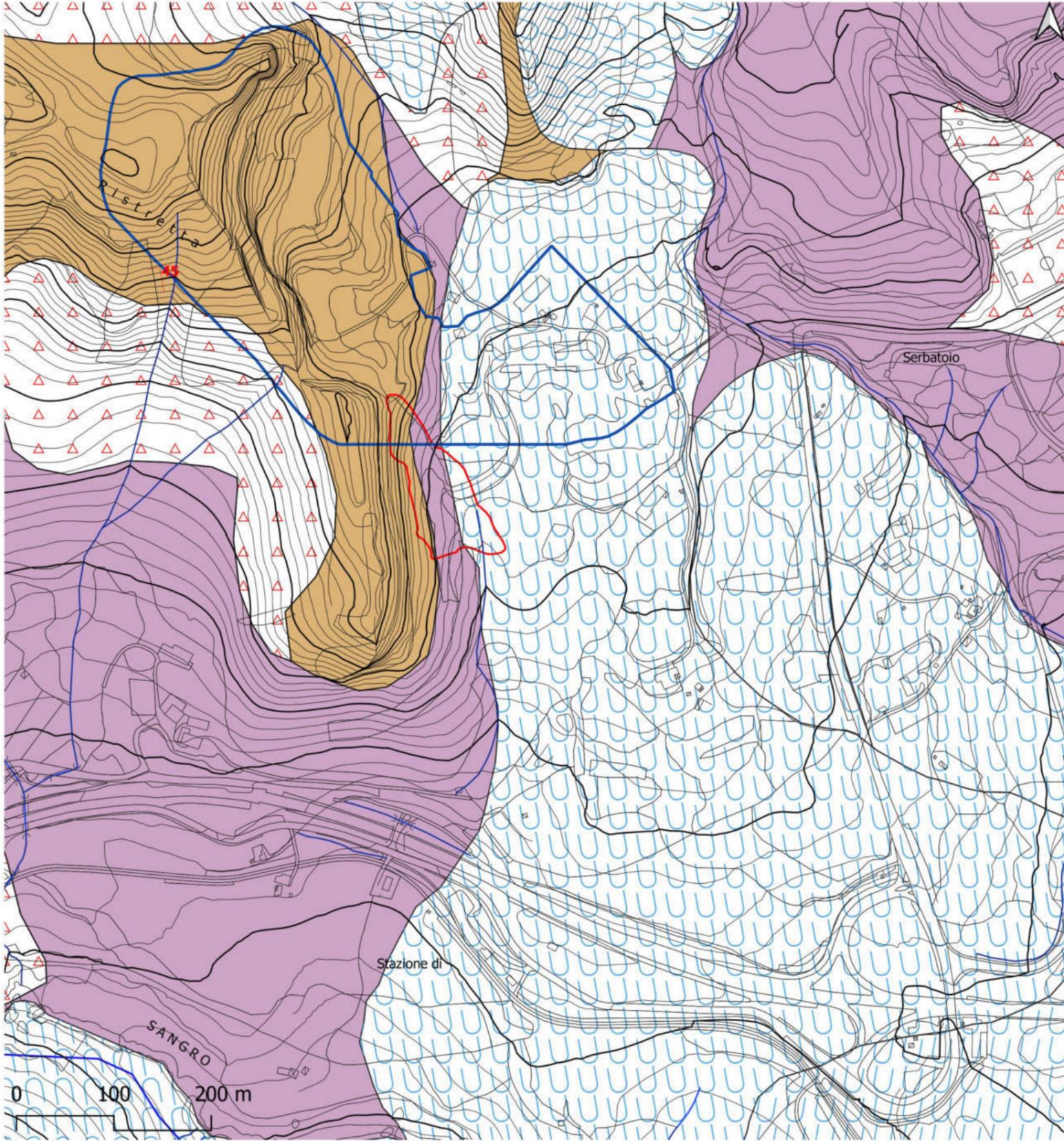


Carta Della Pericolosità Idraulica Piano Stralcio Difesa Alluvioni

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

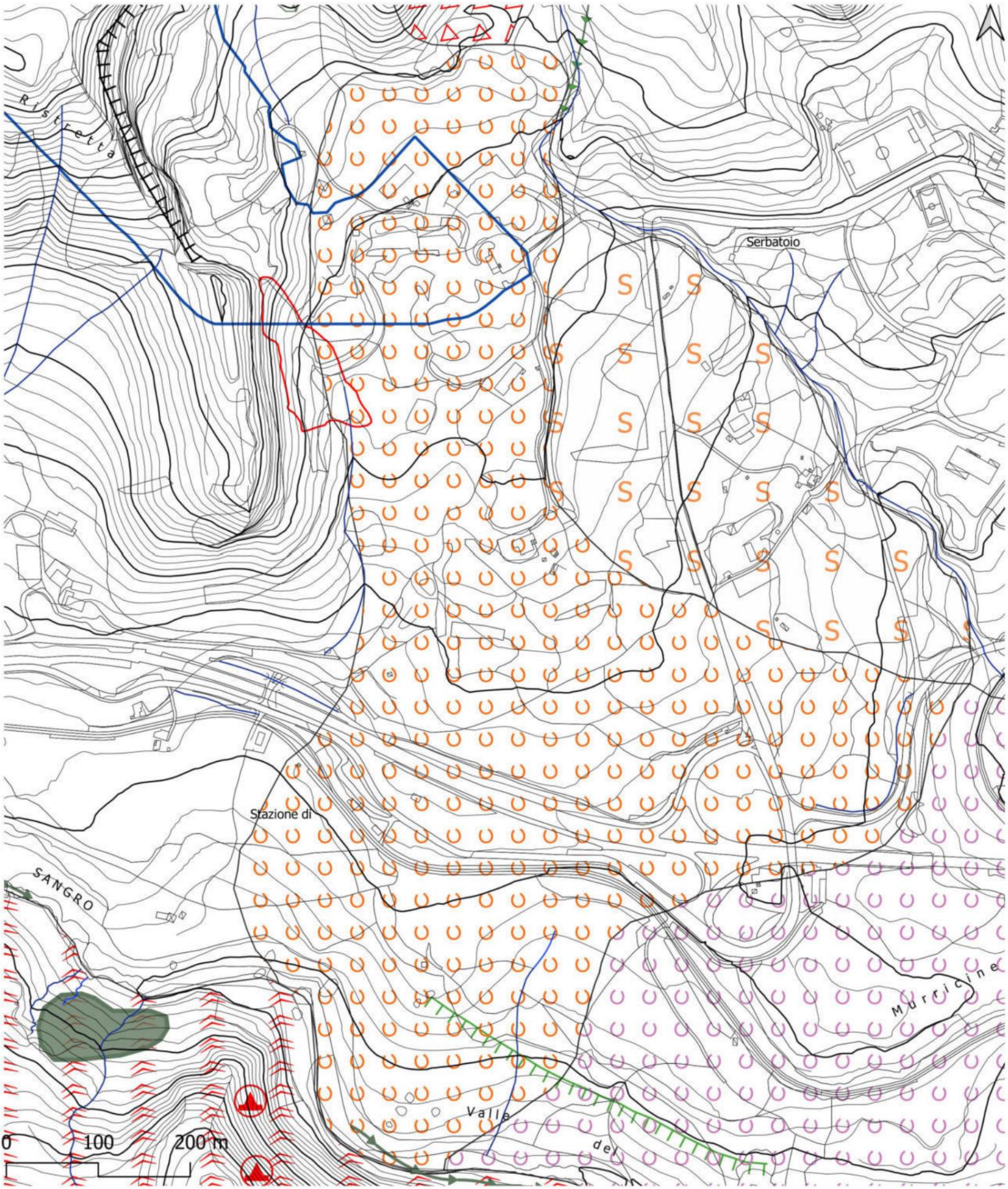


CARTA GEOLOGICA



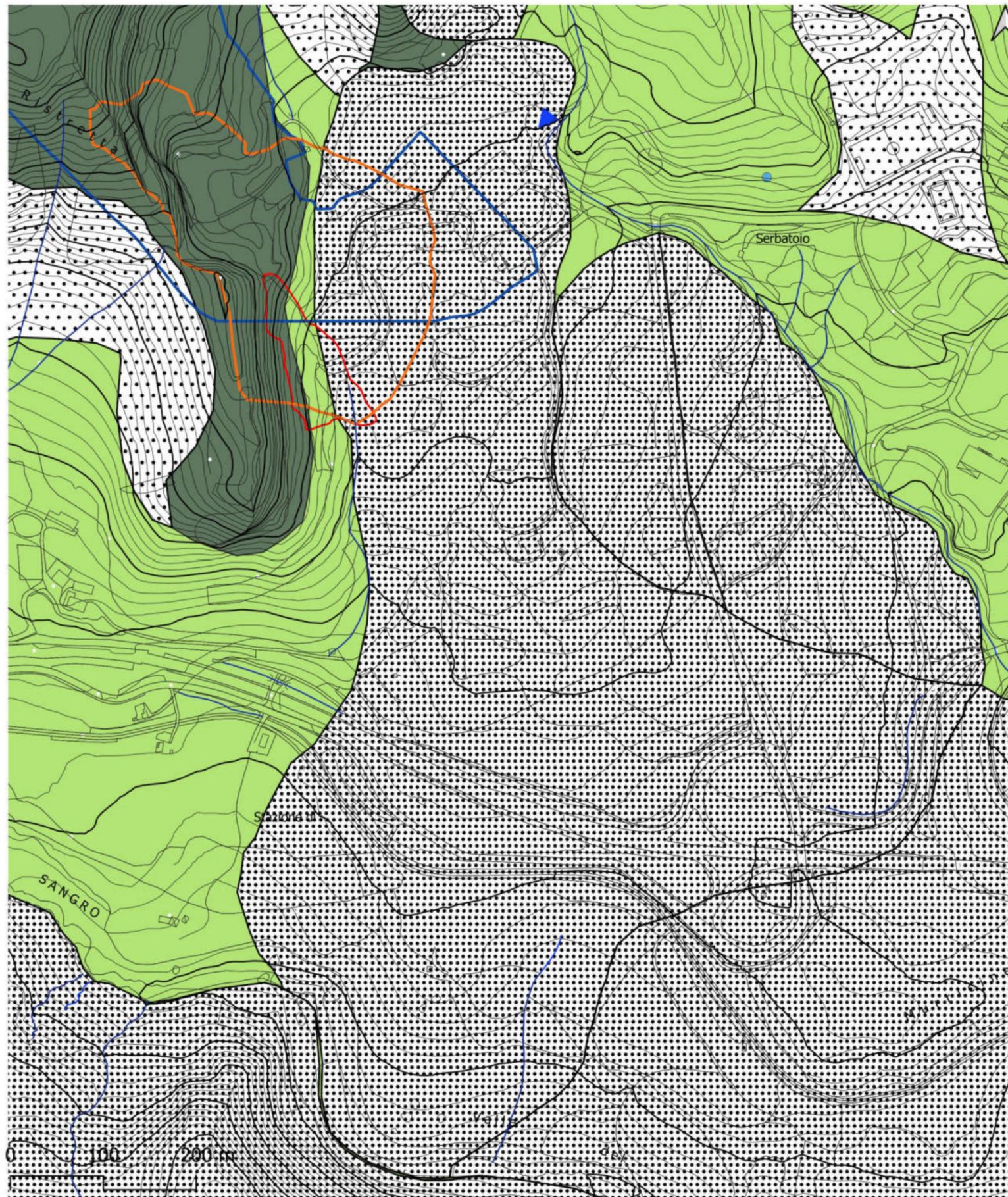
- Cava**
- Cava autorizzata
 - Area intervento
- Geologia**
- Elementi strutturali**
- Piani di scivolamento gravitativo profondo
- Giaciture strati**
- 170 il valore indica l'inclinazione in gradi
- Limite stratigrafico**
- certo
- Litologie**
- QUATERNARIO - Coperture detriche eterometriche (blocchi, ciottoli in matrice limoso - sabbiosa)
 - SUCCESSIONE DEL BACINO MOLISANO - Calcari biancastri con intercalazioni di potenti bancate conglomeratiche composte da elementi poligenici ben cementati, calcarei e selciferi; calcari biancastri fini, costituiti da breccie con clasti a spigoli vivi; biocalcareni; calcari marnosi e marne (Formazione di Gabberale - Pizzoferrato). Miocene Inferiore - Miocene Medio.
 - SUCCESSIONE DEL BACINO MOLISANO - Argilliti, argilliti siltose e argille marnose policrome a tessitura scagliosa caratterizzate da sottili intercalazioni di radiolariti rosse, calcari micritici e calcareniti torditiche (Argille varicolori). Oligocene Superiore - Miocene Inferiore.
 - Depositi di frana eterogenei ed eterometrici (blocchi, ghiaie, limi, sabbie e argille).

CARTA GEOMORFOLOGICA



- Cava**
 - Cava autorizzata
 - Area intervento
- Geomorfologia**
 - Alveo in approfondimento
 - Attivo
 - Calanchi
 - Solco di erosione concentrata
 - Quiescente
- Frane**
 - Corpo di frana di colamento Non attivo
 - Corpo di frana di colamento Quiescente
 - Corpo di frana di crollo e ribaltamento Attivo
 - Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso Quiescente
 - Versante interessato da deformazioni superficiali lente Quiescente
 - Versante vistosamente interessato da deformazione profonda Attivo
- Frane non cartografabili**
 - ▲ Attivo
 - Orlo di scarpata antropica
 - Orlo di scarpata di erosione fluviale
 - | Quiescente

CARTA IDROGEOLOGICA



Cava

 Cava autorizzata

 Area intervento

Idrografia

 Bacino idrografico di riferimento

Complessi idrogeologici

Descrizione e valori orientativi del coefficiente di permeabilità k

 Detriti eterometrici - permeabilità $1E-2 < k < 1E0$ m/s

 Calcari, calcareniti - permeabilità $1E-8 < k < 1E-6$ m/s

 Argille, argille marnose, marne - permeabilità $1E-9 < k < 1E-6$ m/s

 Depositi di frana eterometrici - permeabilità $1E-7 < k < 1E-3$ m/s

