

COMUNE DI MOLITERNO

Provincia di Potenza

REGIONE BASILICATA

COMMITTENTE:

**COMUNE DI MOLITERNO
VIA VENETO, 1
85047 MOLITERNO (PZ)**

PROTOCOLLO:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

PROGETTO:

***PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO DI
RACCOLTA COMUNALE IN VARIANTE AL PROGETTO
APPROVATO CON DGC N. 119 DEL 30/10/2019.***

Gli elaborati non possono essere riprodotti in nessun formato di stampa e/o elettronico compreso
Copia fotostatica, microfilm e memorizzazione elettronica, senza autorizzazione espressa per
l'iscritto degli autori.

SCALA DISEGNI

DATA – APRILE 2021

ELABORATO:

STUDIO GEOLOGICO

Progettista

(Geol. Rocco SPAGNUOLO)

.....
(Timbro e Firma)

TAVOLA N°

G1

Sommario

1) PREMESSA	2
1.1) DESCRIZIONE DEI LAVORI PREVISTI DAL PROGETTO.....	4
2) GEOLOGIA REGIONALE E DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	5
3) LINEAMENTI TETTONICI ED IDROGEOLOGICI.....	15
4) LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	17
5) CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	20
5.1) MODELLO GEOTECNICO AMBITO SIGNIFICATIVO.....	20
6) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO AI SENSI DEL D.M. 14.01.2018	21
7) ANALISI GEOMORFOLOGICA E VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO	28
8) CONCLUSIONI	31
9) ALLEGATI	33
10) BIBLIOGRAFIA.....	34

1) PREMESSA

Su incarico del Comune di Moliterno conferito con Determinazione Dirigenziale del Settore Tecnico Lavori Pubblici, il sottoscritto Dott. Rocco SPAGNUOLO, iscritto all'Ordine dei Geologi di Basilicata con il n° 237 e con studio in vico II di via XXIV Maggio 1 in Moliterno (PZ), e vista la nota del RUP del 12/04/2021 prot. N. 3088 con la quale il R.U.P. Geom. G. Mastrangelo comunicava la necessità di aggiornare gli elaborati progettuali tra cui lo studio geologico a seguito dell'individuazione di un nuovo sito idoneo per ospitare le strutture di progetto, esegue indagini geologiche nei pressi di via Istria, in agro del comune di Moliterno (PZ), interessato da un progetto per la realizzazione di un centro di raccolta differenziata dei rifiuti, al fine di definire le caratteristiche meccaniche dei terreni in affioramento e la compatibilità geologico-tecnica della struttura prevista nel progetto con l'area di sedime.

La ricerca è consistita in un attento studio della bibliografia esistente al fine di reperire informazioni sulla natura litologica e meccanica dei terreni, in un attento rilievo geologico-morfologico al fine di definire la compatibilità Idrogeologica dei lavori previsti nel progetto e gli eventuali fenomeni di dissesto in atto o potenziali.

I risultati ottenuti hanno permesso di definire in dettaglio il quadro geomorfologico e idrogeologico dell'area di indagine che assieme alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti fornisce necessarie indicazioni sulla fattibilità dei lavori previsti nel progetto.

L'area oggetto di indagine è ubicata nel comune di Moliterno in via Istria come indicato nella carta topografica in scala 1:1000.

Il lavoro è stato articolato secondo un programma di seguito esposto:

- ❖ Esame della cartografia esistente (Carta Geologica d'Italia F. 210 "Lauria" scala 1:100.000);
- ❖ Consultazione di pubblicazioni e lavori in materia, riguardanti la zona interessata ed altre limitrofe;
- ❖ Rilevamento geolitologico e geomorfologico di superficie sull'intera area comprendente il luogo oggetto di studio;
- ❖ Analisi dei risultati delle indagini geognostiche esistenti per la caratterizzazione geotecnica dei terreni;
- ❖ Elaborazione della stratigrafia risultante dalle indagini in sito.

La presente relazione comprende, oltre agli elaborati scritti, i seguenti allegati grafici:

- ❖ Stralcio topografico in scala 1:2.000 con l'indicazione dell'area oggetto di studio;
- ❖ Carta Geologica in scala 1:1.000;
- ❖ Carta Geomorfologica in scala 1:1.000;
- ❖ Carta di ubicazione delle indagini in scala 1:1.000;
- ❖ Carta del rischio idrogeologico ai sensi della Legge 183/89, redatta sulla scorta dei dati dell'Autorità di bacino della Basilicata, con l'ubicazione dell'area d'indagine;
- ❖ Modello geologico rappresentativo dell'area di sedime, ai sensi delle N.T.C. 2018;
- ❖ Modello geotecnico rappresentativo dell'area di sedime, ai sensi delle N.T.C. 2018.
- ❖ Relazione sulla verifica di stabilità di pendio eseguita allo stato di progetto impostata sul profilo n. 5.

Nel presente studio si richiama la Legge Regione Basilicata 30 novembre 2018 n. 41 – Norme in materia di tutela della prestazione professionali per attività espletate per conto di committenti privati. Lo studio è stato effettuato secondo la normativa tecnica approvate con D. M. 11/03/1988 e le NTC 2018.

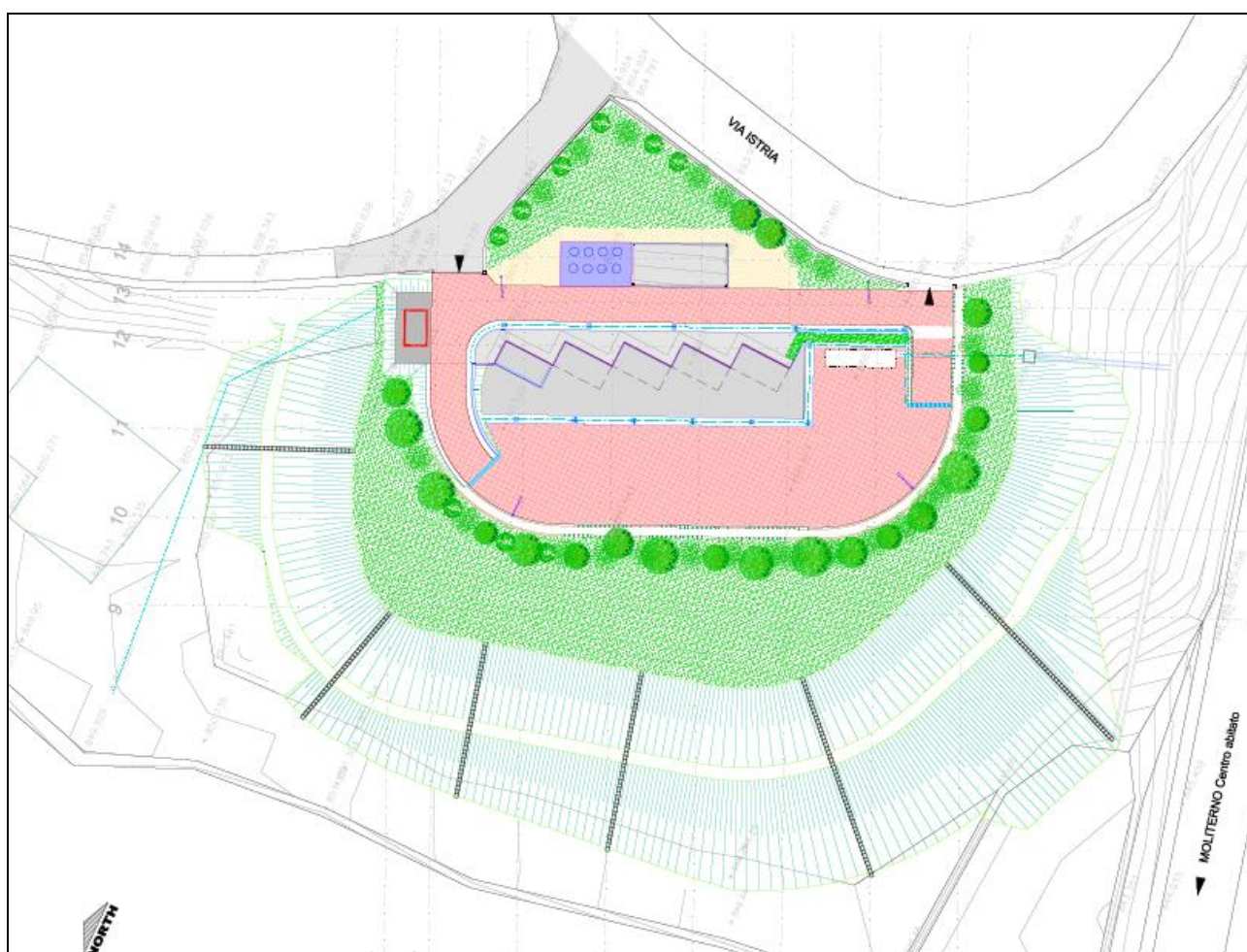
L'area oggetto del presente studio non ricade in nessuna delle aree a rischio idrogeologico così come si evince dalla cartografia consultabile presso l'Autorità di bacino della Basilicata, pertanto non bisogna acquisire alcun parere e/o autorizzazione.

Si specifica che il presente studio è stato eseguito dal sottoscritto, su incarico del comune di Moliterno per la realizzazione dei lavori descritti nel paragrafo 1.1. Pertanto cessa di avere efficacia nel momento in cui i lavori risultano completati. Per gli ampliamenti o per la realizzazione di ulteriori lotti si rende necessario eseguire un nuovo studio geologico.

Qualora il sottoscritto accerti l'impiego del presente studio per fini diversi da quelli indicati nel paragrafo 1.1 si riserva la facoltà di tutelare la propria posizione professionale nelle sedi appropriate.

1.1) DESCRIZIONE DEI LAVORI PREVISTI DAL PROGETTO

I lavori previsti nel progetto consistono nello sbancamento di una porzione di terreno avente una pendenza media di 12° per la realizzazione di n. 2 terrazzi che ospiteranno le strutture previste dal progetto. I suddetti lavori sono stati approvati dal comune di Moliterno con Delibera di Giunta comunale n. 36 del 07/04/2021 e rientrano nelle opere finanziate nel quadro dell'avviso pubblico approvato con D.G.R. n. 374 del 30.04.2018 con finanziamento "P.O. FESR Basilicata 2014-2020 – Asse 5 – Azione 6°.6.1.2" Le opere previste consistono nella costruzione di piccole strutture in cls armato e le opere di raccolta delle acque meteoriche.



Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali a firma dei tecnici incaricati.

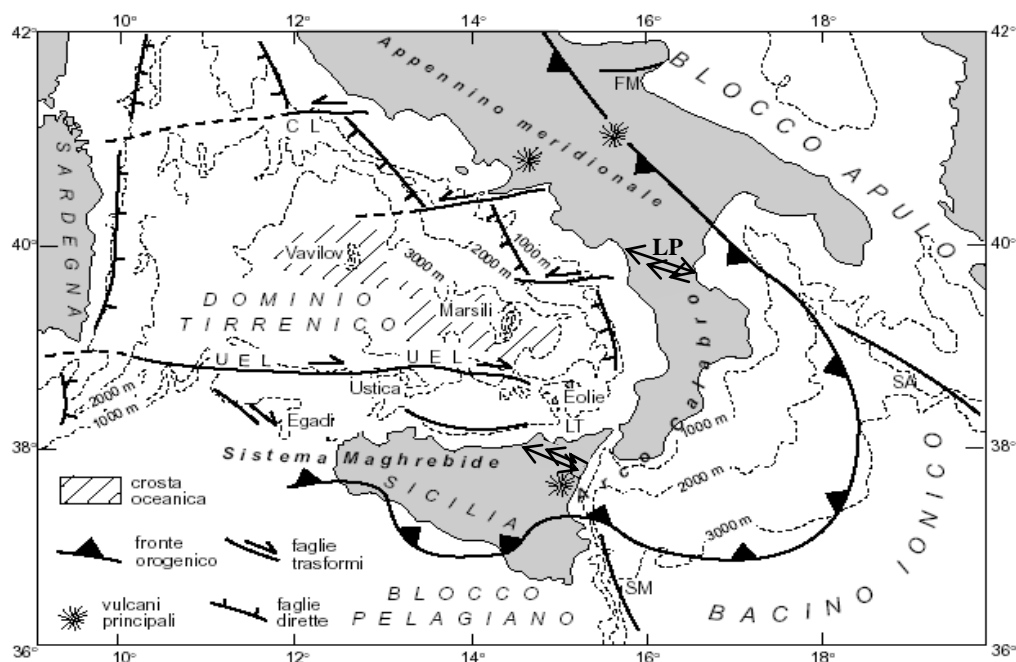
2) GEOLOGIA REGIONALE E DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

In Basilicata e Puglia, sono presenti i tre domini di un sistema orogenico adriatico-vergente: la *catena*, rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano, l'*Avanfossa* Adriatica Meridionale denominata Fossa Bradanica e l'*avampaese* rappresentato dalla Regione Apulo Garganica.

Quest'attuale assetto strutturale è stato determinato essenzialmente dalle fasi tettoniche mioceniche e plio-quadernarie, che hanno modificato il quadro paleogeografico mesozoico dato da fasce deposizionali, piattaforme e bacini, distribuite parallelamente al margine continentale.

La lunga storia geologica dell'Appennino Meridionale può comunque essere ripercorsa con buona approssimazione a partire dal Paleozoico Superiore.

Gli eventi che ne hanno caratterizzato l'evoluzione sedimentaria, tettonica e morfologica, possono essere ritenuti connessi alla geodinamica di un esteso tratto crostale dell'area mediterranea orientale corrispondente alla propaggine settentrionale della zolla africana.



Schema tettonico del sistema Tirreno - Appennino meridionale (modificato da RENDA *et alii*, 2000). Acronimi: FM = Faglia di Mattinata; CL = Linea del Circeo; LP: Linea del Pollino; UEL: Linea Ustica-Eolie; SA: Scarpata Apula; LT: Linea di Taormina; SM: Scarpata di Malta.

Per meglio realizzare un quadro evolutivo generale, allo stesso tempo sintetico e completo, l'evoluzione geologica dell'Italia Meridionale è stata suddivisa in quattro fasi, relative ad altrettanti intervalli temporali entro i quali si ha una relativa omogeneità stratigrafico-tettonica nelle differenti aree paleogeografiche.

- Fase permo-triassica;
- Fase giurassico-cretacico-paleogenica;
- Fase miocenica;
- Fase plio-pleistocenica.

FASE PERMO TRIASSICA

La successione permo-triassica spessa almeno 1000 metri riscontrata dal pozzo Agip Puglia 1 (Moscardini e Merlini 1986) poggia sul basamento cristallino precambrico.

Le informazioni raccolte documentano una facies terrigena prevalentemente continentale costituita da arenarie sub-litiche formate da clasti metamorfici e sedimentari, in alternanza con breccie poligeniche, siltiti ed argilliti con, nella parte alta, rare intercalazioni di sottili livelli di calcari macrofossiliferi ed oolitici di ambiente marino litorale.

Questa successione terrigena è interposta tra il basamento cristallino e la serie carbonatica mesozoica, e può essere interpretata come una successione di *sinrift* prodottasi sul margine settentrionale della zolla africana, in un ambiente alluvionale-fluviodeltizio con episodiche, ed appena accennate, trasgressioni marine.

FASE GIURASSICO CRETACICA PALEOGENICA

Questa fase è rappresentata dalla struttura più spessa ed estesa prodottasi sul tratto settentrionale della zolla africana, in un fondamentale regime geodinamico di margine continentale passivo, interessato tuttavia, tra il Cretacico ed il Paleogene, dagli effetti dell'interazione tra zolla africana e zolla eurasiatica.

Il modello che meglio descrive questo periodo è quello elaborato da Mostardini e Merlini nel 1986. Esso prevede da Ovest verso Est le seguenti unità paleogeografiche:

- Bacino Tirrenico,
- Piattaforma Appenninica,

- Bacino Lagonegrese-Molisano,
- Piattaforma Apula interna,
- Bacino Apulo,
- Piattaforma Apula esterna.

In questa sede ci si limita a descrivere l'evoluzione paleogeografica delle strutture che interessano a scala regionale, sia geologicamente che tettonicamente l'area d'interesse.

Bacino Tirrenico

La mancanza di sufficienti dati non ha permesso di definire questo Bacino con grande sicurezza, l'unico dato certo è la sua posizione occidentale rispetto alla Piattaforma Appenninica.

Infatti, lungo il margine occidentale di questa Piattaforma sono note da tempo facies di transizione verso ambienti pelagici presenti già nel Giurassico, queste facies si rilevano lungo i Lepini occidentali (Monte Semprevisa), sul Monte Bulgheria, lungo la catena costiera (M. e M. 1986), al promontorio del Circeo ed all'isola di Capri dove queste facies sono presenti a cominciare dal Lias medio.

La serie Liguride si è originata in una posizione molto prossima all'area oceanica (tetide) del Bacino Tirrenico che separava i domini africano ed europeo.

Questa serie affiora estesamente nei settori meridionali a sud di Salerno, dove sovrasta sia la Piattaforma Appenninica sia i depositi del Bacino Lagonegrese-Molisano.

Essa è costituita dall'Unità Frido (serie ofiolitica e leggermente metamorfica) e dall'Unità Cilento (Flysch del Cilento, decisamente terrigeno).

Generalmente gli Autori attribuiscono a questo Bacino anche la successione Sicilide (Complesso Sicilide di Ogniben 1969, Argille Scagliose o Varicolori degli Autori) localizzandola immediatamente ad Ovest della Piattaforma Appenninica.

Secondo Mostardini e Merlini sia per motivi strutturali che stratigrafici, la patria deposizionale della successione Sicilide deve essere ricercata ad oriente e non ad occidente della Piattaforma Appenninica.

Da un punto di vista strutturale secondo quest'ultimi è piuttosto sospetto il fatto che, sia la Piattaforma Appenninica che le unità Lagonegresi, siano tettonicamente coperte direttamente dalle coltri Liguridi senza l'interposizione di sicure coltri Sicilidi, come sarebbe più logico, in

considerazione della ipotizzata collocazione ad Ovest della Piattaforma Appenninica e tenuto conto della polarità degli strati.

Inoltre in Lucania è nota la sovrapposizione tettonica delle coltri Sicilidi su quelle Liguridi lungo un piano di accavallamento relativamente tranquillo se confrontato con il disordine che caratterizza le coltri stesse.

Ogniben (1969) per spiegare questo contatto invertito ipotizzò che l'accavallamento si fosse verificato in tempi pre-orogenici (Aquitaniense basso) portando la serie Sicilide su quella Liguride con vergenza europea, e successivamente nel Langhiano, l'insieme Liguride-Sicilide, così impilato, si sarebbe accavallato con vergenza africana sulle Unità Appenniniche poste ad oriente (M. e M. 1986).

Questa ricostruzione, secondo Mostardini e Merlini, oltre ad un'eccessiva macchinosità, contrasta con l'evidente regolarità del piano di sovrascorrimento che se fosse realmente il più vecchio di tutto l'edificio Appenninico sarebbe sicuramente molto più disarticolato.

I motivi stratigrafici che avvalorano l'ipotesi della deposizione della serie Sicilide (o Argille Scagliose) ad Est della Piattaforma Appenninica sono principalmente due: il primo evidente sul foglio Agnone (CB) della carta geologica, dove si riconoscono delle eteropie tra le facies bacinali Lagonegresi-Molisani e quelle della serie Sicilide, il secondo è riscontrabile nell'aria del medio Basento (Boenzi et alii. 1968) e di Melfi (Scandone P. in discussione a Vezzani 1973) dove si ha il passaggio stratigrafico sia dalla Serie Sicilide che da quella Lagonegrese al Flysch Numidico.

Questa ipotesi oltre che da M. e M. (1986) è sostenuta anche da Manfredini M. (1986), Bally A. (1950), Gorler K. (1978), Dazzaro L. (1984) *et alii*.

Piattaforma Appenninica

Nella nostra ricostruzione paleogeografica, affiancata ad Est del Bacino Tirrenico si trovava la Piattaforma Appenninica. La totalità dei depositi carbonatici (Trias m/s Miocene inf.) affioranti nell'Appennino Meridionale, fatta eccezione per la montagna della Maiella, si ritiene appartengano alla Piattaforma Appenninica.

Mostardini e Merlini non ritengono vi siano argomenti stratigrafici sufficientemente validi per distinguere la Piattaforma in "interna", "intermedia" ed "esterna", come invece ipotizza D'Argenio (1973) e la scuola napoletana in generale, ed a maggior ragione non condividono le ricostruzioni paleogeografiche con addirittura sei piattaforme carbonatiche.

Secondo i sopra citati Autori trattasi invece, di identiche successioni carbonatiche con tutti i tipi di facies presenti in ambiente di Piattaforma sempre tettonicamente sovrapposte a quelle di un unico Bacino: il Bacino Lagonegrese-Molisano.

Questo accavallamento tettonico è messo in luce dalle finestre tettoniche di Campagna, Giffoni e Vallepiana, e data la polarità orogenica, la Piattaforma Appenninica doveva svilupparsi ad occidente del Bacino Lagonegrese-Molisano.

Del resto anche il ben noto, ma altrettanto discusso affioramento di monte Alpi, indicato come unico testimone meridionale della Piattaforma "intermedia" è interpretato dai geologi dell'Agip come Klippen della Piattaforma Appenninica, come sicuramente è il limitrofo monte Raparo.

Le facies di transizione tra la Piattaforma Appenninica ed il Bacino Lagonegrese-Molisano sono ben evidenti nei settori settentrionali, verso Sud le facies di transizione sono molto meno sviluppate risultando verosimilmente coperte da scaglie tettoniche di Piattaforma in accavallamento verso oriente.

Per quanto riguarda le dimensioni trasversali della Piattaforma Appenninica, le sezioni interpretate indicano un valore che si aggira sui 150-200 km. (M. e M. 1986).

Bacino Lagonegrese-Molisano

Il Bacino Lagonegrese-Molisano era una depressione paleogeografica interposta tra le due Piattaforme Carbonatiche, Appenninica ad Ovest ed Apulo Garganica ad Est, individuatosi nel Triassico e persistito fino al Miocene.

Le Unità Lagonegresi sono comunemente divise in due successioni, una Inferiore rappresentata dalla Serie "Calcareao-Silico-Marnosa" (Triassico Sup.- Cretacico inf.) ed una Superiore (Paleogenica).

L'Unità inferiore è costituita dal basso verso l'alto da:

- "Calcari con selce" del Triassico sup. (sedimenti e risedimenti bacinali spessi diverse centinaia di metri);
- "Scisti silicei" del Giurassico (argilliti silicifere e radiolariti, sedimenti bacinali spessi alcune decine di metri);
- "Galestri" (flysch galestrino) alternanza di marne giallastre, per alterazione, e marne rossastre silicizzate, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche grigio cenere;

- "Argilliti e marne silicifere con calcareniti intercalate", sedimenti di facies bacinale spessi alcune centinaia di metri caratterizzano il Cretacico inf.

Durante il Paleogene si deposita la successione superiore. Tra la Piattaforma Appenninica e quella apula si depongono, nelle zone marginali, sedimenti calcarenitici e calciruditici torbiditici che provenivano dai margini delle stesse piattaforme o dalle zone emerse, ai depositi calcarei si intercalavano argille, argille marnose rosse e verdi (flysch rosso) (Dazzaro e Rapisardi 1984), mentre nelle zone centrali del Bacino si depongono i depositi del Complesso Sicilide (Argille varicolori) (M. e M. 1986 e Pescatore 1988).

Al di sopra di questi depositi, a partire dal Miocene inferiore si sono depositi i sedimenti prevalentemente quarzosi del Flysch Numidico di provenienza meridionale.

Tali depositi hanno notevoli spessori nelle zone centrali del Bacino e nelle aree meridionali (Lucania), mentre nelle zone laterali e settentrionali (Campania e Puglia) il loro spessore tende ad annullarsi.

Quindi secondo l'ipotesi precedentemente esposta, il complesso Sicilide dovrebbe rappresentare l'intervallo deposizionale Cretacico Sup. Miocene Inf. del Bacino Lagonegrese Molisano, compreso tra la serie "calcareo-silico-marnosa" ed il Flysch Numidico.

Tutte le ricostruzioni più recenti comunque, sono caratterizzate dalla tendenza ad estrapolare sempre più verso Nord le facies Lagonegresi.

Ad esempio Ortolani (1978) estrapola queste facies fino a NE del Matese quindi già in area molisana.

Avvalorano questa ipotesi i pozzi Agip di Frosolone, Campobasso e Benevento che hanno incontrato in profondità terreni correlabili ai "Calcari con selce". "Scisti silicei" e "Galestri" della successione Lagonegrese, dando elementi sufficienti per considerare il Bacino Molisano come un'estensione settentrionale di quello Lagonegrese.

Siamo quindi in presenza di un unico grande Bacino che interessava da Sud a Nord tutto l'Appennino Meridionale.

Per quanto riguarda le dimensioni trasversali si nota che alcune sezioni sismiche elaborate dall'Agip, lungo le quali è stato studiato il raccorciamento, portano ad ipotizzare un'ampiezza originale dell'ordine di 200 Km (M. e M. 1986), mentre longitudinalmente si estendono da poco a Nord del Matese fino al Mare Ionio e quasi certamente continuano anche nell'area calabrese.

Ancora più a Nord i raccorciamenti hanno portato le facies di transizione, dalla Piattaforma Appenninica al Bacino Lagonegrese-Molisano, quasi direttamente a contatto con la

Piattaforma Apula interna, impedendo in questa regione l'osservazione diretta dei depositi Lagonegresi-Molisani.

Comunque la presenza di queste facies di transizione molto spinte porta addirittura ad ipotizzare la continuazione sepolta del Bacino Lagonegrese-Molisano ad occidente del gruppo della Maiella per congiungersi con l'area bacinale di Pescara come già ipotizzato da Manfredini (1966), anche se non esistono elementi provanti questa ipotesi.

Piattaforma Apula interna

Ad oriente del Bacino Lagonegrese-Molisano si trovava una Piattaforma Carbonatica detta Piattaforma Apula interna.

La parte inferiore di questa Piattaforma è del Triassico Sup., e la sovrastante successione Giurassico-Cretacica presenta tipiche facies di Piattaforma carbonatica soggetta a subsidenza compensata da sedimentazione di mare sottile.

La successione Giurassica era rappresentata da un intervallo stratigrafico di circa 3000 metri costituito prevalentemente da facies dolomitiche.

In affioramento è esposta la parte terminale del Giurassico nell'area garganica centro meridionale, qui le facies di Piattaforma interna vengono sostituite al passaggio Giurassico-Cretacico da facies di Piattaforma esterna, di transizione e Bacino.

La situazione paleo ambientale non muta sostanzialmente nel corso del Cretacico, pur se condizionata da modificazioni paleo ambientali collegate ad oscillazioni marine di ampiezza ed estensione variabili per tempi e per luoghi in relazione alle interazioni tettoniche.

Nel dominio di Piattaforma interna (Gargano centro-occidentale, Murge, Salento) la successione cretacica estesa per uno spessore intorno ai 2000 metri sino al Cenomaniano terminale, è caratterizzata da facies carbonatiche micritiche intertidali con alghe e foraminiferi e da episodiche intercalazioni di calcari con Rudiste.

Questi orizzonti a Rudiste sono importanti da un punto di vista crono e bio-stratigrafico, in quanto pur se di limitato spessore hanno una diffusione e posizione stratigrafica costante in tutto il dominio di Piattaforma interna.

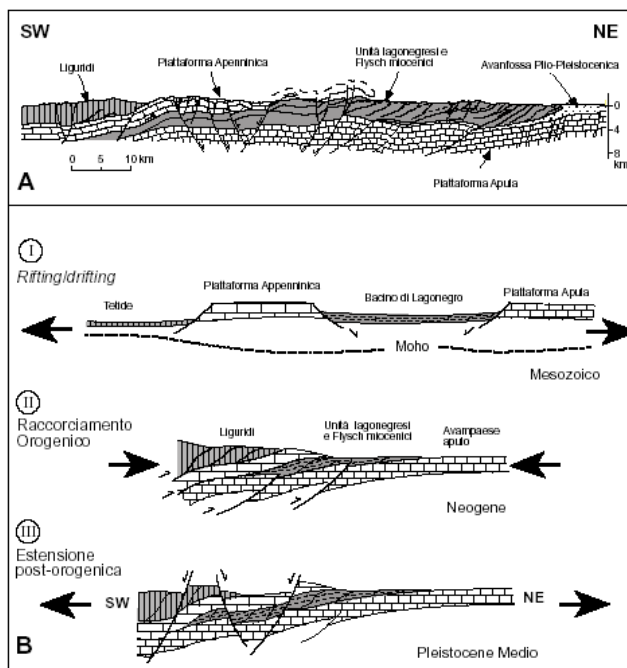
Questi orizzonti, assunti come livelli guida, hanno permesso di eseguire precise correlazioni sia tra le successioni esposte in superficie che attraversate nel sottosuolo.

Il Turoniano è caratterizzato da una evidente lacuna stratigrafica, contrassegnata nelle aree garganico e murgiana da una ragionevole discordanza angolare nonché da orizzonti di depositi continentali di varia natura.

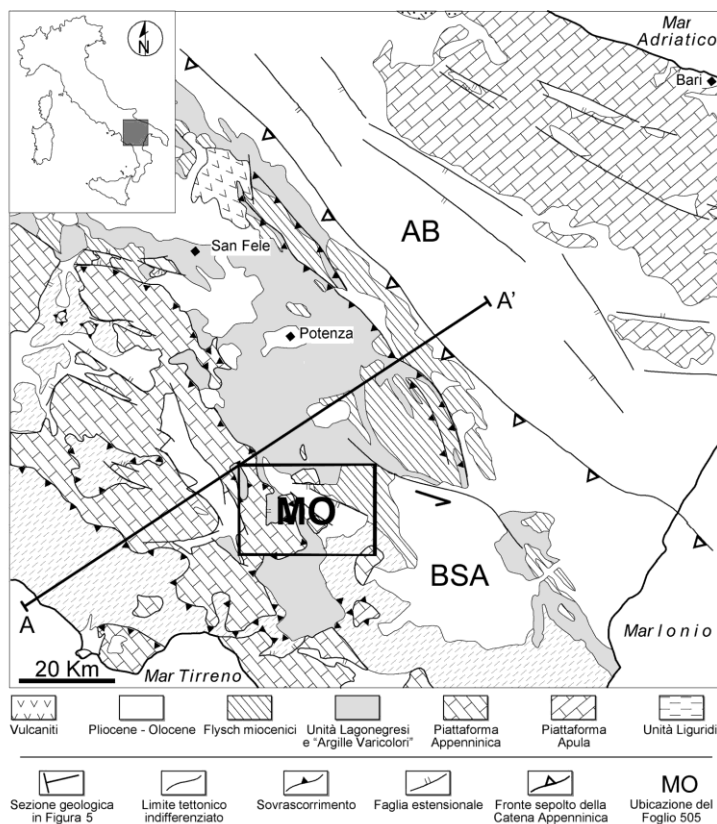
La successione supra-cretacica di Piattaforma interna presenta facies intertidali e subtidali caratterizzate da una maggiore diffusione delle Rudiste che danno origine sia a biocostruzioni sia ad accumuli sin-sedimentari inseriti in sequenze ritmiche di tipo ingressivo - regressivo, intervallate a seconda dei casi, da sottili livelli di argilliti arrossate e/o da crostoni calcareo terrosi nonché da tipici hard grounds. Recenti studi tendono a dimostrare la presenza di brevi lacune in tali successioni apprezzabili sia a livello stratigrafico che sedimentologico, le più importanti risultano localizzate rispettivamente al passaggio Santoniano-Campaniano ed alla base del Maastrichtiano Inferiore. La successione supra-cretacica del Senoniano si estende per un intervallo stratigrafico di circa 1500 metri sino a comprendere il Maastrichtiano. Le dimensioni trasversali di questa Piattaforma sono solo ipotizzabili in quanto, mentre il fronte orientale è perfettamente riconoscibile sulle sezioni sismiche, il margine occidentale è solamente supposto poiché mascherato dalle coltri alloctone di origine interna. Sembrano comunque ragionevoli le dimensioni trasversali che si aggirano sui 60-80 Km per il settore meridionale ed 80-130 Km per quello settentrionale (M. e M. 1986).

Verso Sud è molto probabile che questa unità si prolunghi nell'area ionica, mentre verso Nord affiora a costituire il gruppo della Maiella, dove la presenza di facies di transizione verso nord sembra preludere alla fine di questa unità ed il suo passaggio per variazione di facies al Bacino di Pescara.

Per quanto riguarda le transizioni tra questa Piattaforma ed i bacini limitrofi notiamo che, quelle verso il Bacino Lagonegrese-Molisano non sono conosciute perché troppo profonde, mentre quelle verso il Bacino Apulo sono state incontrate da alcuni pozzi.



Sezione geologica regionale A-A' attraverso l'Appennino Lucano (da TAVARNELLI & PROSSER, 2003, con modifiche). B. Successione degli eventi tettonici principali che hanno interessato il margine passivo adriatico portando alla costruzione della catena appenninica: I- *drifting* Mesozoico; II- raccorciamento orogenico neogenico; III- estensione post-orogonica (non in scala; da TAVARNELLI & PROSSER, 2003, con modifiche).



Carta geologica schematica dell'Appennino Lucano (da TAVARNELLI & PROSSER, 2003, con modifiche). La sezione geologica regionale (traccia A-A') è riportata in Fig. 4. BSA=Bacino di Sant'Arcangelo; AB= Avanfossa Bradanica

La zona oggetto d'indagine rientra, dal punto di vista paleogeografico nell'unità del Bacino Lagonegrese-Molisano.

Il rilevamento geologico di dettaglio ha consentito di riconoscere e caratterizzare le litologie affioranti nell'area di interesse la cui distribuzione areale, prossima al sito, è indicata nella carta geologica allegata.

In zona affiorano i seguenti termini:

- **RI – Terreno di riporto antropico di epoca recente;**
- **LPS – Calcilutiti, dolomie con liste e noduli di selce a radiolariti con intercalazione di brecciole calcaree in strati da centimetrici a decimetrici;**
- **CL - Detriti eluvio/colluviali raccolti negli impluvi e derivanti dalla disgregazione dei termini affioranti nella fascia di versante.**

3) LINEAMENTI TETTONICI ED IDROGEOLOGICI

Di seguito sono illustrate le dislocazioni più importanti che interessano l'area dell'Alta Val d'Agri compreso l'abitato di Moliterno (a cominciare dalle più recenti) che hanno condizionato anche la distribuzione degli acquiferi, la loro geometria e il flusso sotterraneo delle acque.

- La tettonica fragile tardo- e post-orogena

Le faglie più recenti, riferibili agli eventi tardo- e post-orogenici, hanno direzione variabile, da NNO-SSE ad ONO-ESE, e le più importanti di queste delimitano la depressione tettonica dell'Alta Val d'Agri.

Il margine nord-orientale del bacino, dai dintorni dell'abitato di Marsicovetere a quelli dell'abitato di Montemurro, coincide con una gradinata di faglie immergenti verso SO con valori di inclinazione compresi fra 50° ed 80°; il margine sud-occidentale, dai dintorni dell'abitato di Paterno a quelli dell'abitato di Spinoso, coincide con un sistema di faglie che si estende per circa 30 km con direzione variabile, queste strutture immergono coerentemente verso i quadranti nord-orientali con valori di inclinazione compresi fra 45° e 75°. La continuità longitudinale delle faglie bordiere del bacino dell'Alta Val d'Agri è localmente interrotta da faglie trasversali, che si estendono con direzione media SO-NE. Evidenze di carattere strutturale, sismologico e paleosismologico suggeriscono che la tettonica è ancora attiva.

- La tettonica compressiva sin-orogena

Le principali strutture compressive sono sovrascorrimenti di importanza regionale con associate pieghe plurichilometriche con marcata vergenza orientale, tutti con una direzione media N-S. Fra le numerose strutture compressive significative dal punto di vista idrogeologico ci sono i sovrascorrimenti che determinano l'accostamento di rocce con diverse caratteristiche di porosità e permeabilità, sia primaria che secondaria, come quelli ben esposti in corrispondenza dei Monti della Maddalena e del Monte di Viggiano.

- La tettonica distensiva pre-orogena

Gli effetti della tettonica distensiva pre-orogena in Appennino meridionale sono difficilmente riconoscibili a causa dell'intensa sovrimpronta delle deformazioni compressive sin-orogeniche, trascorrenti tardo-orogeniche e distensive post-orogeniche, per cui non è chiaro il ruolo delle faglie dirette pre-orogeniche.

Per quanto concerne l'aspetto idrogeologico l'area di indagine ricade nel complesso idrogeologico Silico Marnoso delle unità Lagonegresi I e II. Risulta costituito dai termini della formazione di Monte Facito, Flysch Galestrino, arenarie argille e argillite verdastre. Presentano una permeabilità per porosità e per fessurazione e un grado di permeabilità da impermeabile a scarso. A livello di circolazione idrica superficiale, la presenza di falde è pressoché impossibile considerata la natura argillosa del terreno. Talora si riscontra una circolazione effimera legata agli strati superficiali della componente pelitica.

Nella zona di indagine a seguito dei rilievi condotti in situ non è stata riscontrata la presenza di acqua.

4) LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

Il bacino dell'Alta Val d'Agri è delimitato: ad O dalla estesa dorsale carbonatica dei Monti della Maddalena, che ne segnano il confine con la regione Campania; a S dalla morfostruttura carbonatica del Monte Raparo; ad E dal gruppo montuoso del Monte Volturino, dal Monte S. Enoc e dal Monte dell'Agresto, che lo separano dai contigui bacini plio-pleistocenica di Calvello e di Sant'Arcangelo.

L'elemento geomorfologico più saliente è rappresentato dalla piana alluvionale del Fiume Agri, uno dei principali corsi d'acqua della Basilicata. Essa si sviluppa tra le quote 660 m e 520 m s.l.m. in un'area di circa 140 kmq, che si estende in direzione NO-SE per circa 30 km, dalla località Santino, sede di importanti emergenze sorgentizie, fino alla sezione di chiusura del lago artificiale di Pietra del Pertusillo, con una larghezza di 2-4 km, salvo che in corrispondenza del lago, dove raggiunge circa 7,5 km. Il fiume cambia progressivamente l'orientamento del suo corso, da N-S nel suo tratto prossimale a ONO-ESE nel tratto terminale del lago. Solo nel settore meridionale la piana risulta reincisa.

Lungo le zone pedemontane della porzione prossimale e media del bacino, sono presenti depositi di varie decine di metri di detrito di versante tettonizzato e sospeso a diverse altezze.

In virtù dei diversi caratteri geologico-strutturali, i due versanti carbonatici che delimitano la valle fluviale mostrano caratteri geomorfologici diversi e in varia misura articolati.

Il versante destro, quasi interamente rappresentato dalla dorsale dei Monti della Maddalena, è caratterizzato da una serie di altopiani che si estendono in direzione NO-SE; essi si sviluppano a quote variabili tra 1500 m s.l.m. (dorsale Serralonga) e 800 – 900 m s.l.m.

Modellati essenzialmente nelle rocce carbonatiche cretache di piattaforma, tali altopiani sono delimitati da versanti generalmente non acclivi, con pendenze modeste.

Diffusi e a luoghi significativi sono i fenomeni carsici, che si manifestano con doline di dimensioni variabili, inghiottitoi e depressioni tettono-carsiche; tra queste, le più significative sono la Piana di Magorno, il Piano Perillo, le aree depresse di Mandrano e di Mandranello. In tali depressioni sono presenti inghiottitoi e campi di doline. Altri campi di doline si riconoscono nelle località Cozzo Vaccaio, Camporotondo e Lago dell'Aquila. Non di rado le dorsali carbonatiche dei Monti della Maddalena sono definite da versanti di faglia che presentano un avanzato grado di maturità morfologica, testimoniato da forme carsiche fossilizzate dai successivi processi di regolarizzazione e di erosione lineare.

L'elemento geomorfologico più antico riconosciuto è rappresentato dai lembi di un paesaggio erosionale relitto, posto in posizione sommitale nei Monti della Maddalena, appartenente alla "Paleosuperficie Auct.", a cui viene attribuita un'età compresa tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore.

Il versante orientale dell'Alta Val d'Agri, che si sviluppa tra il Monte San Nicola (q. 1314 m s.l.m.) e i Monti di Viggiano, presenta una geomorfologia piuttosto articolata, caratterizzata da rilievi calcareo - silicei che raggiungono in molti casi quote considerevoli, superiori ai 1500 m s.l.m. (Monte di Viaggiano 1723 m s.l.m., Monte La Croce 1386 m s.l.m.). L'erosione lineare ha modellato evidenti facce pentagonali che simulano una scarpata di faglia (versante di Serra di Calvello), mentre in altri casi ha regolarizzato estesi versanti impostati parte in roccia e parte in detrito (versanti del Monte San Nicola e del Monte di Viggiano). Lungo il versante orientale del bacino si sviluppano in più luoghi estese e potenti conoidi alluvionali recenti ed attuali, attive o inattive. Tali conoidi, i cui spessori possono raggiungere anche i 200 m, si ritrovano ai piedi di Monte Corno (confluenza Torrente Molinara – Fiume Agri), alla confluenza tra il Torrente Alli con il Fiume Agri, e alla base del versante di Viggiano e di Marsicovetere.

In merito ai processi di dissesto idrogeologico, i fenomeni di frana sono diffusi, frequenti e periodicamente soggetti a rimobilitazioni parziali e totali. Le tipologie prevalenti sono colate di terra e movimenti rapidi di blocchi rocciosi. Gli acclivi versanti carbonatici dell'Alta Val d'Agri, per il loro assetto geostrutturale e geomorfologico, risultano particolarmente predisposti a movimenti di massa rapidi in roccia, anche di significative dimensioni, riconducibili a crolli, ribaltamenti e scivolamenti di blocchi.

L'area di ubicazione della struttura è posta ad una quota di 810/815 metri s.l.m. e ricade sulla sommità di un cumulo di materiale riportato nel tempo. Il suddetto cumulo, ad oggi risulta ben compattato e consolidato. Il riporto è costituito, per la maggior parte da macerie di materiali inerti e altri materiali di risulta, ed è ubicato in adiacenza di via Istria del comune di Moliterno.

Lo spessore del materiale riportato varia dai 10/12 metri nella parte esterna fino al piano campagna.

L'assetto del tratto di versante considerato è condizionato dalla presenza di litologie con un diverso grado di resistenza all'erosione che conferisce a tutto il versante un andamento pressoché regolare e dominato dall'affioramento di terreni di natura antropica che poggiano sui termini della formazione geologica di Moliterno.

Nell'area oggetto del presente studio, le caratteristiche morfologiche d'insieme del settore esaminato e l'analisi degli elementi morfologici minori consente di escludere la presenza di fenomeni di instabilità nella zona d'indagine. Dai rilievi non è stata rilevata la presenza di segni di rottura per frana. La scarpata esterna, quella prospiciente alla strada denominata variante, risulta ben conservata e caratterizzata da una fitta vegetazione che conferisce un buon grado di stabilità all'intera area.

Le discrete caratteristiche di resistenza meccanica dei terreni conferiscono al pendio esaminato un grado di stabilità ritenuto accettabile. Tuttavia considerata la litologia affiorante nel sito è stata eseguita la verifica di stabilità di pendio allo stato di fatto e di progetto.

5) CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

Per la caratterizzazione dei terreni in situ, in questa fase si è fatto riferimento alla campagna geognostica eseguita per la realizzazione del progetto del vicino cimitero comunale, di cui il sottoscritto ne è stato l'esecutore.

Le indagini prese in considerazione sono riportati nella **Carta delle ubicazioni delle indagini** allegata alla presente relazione.

5.1) MODELLO GEOTECNICO AMBITO SIGNIFICATIVO

Per la determinazione del modello geotecnico dei terreni si è fatto riferimento ad alcuni sondaggi eseguiti sui terreni in parola. Nella fattispecie un sondaggio eseguito per il progetto di realizzazione dei loculi cimiteriali. I sondaggi sono ubicati nelle adiacenze della zona oggetto del presente studio. Dall'esame delle caratteristiche stratigrafiche è emerso che per tutta la profondità del sondaggio sono stati rinvenuti i termini della formazione delle argilliti di Moliterno.

Ai fini geotecnici, il modello geotecnico è stato costruito prendendo in considerazione le caratterizzazioni geotecniche determinate a seguito dello studio di microzonazione sismica di primo livello per il comune di Moliterno. I parametri sono ascrivibili ai terreni affioranti nell'area interessata dal progetto. Il suddetto studio è consultabile presso il sito internet istituzionale della regione Basilicata.

I risultati derivanti hanno permesso l'assumere un modello geotecnico delle terre ad uno strato le cui caratteristiche principali sono riassunti nella tabella che segue:

Unità Geotecnica	descrizione	Peso specifico Kg/mc	coesione Kg/cmq	Angolo di attrito (°)
U.G.1	Terreni di riporto antropico	1700	0	22
U.G.2	Calclutiti e argilliti verdastre	1900	0.2	30

Si dichiara che i parametri geotecnici sono da intendersi parametri caratteristici i cui valori saranno usati come riferimento per le verifiche di sicurezza in accordo con la normativa sismica vigente, ovvero le NTC 2018.

6) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO AI SENSI DEL D.M. 14.01.2018

La storia sismica della Provincia di Potenza è segnata da numerosi sismi, anche luttuosi, con epicentri generalmente "esterni" alla zona d'interesse (990, 1451, 1466, 1688, 1694, 1792, 1826, 1857, 1893, 1930, 1980), che hanno causato danni più o meno gravi alle strutture.

La presente norma disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza degli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Lo scopo delle norme è di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile. La norma è stata redatta considerando due tipologie di verifiche.

A- sicurezza nei confronti della stabilità (stato limite ultimo - LSU) e cioè che sotto l'azione sismica di progetto, le strutture degli edifici compresi gli eventuali dispositivi antisismici di isolamento e/o dissipazione, pur subendo danni di grave entità agli elementi strutturali e non strutturali, devono mantenere una residua resistenza e rigidità delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali.

B- protezione nei confronti del danno (stato ultimo di danno - SLD) che significa che le costruzioni nel loro complesso, inclusi gli elementi strutturali e non devono subire danni gravi ed interruzioni d'uso in conseguenza di eventi sismici che abbiano una probabilità di occorrenza più elevata di quella dell'azione sismica di progetto.

Per quanto riguarda il sito che ospita l'intervento i terreni in essi presenti dovranno, in generale essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto. Lo scopo delle indagini geognostiche è quello di classificare il terreno di fondazione nelle diverse categorie sulla base di valori determinati sul terreno come la V_{s30} che è la velocità media di propagazione entro i 30 metri di profondità delle onde di taglio e viene definita come:

$$V_{Seq} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Le categorie elencate nella normativa sono:

Suolo	Descrizione geotecnica	V _{s30} (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V _{s,30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s,30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT ₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e cu ₃₀ > 250 kPa nei terreni a grana fina).	360+800
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s,30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT ₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu ₃₀ < 250 kPa nei terreni a grana fina).	180+360
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s,30} inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT ₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e cu ₃₀ < 70 kPa nei terreni a grana fina).	<180
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con V _s > 800 m/s).	-
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di V _{s,30} inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu ₃₀ < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100
S2	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	-

In aggiunta a queste categorie vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione per le quali sono richiesti studi dettagliati per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1- depositi costituiti da o che includono almeno 1 metro di argille/limi di bassa consistenza;

S2- depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Per i terreni soggetti a liquefazione si determina la suscettività alla liquefazioni se in caso di fondazioni superficiali e in caso di terreni sabbiosi la profondità della falda è superiore a 15 metri di profondità dal p.c. La suscettibilità alla liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dell'ingegneria geotecnica e basati su correlazioni empiriche di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio massimo che si deve fornire al terreno per portarlo a liquefazione. Se il terreno risulta suscettibile a liquefazione e gli effetti conseguenti appaiano tali da influire sulla capacità portante o sulla stabilità delle

fondazioni, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno più consistenti tramite fondazioni profonde.

Ai fini dell'applicazione di questa norma il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo. I valori di a_g espressi in frazione dell'accelerazione di gravità g da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

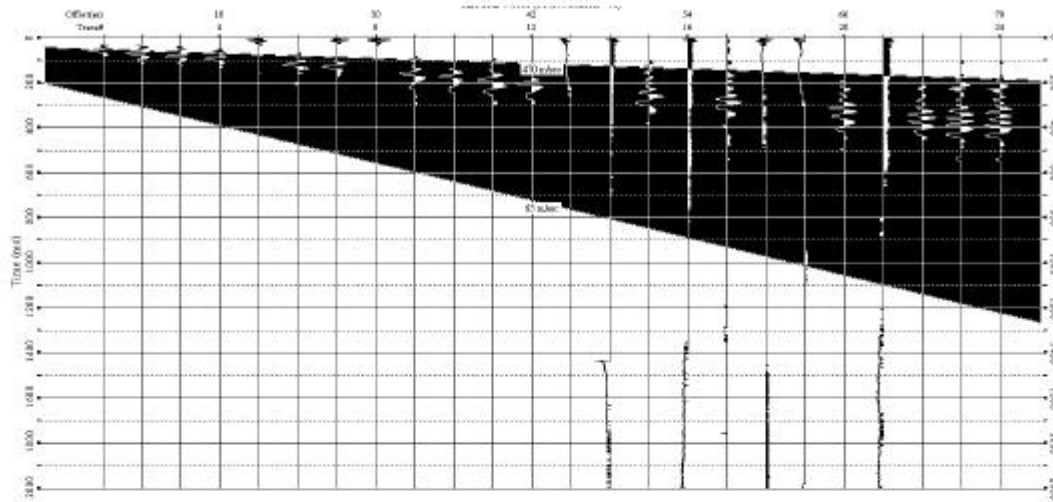
Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

I suddetti valori sono illustrati nella mappa della pericolosità sismica in Italia dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), i cui fogli sono stati prodotti per ogni regione e dalla quale si evince che, nell'ambito della stessa categoria sismica, vi sono delle fasce intermedie nelle quali il valore di a_g varia da zona a zona.

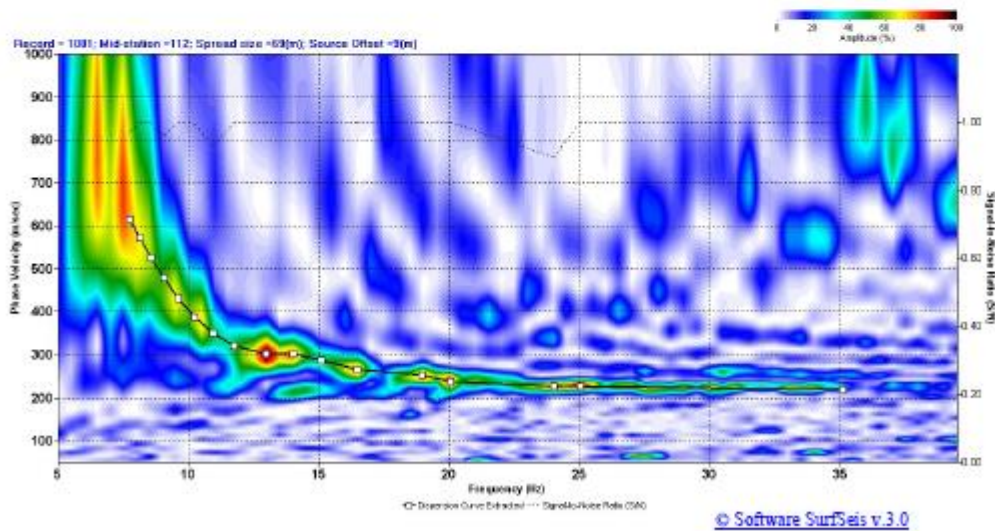
Il territorio comunale di Moliterno (PZ) rientra nei comuni classificati nella prima categoria, quindi ai fini della determinazione degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale si assume un'accelerazione di progetto pari a 0,35 g.

Ai fini della classificazione sismica del sito è stato considerato un sondaggio di tipo MASW eseguito nelle adiacenze.

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



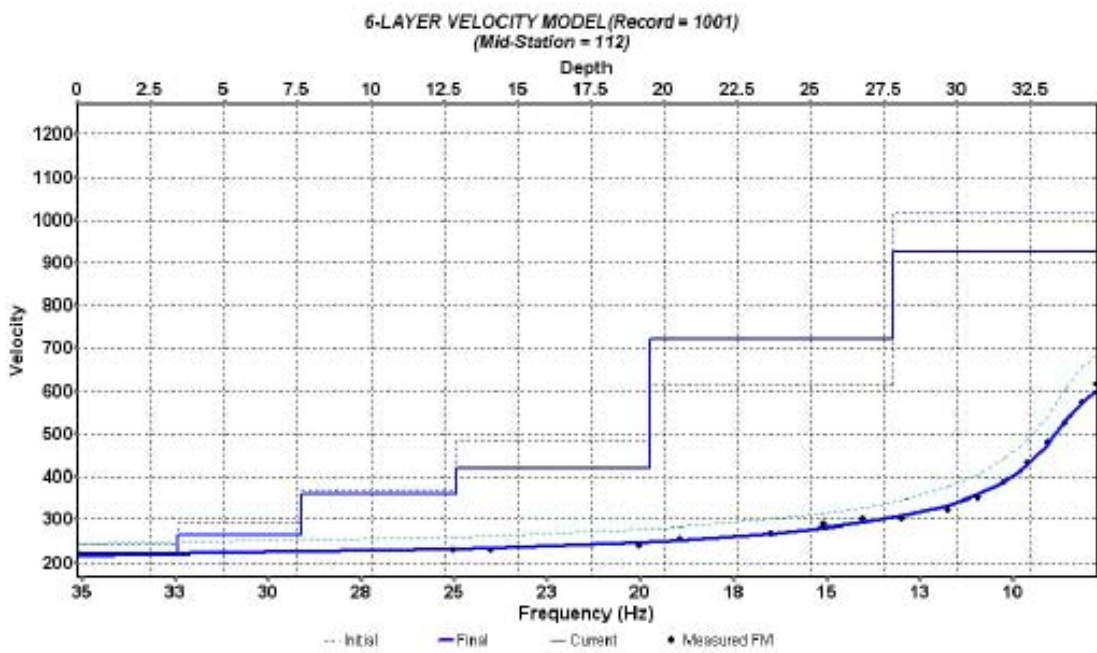
MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES
(M.A.S.W.)
SPETTRO DI VELOCITA' E CURVA DISPERSIONE Fase / Frequenza



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

INDA

Modello 1D di velocità delle onde di taglio



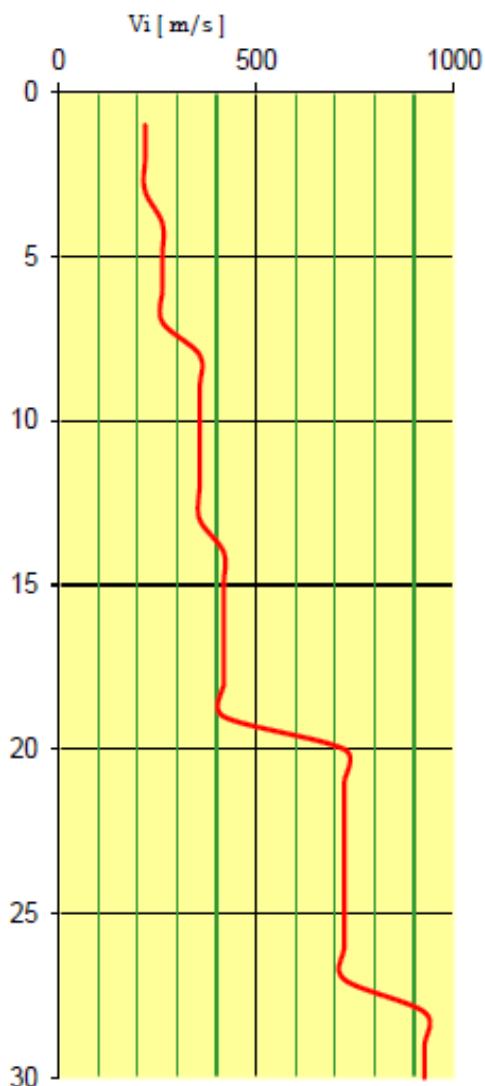
VELOCITÀ LONGITUDINALE, TRASVERSALE MODULI ELASTICI :

Strati	V _s [m/s]	V _p [m/s]	γ [kg/m ³]	v	ρ [kg/m ³]	Ed [kg/cm ²]	Go [kg/cm ²]
1	219	536	1900	0.40	194	2602	929
2	263	644	1900	0.40	194	3752	1340
3	357	874	1900	0.40	194	6914	2469
4	418	870	2000	0.35	204	9621	3563
5	723	1505	2000	0.35	204	28784	10661
6	926	1928	2000	0.35	204	47217	17488

V_p Velocità medie onde longitudinali v Modulo di Poisson
V_s Velocità medie onde di Taglio ρ densità media per lo strato considerato
γ Peso di volume della litologia Ed Modulo di deformazione dinamico di Young
Go Modulo di taglio dinamico

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO NTC 2008

Profondità [m]	N° Strati	V_i [m/s]
1.00	1	219
2.00	1	219
3.00	1	219
4.00	2	263
5.00	2	263
6.00	2	263
7.00	2	263
8.00	3	357
9.00	3	357
10.00	3	357
11.00	3	357
12.00	3	357
13.00	3	357
14.00	4	418
15.00	4	418
16.00	4	418
17.00	4	418
18.00	4	418
19.00	4	418
20.00	5	723
21.00	5	723
22.00	5	723
23.00	5	723
24.00	5	723
25.00	5	723
26.00	5	723
27.00	5	723
28.00	6	926
29.00	6	926
30.00	6	926



$V_{S30} = 403 \text{ m/s}$

Sulla scorta delle risultanze della prova è stata determinata, in accordo con la normativa vigente la V_{S30} , che fornisce un valore per il profilo sismostratigrafico determinato empiricamente di:

$V_{S30} = 403 \text{ m/s}$

Sulla base dei risultati il suolo di fondazione si classifica come appartenente alla **categoria B**, mentre la categoria sismica alla quale appartiene il comune di Moliterno è la 1° categoria.

Con l'introduzione del nuovo metodo di calcolo della pericolosità sismica del sito, l'accelerazione deve essere determinata adottando le indicazioni riportate nel D.M. 14.01.2018.

Per l'amplificazione topografica, in riferimento alla pendenza media del versante superiore a 15 gradi, lo stesso è classificato nella **classe T2**.

Il valore corrispondente alla suddetta classe deve essere considerato nelle verifiche di sicurezza sia per le verifiche di sicurezza della struttura e delle fondazioni.

7) ANALISI GEOMORFOLOGICA E VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO

Nell'area di indagine sono previsti alcuni movimenti terra sia di sbancamento e sia di riporto.

Le verifiche sono state eseguite, considerando la sezione sia allo stato di fatto che di progetto ed in accordo con le **NTC 2018** adottando la verifica nei confronti dello Stato Limite Ultimo (SLU) “capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera” in modo particolare, nella condizione dinamica, la verifica è stata eseguita nei confronti dello SLV Salvaguardia della vita Umana che è quello indicato per le verifiche di stabilità.

In questa ottica nella verifica dello SLU-GEO è stata adottata la **combinazione 1 approccio 2** nella quale si amplificano le sole azioni variabili, e si riducono sia i parametri del terreno, sia le resistenze (GEO). Le Combinazioni sono formate da gruppi di coefficienti parziali γ con:

- A** = Azioni γ_F ; (tab. 6.2I delle NTC);
- M** = resistenza dei materiali (terreno) γ_M ; (tab. 6.2II delle NTC);
- R** = Resistenza globale del sistema γ_R , (tab. 6.4 e successive delle NTC).

A2	1 carichi permanenti (1)		
M2	1.25 (ϕ)	1.25 (c)	1 (γ)
R2	1.1 (stabilità globale);		

⁽¹⁾ Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità (6.2.3.1.1).

La verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) di resistenza si ottiene con il “Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali” di sicurezza tramite l'equazione:

$$E_d < R_d$$

con:

Ed = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico;

Rd = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate.

Per quanto riguarda la determinazione dell'azione sismica di progetto, definita ai sensi delle NTC, da applicare nelle verifiche si stabilità è stata fatta con l'ausilio del software on-line della geostru sul sito www.geostru.it, la cui relazione di calcolo nella quale vengono riportate:

- ✓ le coordinate geografiche del sito;
- ✓ tipo di costruzione;
- ✓ vita nominale;
- ✓ la classe d'uso dell'immobile in presenza dell'azione sismica;
- ✓ Coefficiente d'uso C_u ;
- ✓ Periodo di riferimento per l'azione sismica VR

Una volta costruita la sezione litotecnica e adottato il modello geotecnico si è proceduto alla individuazione della metodologia da adottare per le verifiche. A tal proposito considerando che l'unità geotecnica dei terreni di riporto presenta una comportamento geotecnico omogeneo, in quanto caratterizzato da terreni a grana fini variabili tra i limi e le argille, si è deciso di adottare il metodo che prevede una rottura del pendio secondo una superficie circolare.

Le verifiche sono state condotte applicando il metodo di **Bishop** che meglio si adatta per le superfici circolari. Per quanto riguarda la superficie piezometrica, considerato che dalle indagini non è risultata alcuna presenza non è stata considerata.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte, dal modello geotecnico adottato per entrambe le sezioni litotecniche sono state eseguite le dovute verifiche di stabilità in condizioni ante e post operam. La sezione allo stato di progetto è stata determinata a seguito degli sbancamenti del terreno in accordo al progetto. I lavori, in termini di stabilità del pendio sono da intendersi come migliorativi della condizione di sicurezza poiché svolgono la funzione di decomprimere, dal punto di vista litostatico i carichi gravanti sul pendio.

I risultati sono riportati nella tabella che segue:

VERIFICHE DI STABILITA' DELLA SEZIONE LITOTECNICA n. 2	
Condizione	FS STATO DI PROGETTO
Stato di progetto	1.08

Dal confronto tra i valori dei fattori di sicurezza che altro non rappresentano che la soluzione all'equazione riportata nel paragrafo precedente $E_d < R_d$ si nota che per tutte le superfici

considerate, che rappresentano le superfici che potenzialmente hanno un fattore di sicurezza minimo hanno un valore superiore al coefficiente R2, cioè maggiore a 1.

Infine, dai risultati delle verifiche di stabilità di pendio le cui relazioni di calcolo sono allegate al presente studio, possiamo affermare che le strutture, in terra rivenienti dai lavori previsti nel progetto sono compatibile con le condizioni di sito.

8) CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è stato redatto a seguito della nota del 12/04/2021 prot. N. 3088 con la quale il R.U.P. Geom. G. Mastrangelo comunicava la necessità di aggiornare gli elaborati progettuali tra cui lo studio geologico a seguito dell'individuazione di un nuovo sito idoneo per ospitare le strutture di progetto di realizzazione di un centro di raccolta comunale Moliterno (PZ), per conto dell'amministrazione comunale di Moliterno.

Dai rilievi geologici condotti sull'area è stato possibile ricostruire la conformazione geologica del sito e delineare i caratteri geomorfologici e idrogeologici dell'area.

Dalla esecuzione di indagini geognostiche in sito è stato possibile ricostruire sia gli spessori dei terreni in affioramento che le caratteristiche meccaniche e sismica. Inoltre, attraverso quest'ultima, è stato possibile classificare il sito ai sensi della normativa antisismica vigente (D.M. 1701/2018).

Nell'area d'indagine, il rilevamento geologico di dettaglio ha consentito di riconoscere e caratterizzare le litologie affioranti nell'area di interesse la cui distribuzione areale, prossima al sito, è indicata nella carta geologica allegata.

In zona affiorano i seguenti termini:

- **RI – Terreno di riporto antropico di epoca recente;**
- **LPS – Calcilutiti, dolomie con liste e noduli di selce a radiolariti con intercalazione di brecciole calcaree in strati da centimetrici a decimetrici;**
- **CL - Detriti eluvio/colluviali raccolti negli impluvi e derivanti dalla disgregazione dei termini affioranti nella fascia di versante.**

Il rilievo geomorfologico non ha evidenziato, nell'area di interesse, forme gravitative che potrebbero pregiudicare la stabilità della struttura. Inoltre, nonostante la pendenza dell'area che è superiore ai 15°, considerato il comportamento plastico delle argilliti si è reso necessario eseguire la verifica di stabilità di pendio. I cui dettagli sono illustrato nell'allegato al presente studio. Di seguito si riportano i risultati dell'analisi.

VERIFICHE DI STABILITA' DELLA SEZIONE LITOTECNICA n. 2	
Condizione	FS STATO DI PROGETTO
Stato di progetto	1.08

Come si evince dalla tabella i valori del fattore di sicurezza sono ottimi, inoltre bisogna specificare che nella condizione di progetto il valore del fattore di sicurezza è superiore alla verifica operata allo stato di fatto. La differenza non è da ricercare nel modello ma nello stato di terreno e nella gradonatura del pendio che migliora, di fatto le condizioni di sicurezza.

Dalla consultazione della Carta del Rischio e della Carta della Pericolosità aggiornamento 2019 del Piano stralcio dell'area di versante realizzata dall'Autorità -Regionale di Bacino di Basilicata, il sito esaminato non ricade in area a rischio idrogeologico e ai sensi della normativa di attuazione, come specificato nelle premesse del presente studio, non occorre acquisire nessun parere e/o autorizzazione sul progetto.

Dal punto di vista sismico, così come specificato nel relativo paragrafo il sito ricade nella **categoria B** avendo un V_{s30} maggiore di 403 m/s, secondo la pendenza topografica l'area d'indagine rientra nella categoria T2.

Considerando che il ruscellamento delle acque meteoriche superficiali potrebbe compromettere la stabilità della struttura si consiglia di prevedere delle opere che ne regimentano il deflusso, in modo tale da eliminare i possibili fenomeni di infiltrazione e/o risalita capillare nelle strutture portanti tali da compromettere l'integrità della stessa. Inoltre, considerato che a seguito dei lavori parte della vegetazione situata sulla scarpata potrebbe subire una variazione, si consiglia la posa in opera di opportuni presidi tecnici finalizzati alla raccolta delle acque esogene e alla stabilizzazione dell'intera scarpata.

Dagli elementi litostratigrafici, idrogeologici acquisiti dalla bibliografia esistente, dai rilievi fatti sul sito e dalla caratterizzazione geotecnica e sismica risulta che i terreni in parola sono in grado di sostenere i carichi derivanti dai lavori di che trattasi, per cui si può affermare che il sito è adatto a sostenere l'opera in progetto sia per le buone caratteristiche meccaniche dei litotipi sia per le ottime condizioni di stabilità del versante.

Moliterno 19/04/2021

Il Geologo

Dott. Rocco SPAGNUOLO

9) ALLEGATI

1 CARTA TOPOGRAFICA CON UBICAZIONE DELL'AREA D'INDAGINE

2 CARTA GEOLOGICA DELL'AREA

3 CARTA GEOMORFOLOGICA DELL'AREA

4 CARTA UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESISTENTI

**5 STRALCIO DEL PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTOPRITA' DI BACINO DELLA
BASILICATA CON L'INDICAZIONE DELL'AREA OGGETTO D'INDAGINE**

6 MODELLO GEOLOGICO TECNICO RAPPRESENTATIVA DELL'AREA DI SEDIME

7 MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

**8 RELAZIONI SULLE VERIFICHE DI STABILITA' DEL PENDIO, ALLO STATO DI PROGETTO RELATIVI AI
PROFILI MAGGIORMENTE RAPPRESENTATIVI, OVVERO IL N. 5**

10) BIBLIOGRAFIA

C. CESTELLI GUIDI (1987) - *Geotecnica e tecnica delle fondazioni*. Hoepli Milano.

D'AZZARO L. & RAPIDARDI L. (1984) – *Le bentoniti dell'Appennino Dauno tra Casalnuovo Monterotaro e Motta Monte Corvino (FG)*. Geol. Appl. e Idrogeol., 17.

Decreto Ministero dei Lavori Pubblici - Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica. Roma, 2018.

ISPRA - *Note bibliografiche della Carta Geologica in scala 1:100.000 – Foglio n. 210 "Lauria"*.

ORTOLANI F. (1978) – *Alcune considerazioni sulle fasi tettoniche mioceniche e plioceniche dell'Appennino meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., 97.

MANFREDINI M. (1966) – *Sui rapporti fra facies abruzzese e facies umbra nell'Appennino centro-meridionale*. Boll. Serv. Geol. It., 86.

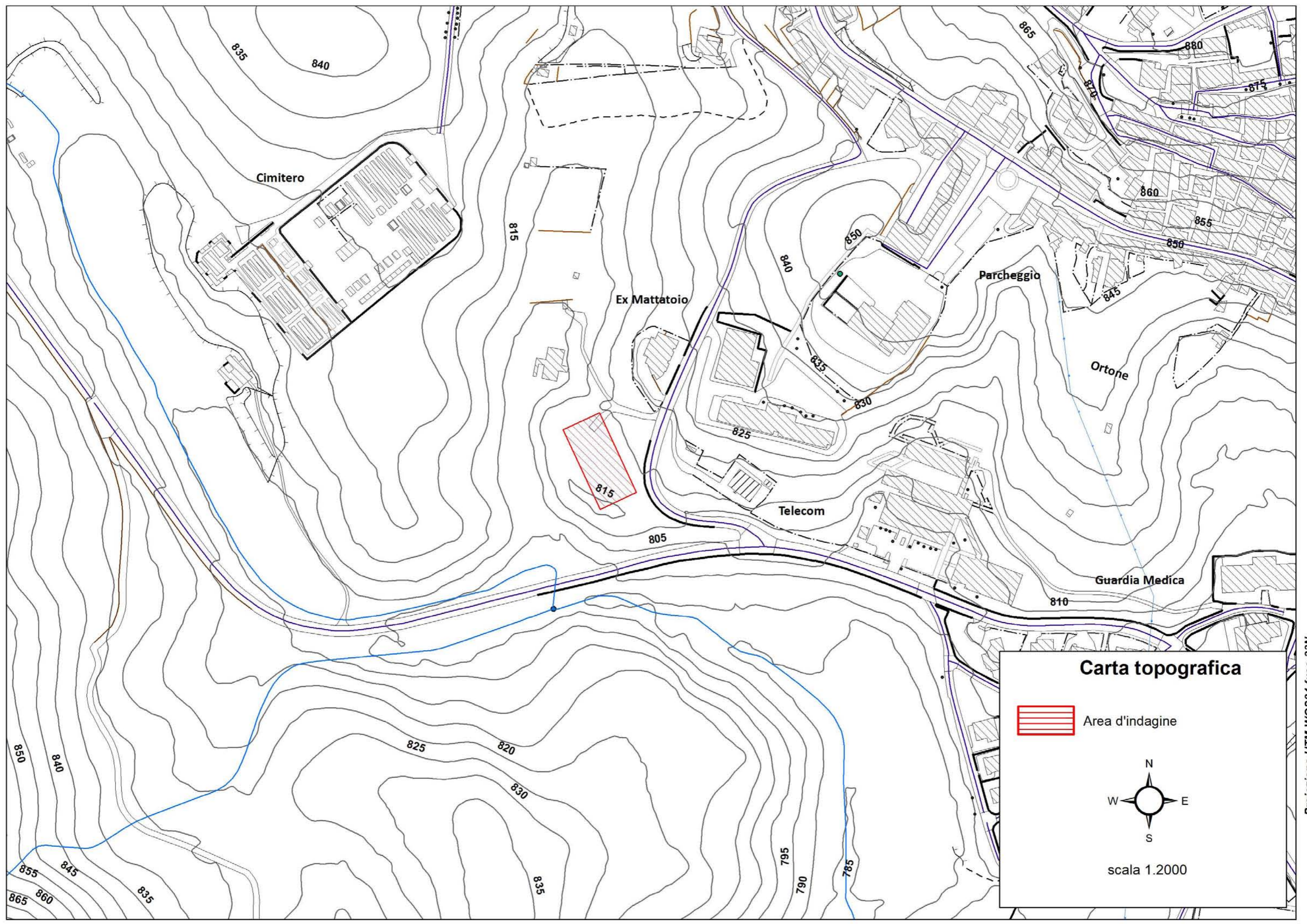
MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986). *Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 177-202.

PESCATORE T. (1988) – *La sedimentazione miocenica nell'Appennino campano-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 37-46, 8 ff.


STEVEN L. KRAMER (2000) - *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice Hall.

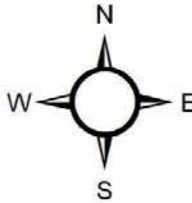
R. SPAGNUOLO (2017) – *Studio geologico per la realizzazione di loculi cimiteriali nel comune di Moliterno (PZ)*;

C. LIZZA, G. TAMBURRIELLO & E. SCHETTINO (2014) – *Studio di Microzonazione sismica di primo livello del comune di Moliterno* “

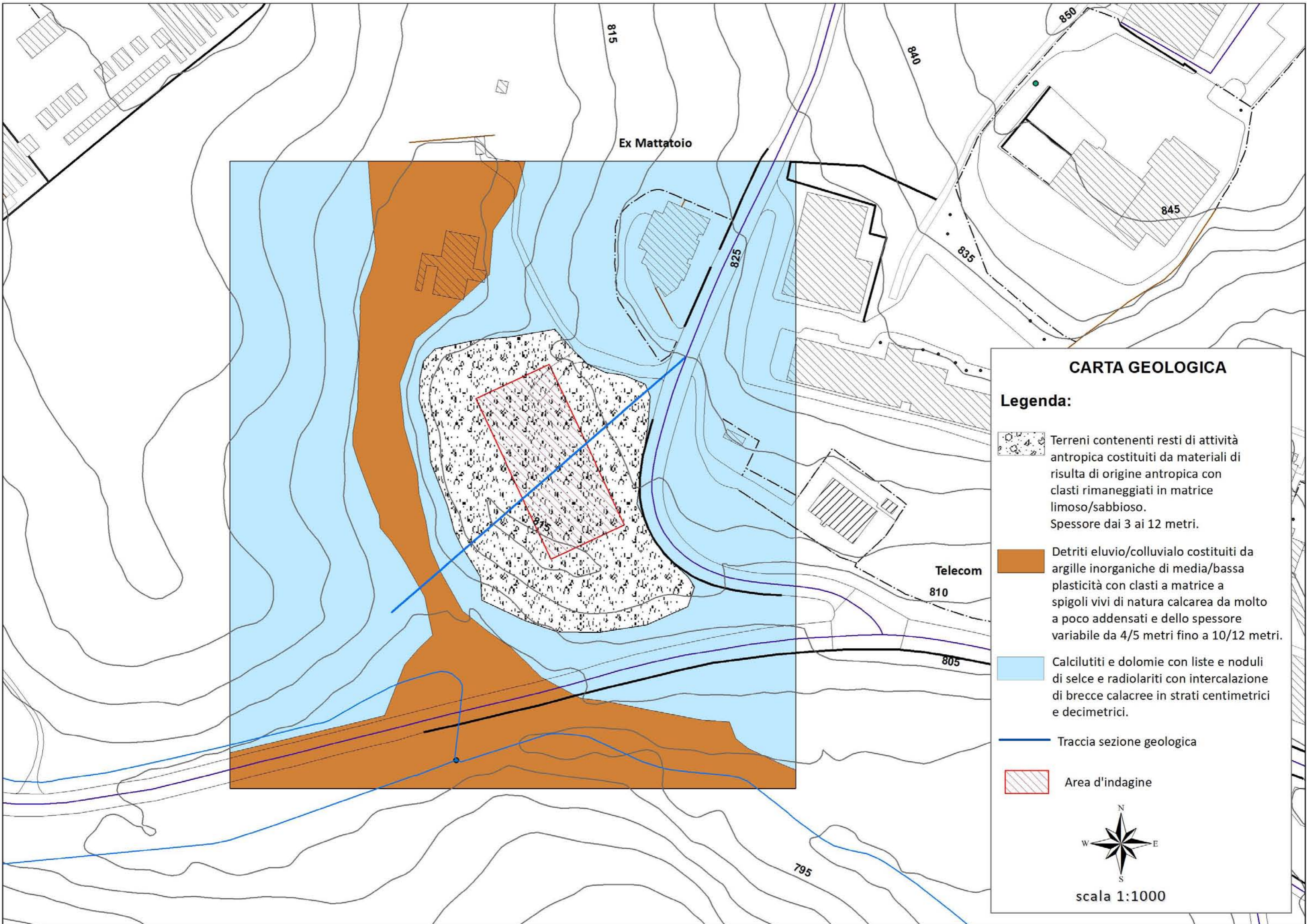


Carta topografica

 Area d'indagine








scala 1.2000



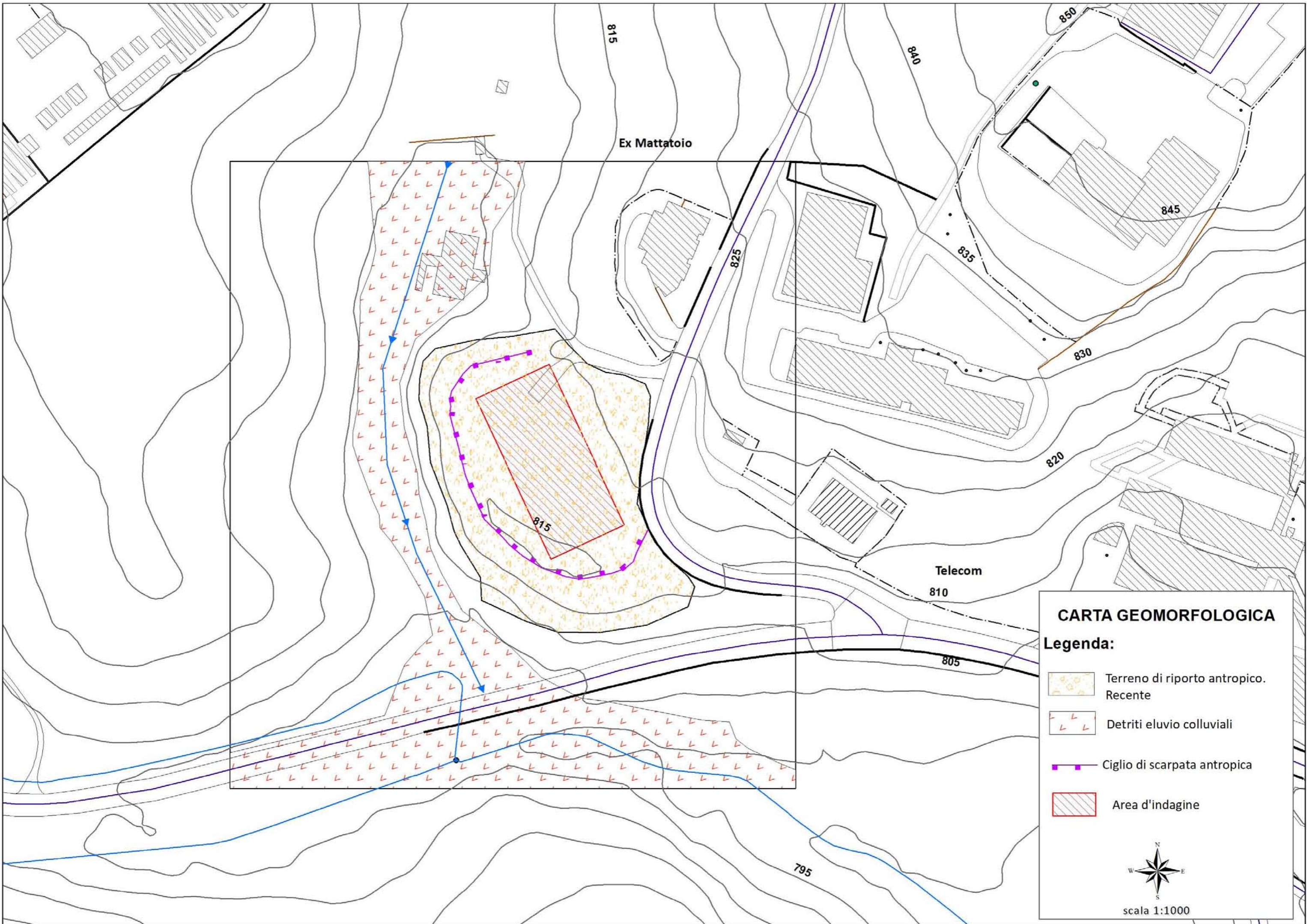
CARTA GEOLOGICA

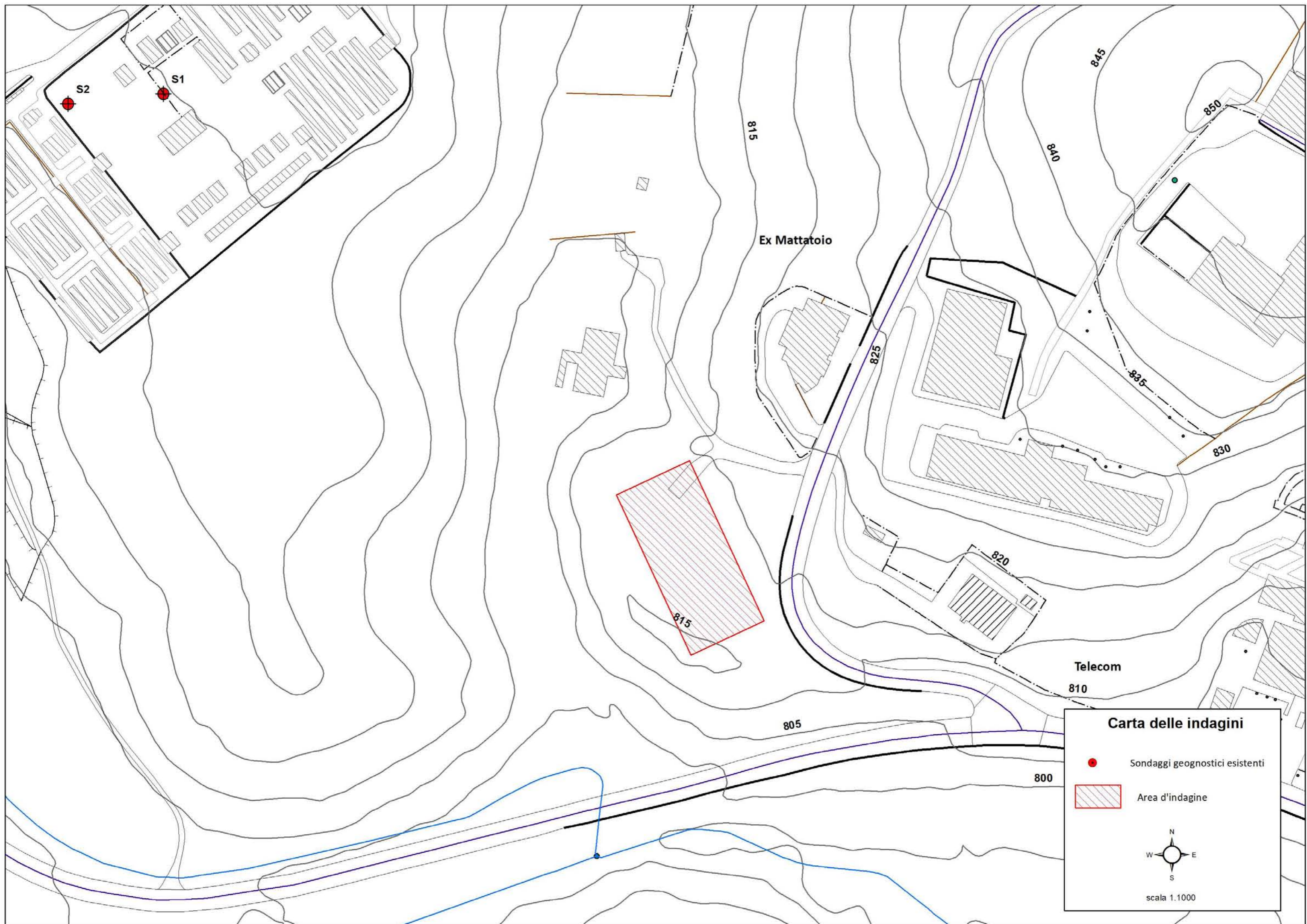
Legenda:

-  Terreni contenenti resti di attività antropica costituiti da materiali di risulta di origine antropica con clasti rimaneggiati in matrice limoso/sabbioso. Spessore dai 3 ai 12 metri.
-  Detriti eluvio/colluviale costituiti da argille inorganiche di media/bassa plasticità con clasti a matrice a spigoli vivi di natura calcarea da molto a poco addensati e dello spessore variabile da 4/5 metri fino a 10/12 metri.
-  Calcilutiti e dolomie con liste e noduli di selce e radiolariti con intercalazione di breccie calcaree in strati centimetrici e decimetrici.
-  Traccia sezione geologica
-  Area d'indagine

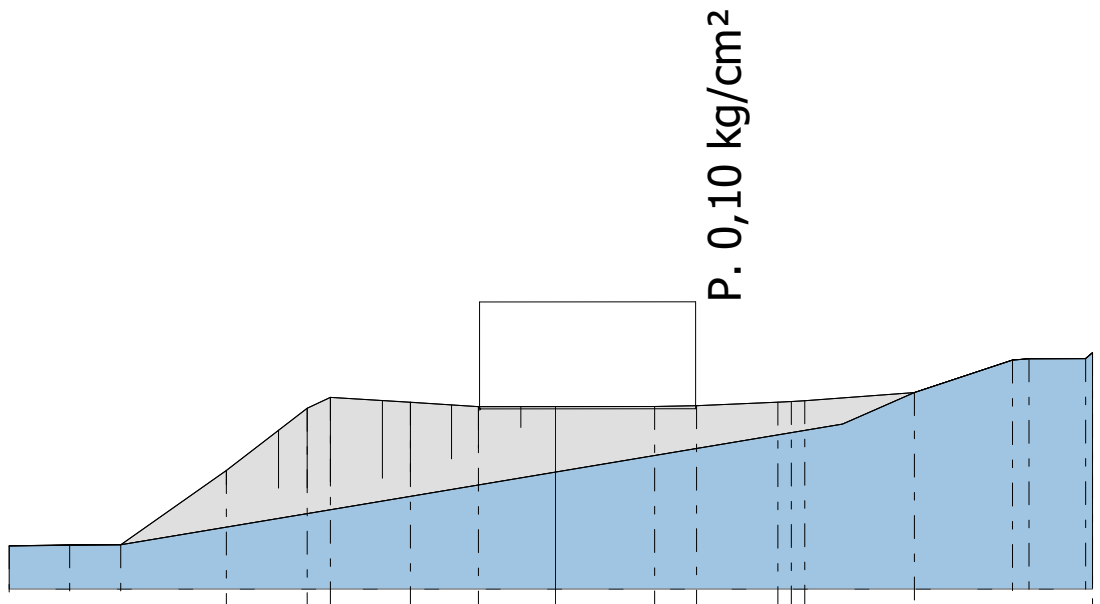


scala 1:1000



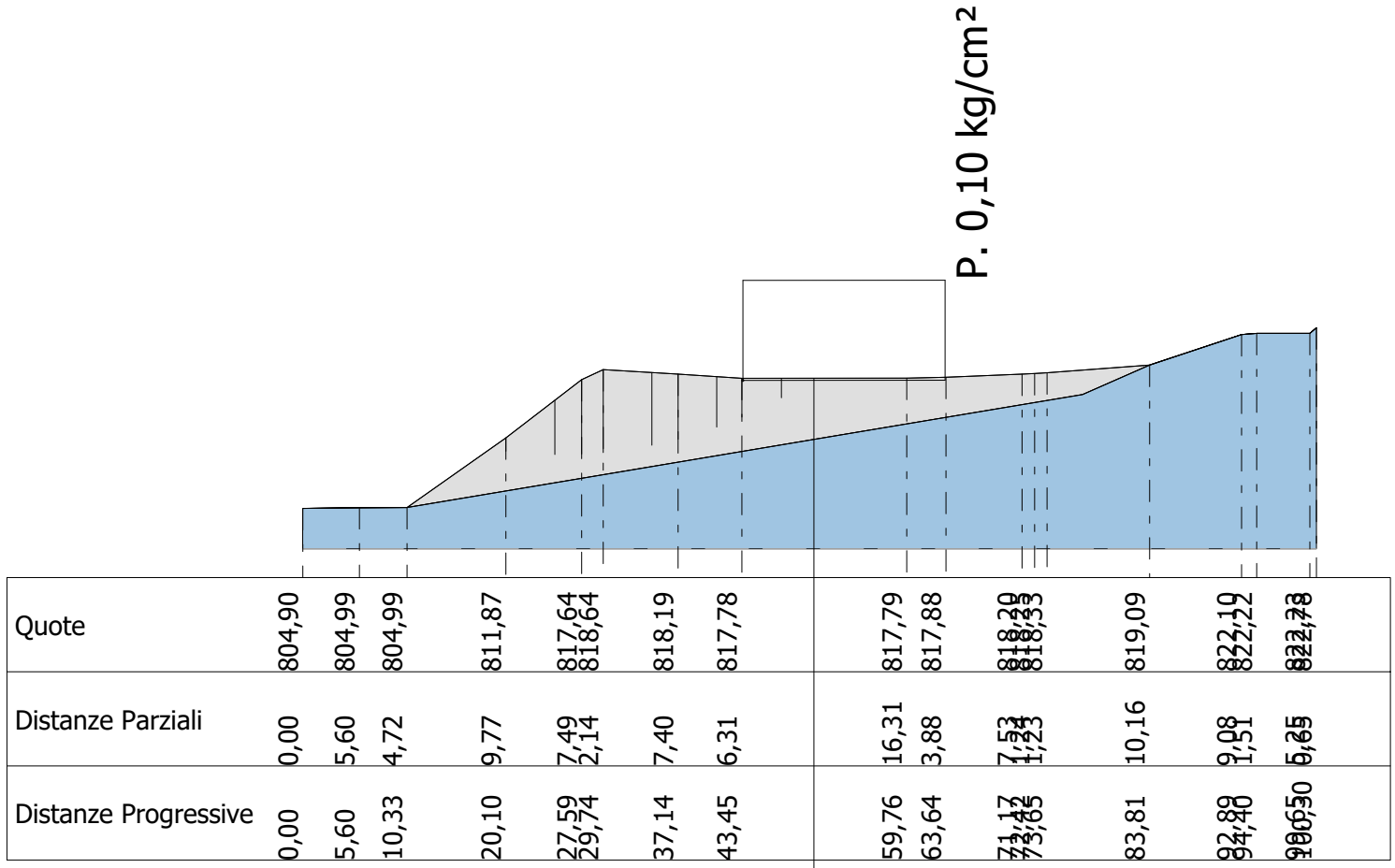


Quote	804,90	804,99	804,99	811,87	817,64	818,64	818,19	817,78	817,79	817,88	818,20	818,53	819,09	822,10	822,78
Distanze Parziali	0,00	5,60	4,72	9,77	7,49	2,14	7,40	6,31	16,31	3,88	7,53	1,23	10,16	9,08	6,65
Distanze Progressive	0,00	5,60	10,33	20,10	27,59	29,74	37,14	43,45	59,76	63,64	71,17	72,40	83,81	92,89	99,54

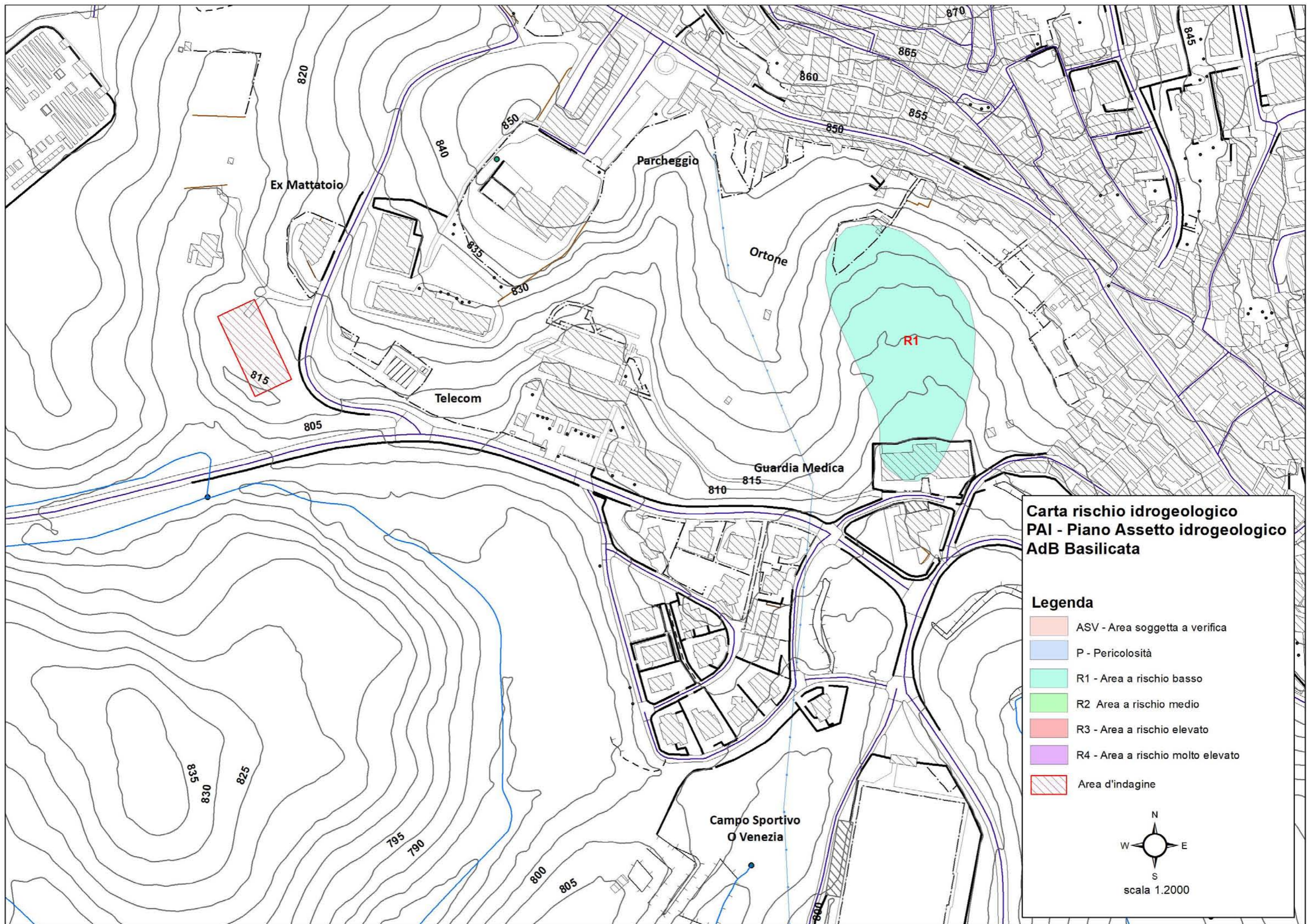


- U.G.1 - Riporto antropico
- U.G.2 - Calcilutiti e argilliti verdastrati

P. 0,10 kg/cm²



- U.G.1 - Riporto antropico
 g=1700 Kg/m³
 gs=2000 Kg/m³
 Fi=22°
 c=0 kg/cm²
- U.G.2 - Calcilutiti e argilliti verdastre
 g=1900 Kg/m³
 gs=2100 Kg/m³
 Fi=30°
 c=0.2 kg/cm²



**Carta rischio idrogeologico
PAI - Piano Assetto idrogeologico
AdB Basilicata**

Legenda

- ASV - Area soggetta a verifica
- P - Pericolosità
- R1 - Area a rischio basso
- R2 - Area a rischio medio
- R3 - Area a rischio elevato
- R4 - Area a rischio molto elevato
- Area d'indagine

