




COMUNE DI ISERNIA

*Lavori di recupero funzionale e strutturale dell'Istituto scuola
Elementare e Materna "San Giovanni Bosco"*

Progetto Definitivo

Relazione Geologica



Elaborato nr 1 di 3	IL RUP Ing. Antonio Ricchiuti	IL GEOLOGO: Dott.ssa Antonella Laurelli
Luglio 2019		

Città di Isernia

Lavori di recupero funzionale e strutturale dell'istituto scuola elementare e materna "San Giovanni Bosco"

Progetto Definitivo

Relazione Geologica

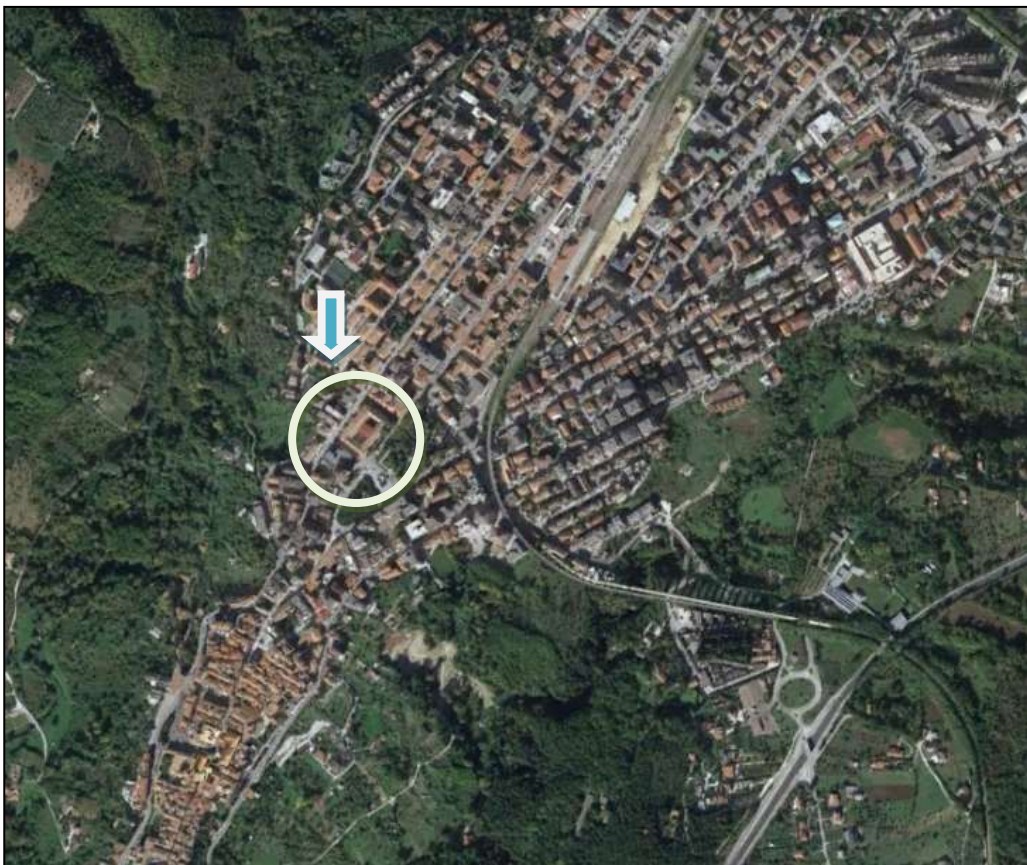
INDICE

1. PREMESSA	2
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
3. VINCOLI NORMATIVI E STABILITA' DELL'AREA	5
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
4.1. Aspetti Litologici.....	10
4.2. Analisi Tettonica Dell'area	18
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	19
5.1 Morfologia dell'area e processi morfogenetici e morfoevolutivi	19
6. ASSETTO IDROGEOLOGICO E CIRCOLAZIONE IDRICA	20
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE.....	21
7.1 Metodologia di indagine.....	21
7.1 Indagini acquisite	22
7.2 Sondaggi a carotaggio continuo	23
7.3 Standard Penetration Test	28
7.4 Prelievo Campioni Indisturbati.....	29
7.5 Indagini sismiche	31
8. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	33
8.1 Aspetti geomorfologici e geologici	33
8.2 Modello Geologico del sottosuolo	36
8.3 Caratterizzazione Geotecnica e Fisico- Meccanica	36
8.4 Verifica a liquefazione	37
9. CONSIDERAZIONI DI SINTESI.....	39
10. CONCLUSIONI.....	40

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Isernia, si trasmette, in conformità al capitolo 6 del D.M 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni", la seguente "Relazione Geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito" riguardante lo studio dei terreni dell'area interessata dal progetto definitivo di Recupero funzionale e strutturale dell'Istituto Scuola Elementare e Materna "San Giovanni Bosco"

L'area in esame è ubicata all'interno del centro abitato, in posizione centrale al comune di Isernia (IS). Il complesso scolastico insiste su un'area di proprietà comunale di estensione pari a 5215 mq circa, censita al catasto alla particella n. 184 Foglio n. 41.



Stralcio della Ortofoto riportante l'area sede del progetto

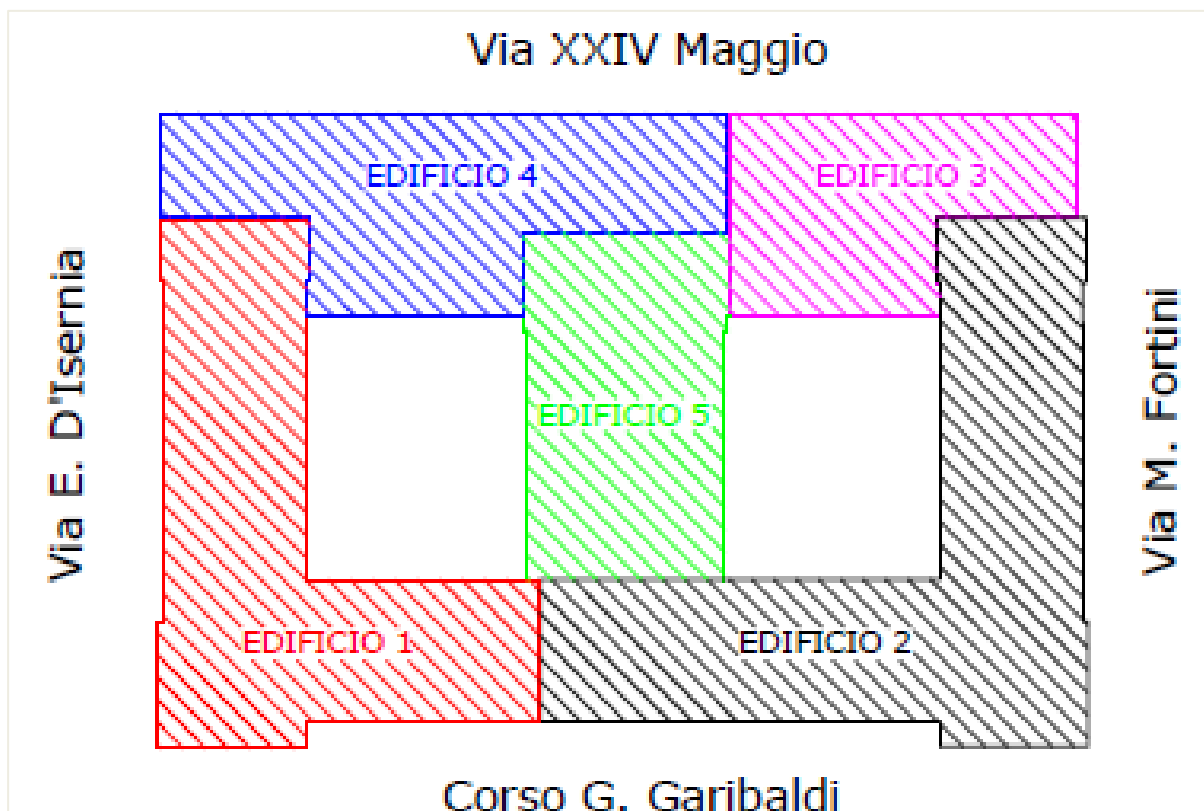
L'intero complesso ha una forma rettangolare chiusa ed è costituito da cinque corpi di fabbrica separati da giunti strutturali, dei quali uno è in muratura, uno in muratura mista, tre in c.a.. Attualmente i corpi 1 - 2 - 3 - 4 sono adibiti a scuola, mentre il corpo 5, ad aula magna e palestra.

I cinque corpi hanno origine storica diversa e dal 1913, anno in cui furono realizzati i primi due corpi, si arriva al 1979 per la definizione degli altri 3

Obiettivo del progetto è il recupero funzionale dell'istituto attraverso l'abbattimento dei corpi 3 – 4, il miglioramento sismico dei restanti corpi di fabbrica e una serie di interventi di arredo e decoro urbano nelle aree perimetrali.



Ingresso dell'edificio da Corso Garibaldi



Pianta schematica dell'edificio

In sintesi il Progetto prevede di realizzare:

- piano di recupero funzionale della scuola storica (corpi 1 e 2) e della palestra/aula magna (corpo 5);
- due nuovi campetti attrezzati all'interno del recinto scolastico;
- consolidamento strutturale antisismico, a norma vigente, dei corpi di fabbrica 1 – 2 – 5;

- restauro filologico dei corpi storici, sia all'esterno che all'interno degli stessi, e restauro della recinzione dell'intero isolato;
- apertura della scuola verso il quartiere (compatibilmente con le prioritarie esigenze didattico-formative).

Quanto eseguito nella seguente relazione ha previsto la raccolta di informazioni geologiche e progettuali preliminari, dati storici e bibliografici, la raccolta e l'eventuale integrazione delle indagini geognostiche e sismiche eseguite in sito e finalizzate alla ricostruzione litostratigrafica, delle caratteristiche dei terreni e la valutazione delle componenti geologiche del progetto.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

A conclusione delle note introduttive si fa presente che lo studio geologico tecnico espletato è stato condotto nel rispetto delle seguenti norme vigenti:

- Legge 2 febbraio 1974, n° 64, Provvedimenti per le costruzioni per le zone sismiche;
- Decreto Ministeriale Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n° 30483, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce ecc.;
- Circolare Ministeriale Lavori Pubblici 24 settembre 1988, Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11 marzo 1988;
- Legge 11 febbraio 1994 n° 109, Legge quadro sui lavori pubblici, modificata ed integrata dalla legge 2 giugno 1995 n° 216;
- Decreto Ministeriale Lavori Pubblici 16 gennaio 1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- Decreto Presidente della Repubblica 1999 n° 554, Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994 n° 109 e successive modificazioni;
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministeriale 2 febbraio 2009, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e Circolare.

Lo studio è stato altresì redatto secondo le "RACCOMANDAZIONI PER LA REDAZIONE DELLA "RELA-ZIONE GEOLOGICA" di cui alle Norme Tecniche sulle Costruzioni, elaborate e divulgate dalla Fondazione Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi su mandato dello stesso CNG.

3. VINCOLI NORMATIVI E STABILITA' DELL'AREA

Per quanto riguarda le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovra-ordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico, sono stati considerati ed escluse le presenze dei seguenti vincoli:

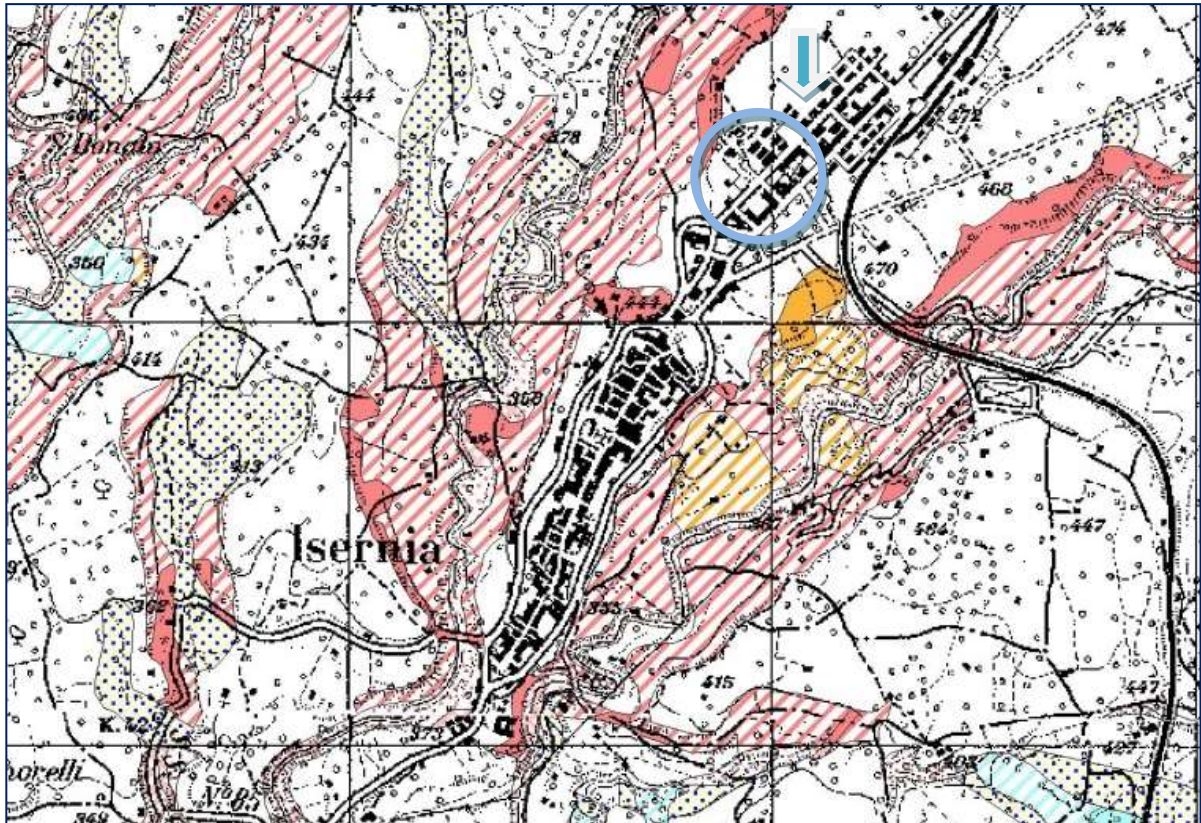
- Vincolo Idrogeologico R.D.L. n. 3267 del 30/12/1923 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani (Vincolo Forestale)” e R.D. n. 1126 del 16/05/1926 “Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D.L. n. 3267” del 30/12/1923”
- Vincolo Ambientale D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 Luglio 2002 n.137” (Parchi fluviali e riserve naturali)
- Vincolo Paesaggistico D.Lgs. n. 490 del 29/10/1999 “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 Ottobre, n. 352” (ricomprensente la L.1497/39, la L. 1089/39, il D.M. 1/8/1985 e la L. 431/85 - Galasso)
- Vincolo Zona S.I.C. (Siti di Importanza Comunitaria) D.M. 25/03/2005 “Elenco dei siti di importanza comunitaria (S.I.C) per la regione biogeografica continentale, ai sensi della direttiva 92/43/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Vincolo Zona Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale) D.M. 25/03/2005 “Elenco delle zone di protezione speciale (Z.P.S.), classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Analisi di compatibilità di intervento con Pianificazione di Bacino “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio da Frana”. Bacino dei Fiumi Liri – Volturno – Garigliano. 05/04/2006.

Dal punto di vista cartografico l'area ricade nella Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000; Fg. 161 – Isernia e nella Carta d'Italia, scala 1:25.000 Foglio 161 I NO - “Isernia” mentre dal punto di vista topografico l'area di intervento ricade ad una quota di circa 440 m. s.l.m.

Relativamente agli aspetti di Pianificazione, l'area è compresa nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno. Per quanto concerne la cartografia degli scenari di rischio del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico, *si può affermare che per l'area oggetto di studio non si evidenziano condizioni di dissesto tali da pregiudicare la fattibilità dell'opera in oggetto, la stessa è cartografata come area in cui non è stato riconosciuto alcun livello di rischio o attenzione significativo.*

Non sono state osservate, nell'area, e nelle zone limitrofe, le forme derivate da dissesti franosi attuali o remoti, sia soliflussi che scorrimenti rotazionali, né quelle connesse con altri processi morfogenetici a rapida evoluzione.

Inoltre l'esame dei manufatti esistenti nell'area non ha evidenziato dissesti statici generati da fenomenologie da taglio o da cedimenti differenziati dei terreni implicati, laddove, adottando i criteri dettati dalle "buone regole dell'arte", le loro strutture fondali sono state insediate nei terreni soggiacenti la coltre superficiale umizzata ed areata ed è stato garantito un buon drenaggio delle acque superficiali e di infiltrazione.



Stralcio fuori scala della Carta degli scenari di Rischio (Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno 2006 – Difesa Suolo)

Da un'attenta analisi della cartografia geologica e geomorfologica ci si propone schematicamente di individuare in maniera prioritaria:

- a) il contesto geologico dell'ambiente nel quale gli interventi sui manufatti esistenti andranno ad inserirsi;
- b) gli effetti geomorfologici negativi dell'opera sull'ambiente, imputabili sia alla fase di costruzione che di esercizio dell'opera progettata.
- c) il raggiungimento delle finalità di ottenere un'opera la cui sicurezza, stabilità e funzionalità venga garantita per un periodo di tempo quantomeno uguale alla cosiddetta "vita utile dell'opera".

Lo studio del luogo, è stato fondato sulla raccolta di alcune informazioni di base, sui fattori implicati nei fenomeni di instabilità locali (caratteristiche geolitologiche, caratteristiche morfologiche, caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche,

caratteristiche pedologiche e uso del suolo), nonché indagini geognostiche in sito e indagini sismiche finalizzate alla definizione della categoria di sottosuolo.

Nella zona in esame, le caratteristiche litotecniche, la pendenza e la resistenza al taglio dei terreni escludono in maniera prioritaria fenomeni di instabilità. Ciò detto, a seguito di ulteriori interventi di messa in sicurezza e la realizzazione di efficaci opere di miglioramento sismico, non si evincono problematiche geologico – tecniche relative alla stabilità globale dell'area e la stessa viene cartografata come area stabile.

Alla luce di quanto espresso, gli interventi sono subordinati unicamente all'applicazione della normativa vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. G.U. n. 127 del 01/06/1988) , nella circolare LL. PP. 24/09/1988 n. 3483 e successive norme ed istruzioni e nel D.P.R. 6 Giugno 2001 n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia- G.U. n. 245 del 20 Ottobre 2001- s.o. n. 239) oltre che alle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni DM 2018 e relativa Circolare Applicativa.

Il tutto con riferimento al comma 1 dell'articolo 13 delle “Norme di attuazione e misure di salvaguardia” del “Piano stralcio per l'assetto idrogeologico - Rischio da frana” pubblicato dall'Autorità di Bacino Liri-Volturno-Garigliano nell'Aprile 2006.

L'assetto clivometrico evidenzia, nell'area di progetto, pendenze comprese tra i 5° e i 10°, tale valore verrà tenuto conto nella valutazione della scelta della categoria topografica, in sede di determinazione dell'amplificazione sismica.

In questo caso la categoria topografica (tabella 3.2.III delle NTC) definita in base al D.M. 17/01/2018 è T1 (“superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°”) cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_t pari a 1 (tabella 3.2.V delle NTC)

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Isernia è ubicato in una zona di interferenza tra diverse strutture geologiche dell'Appennino centrale e meridionale, laddove si trovano a contatto domini paleogeografici differenti:

- le strutture dell'Appennino laziale-abruzzese e campano in facies di piattaforma carbonatica e di scarpata, rappresentate dal massiccio montuoso del Matese.
- le unità molisane in facies di piede di scarpata-bacino che caratterizzano l'area montuosa del settore settentrionale della provincia di Isernia.

Tali domini evidenziano andamenti strutturali e stili deformativi estremamente differenti.

La deformazione compressiva neogenica di questi domini paleogeografici ha prodotto una configurazione strutturale di superficie particolarmente complessa, caratterizzata dalla sovrapposizione di diverse unità tettoniche. Nel Messiniano inferiore la prima deformazione del dominio Matese (Scrocca, Tozzi & Parlotto, 1995) si è realizzata con lo sviluppo di una fascia relativamente ampia di microstrutture plicative probabilmente diffuse in tutto il settore compreso tra il Matese settentrionale e l'unità di Frosolone, caratterizzate da uno stile deformativi di tipo "pieghe per propagazione di faglia" associate col l'enucleazione di sovrascorrimenti con rigetto contenuto. Gli studi sull'evoluzione geodinamica di questa porzione di Catena suggeriscono, quindi, un primo evento deformativi, tra il Messiniano superiore ed il Pliocene inferiore, viene attribuito un sovrascorrimento regionale lungo la direttrice Monti di Venafro-Castelromano-Montagna di Frosolone al quale, con buone probabilità, è imputabile l'assetto geologico-strutturale particolarmente complesso registrato nel settore nord-orientale di Isernia.

Una fase tettonica distensiva e/o a componente orizzontale, sviluppatasi nel Plio-Pleistocene avrebbe poi prodotto un'ulteriore complicazione dell'assetto generale dell'area, disarticolando le strutture originarie.

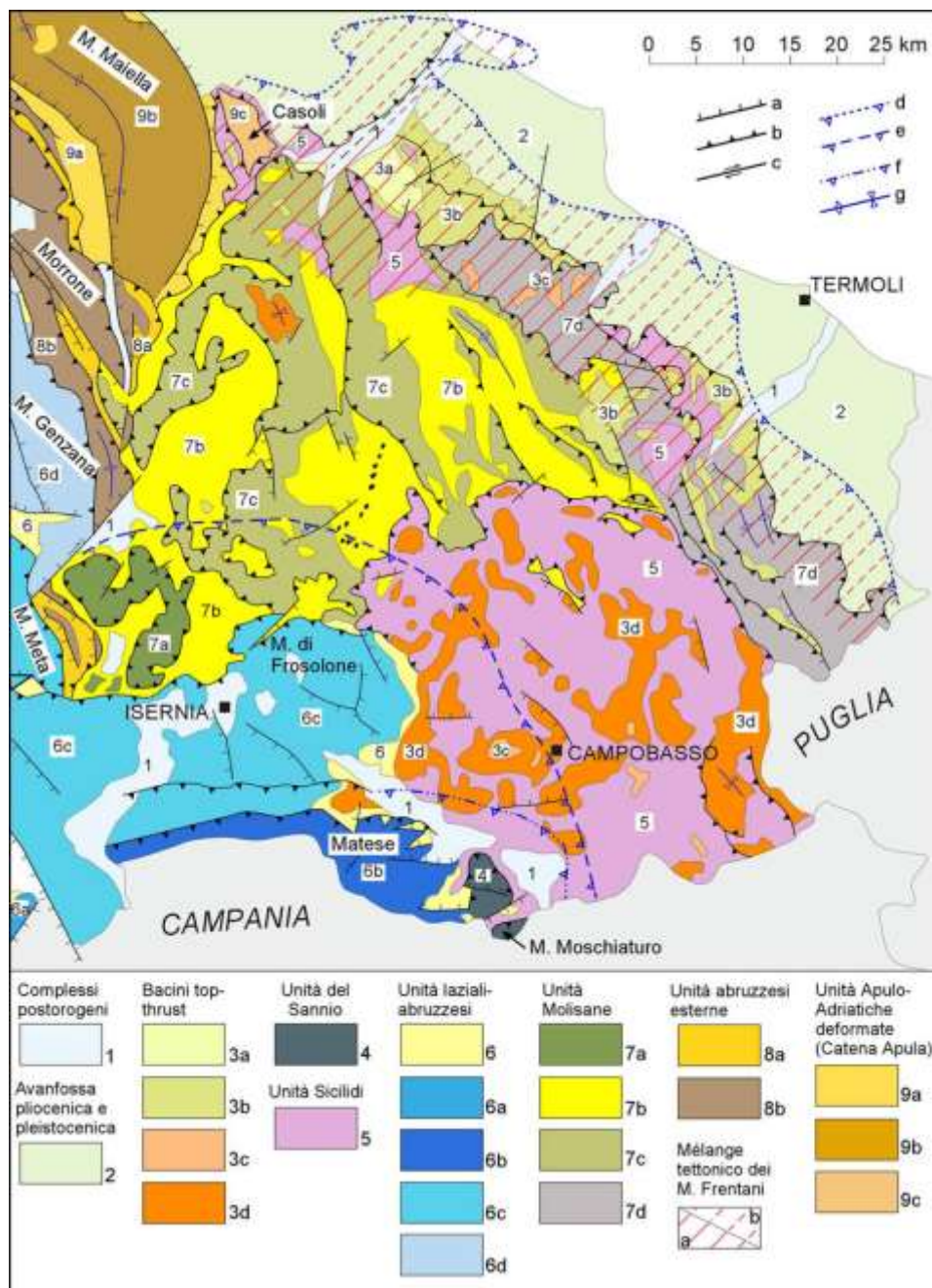
L'area in esame, inoltre, potrebbe aver risentito dell'azione di una faglia regionale di grande rilevanza geodinamica, con molte probabilità litosferica, nota come linea Ortona-Roccamonfina. Alcuni Autori (Locardi, 1992, Di Bucci & Tozzi, 1992) attribuiscono a quest'ultima un cinematismo di tipo trascorrente destro; altri invece (Carrara & Magli, 1995) ipotizzano cinematismi di tipo trascorrente sinistro fino al Pliocene superiore mentre in seguito la stessa avrebbe assunto un ruolo di faglia distensiva.

Questo complesso quadro geodinamico ha dato origine alla depressione strutturale in cui si colloca la città di Isernia. La genesi di tale depressione è da correlare alla fase tettonica distensiva a imponente orizzontale e/o trascorrente cui si deve il sistema di faglie prevalentemente dirette che, oltre a disarticolare e dislocare le unità tettoniche preesistenti complicandone ulteriormente la geometria dei rapporti, ha definito la suddetta depressione, colmata da sedimenti continentali di tipo lacustre e fluviolacustri.

Secondo Coltorti & Cremaschi (1981) il bacino si è evoluto a partire dal modellamento di una paleosuperficie a debole energia di rilievo, dalla fine del Pliocene medio sino al Pleistocene inferiore, caratterizzata da una prevalente sedimentazione di argille lacustri e localmente, da episodi travertinosi in chiusura. Alla fine di questo periodo sarebbero movimenti di sollevamento differenziato, testimoniati dalla presenza di corpi che documenterebbero un incremento dell'energia di rilievo. In questa seconda

fase il bacino lacustre avrebbe teso a prosciugarsi dando luogo a processi di pedogenizzazione e nelle parti affioranti. Il sollevamento in atto, inoltre, avrebbe provocato l'instaurarsi di processi di erosione lineare che dissecavano la paleosuperficie, in concomitanza con un'intensa attività tettonica esplicitasi tra la fine del Pleistocene inferiore e l'inizio del Pleistocene medio. I blocchi così definiti avrebbero frazionato l'intera paleosuperficie, delimitando aree di basso morfologico orientale in senso appenninico (Piana del Carpino e del Rava) e antiappenninico (Isemia-Macchia d'Isemia).

Anche durante la messa in posto dei sedimenti ghiaiosi della seconda fase del riempimento principale la tettonica avrebbe continuato ad esplicarsi; in questo periodo si sarebbero verificate numerose catture del reticolo di drenaggio che documentano una generale accentuazione delle strutture a blocchi unitamente ad un minore, ma generale, basculamento verso il Tirreno. L'attivazione di tale fase tettonica coinciderebbe con manifestazioni vulcaniche dell'apparato di Roccamonfina, i cui prodotti sono riconoscibili come livelli piroclastici all'interno dei sedimenti fluviolacustri. Nella seconda metà del Pleistocene medio tutta l'area era in prevalente sollevamento ed il deposito principale iniziava ad essere fortemente inciso, mentre i movimenti tettonici manifestatisi precedentemente lungo lineazioni preferenziali, continuavano ad essere attivi anche in tempi molto recenti, come testimoniato dall'intensa attività sismica a cui è soggetta l'area.



4.1. Aspetti Litologici

All'interno del territorio comunale si rilevano formazioni carbonatiche e calcareo-silico-marnose, caratterizzanti principalmente il versante settentrionale del Matese, termini argilloso-marnoso-arenacei ascrivibili ad una formazione fliscioide sinorogenica largamente affiorante nel settore nord-occidentale di Isernia, e depositi continentali, prevalentemente in facies fluvio-lacustre, in cui si alternano sedimenti limo-argillosi e ghiaiosi con locali episodi travertino si che, complessivamente, costituiscono il substrato della città di Isernia ed affiorano estesamente nella parte occidentale e meridionale del comprensorio comunale.

Di seguito è fornita una descrizione in merito alla natura litologica, all'assetto strutturale ed alla distribuzione areale delle diverse formazioni affioranti sul territorio rilevato a partire da quella più antica.

Successione carbonatica

La formazione è rappresentata da calcari detritico-organogeni biancastri o grigi ben stratificati, in strati di spessore variabile da 20 a 50 cm e più raramente in banchi di spessore massimo dell'ordine dei due metri, intercalati da episodi lenticolari, localmente di spessore considerevole, di materiale detritico o bioclastico grossolano costituito da breccie cementate ad elementi e cemento calcareo. L'ambiente deposizionale di questa successione sedimentaria coincide con zone che vanno dal piede della scarpata al bacino prossimale.

Tale sequenza si è deposta tra il Cretacico superiore e il Paleocene. La potenza della formazione può essere molto variabile da poche decine di metri a circa 600 metri, anche se nell'area rilevata lo spessore affiorante è stimabile in alcune centinaia di metri. La formazione carbonatica descritta affiora con continuità lungo il margine occidentale e del Bacino di Isemia caratterizzando l'alto strutturale compreso tra le frazioni Castelromano e Breccelle-Fragnete dove la successione è ben visibile su alcuni fronti di cava.

La formazione è, inoltre ben rappresentata nel settore sud-orientale di Isemia, lungo le fasce di base dell'alto morfologico e strutturale costituito dal raggruppamento dei rilievi Monte Locito, La Pineta, Colle La Guardia, Colle Vecchio. Alcuni lembi discontinui affiorano a NW di Isernia dove caratterizzano il versante sud-occidentale di Colle Pagano e la sommità di modesti rilievi in località Coppolicchio, Colle Vavuso e Conocchia.

Complesso calcareo-marnoso.

Si tratta di una successione litologica con notevoli variazioni di facies, sia in senso verticale che laterale, che si sovrappone alla precedente formazione per contatto trasgressivo o più frequentemente tettonico.

Tale complesso viene distinto in tre membri litologici schematizzabili come segue:

membro basale: è prevalentemente rappresentato da calcilutiti e calcareniti avana ben stratificate, con sporadiche intercalazioni di marne fogliettate di colore grigio-verdastro e di calcari marnosi verdastri e con liste di selce grigio-avana;

membro intermedio: in affioramento è stato essenzialmente rinvenuto come alternanza di calcareniti e calciruditi in strati decimetrici con diffuse intercalazioni di calcari marnosi grigi e verdastri sottilmente stratificati e sottili livelli di marne argillose grigie; nella parte alta della successione si ha un graduale incremento dei livelli pelitici marnoso-argillosi che determina il passaggio al membro superiore;

membro superiore: è in prevalenza rappresentato da marne argillo-siltose grigio-azzurre alternate a marne calcaree nocciola e verdine in strati fino a 20 cm di spessore con laminazione piano-parallela; subordinatamente si rinvencono livelli prevalentemente centimetrici di calcarenite e/o di arenaria marnosa variamente cementata. A luoghi si è notata la presenza di piccoli blocchi lapidei scompaginati (olistoliti).

Dal punto di vista dell'ambiente deposizionale le litofacies descritte possono essere collocate in aree di raccordo tra la zona di bacino e le porzioni più, profonde della rampa carbonatica con una sedimentazione mista di sedimenti autoctoni e apporto di materiale terrigeno trasportato lungo la rampa tra l'Eocene e il Miocene medio.

La successione calcareo-marnosa presenta buona continuità nella parte orientale del comprensorio comunale dove affiora alla sommità dei rilievi di Colle Locito e La Pineta, Masseria D'Uva, Fonte Salomone, Masseria Ferritti ed il settore di Colle Impergola.

Flysch pelitico-arenaceo

Tale facies, ampiamente diffusa in tutta la regione, rappresenta il lembo occidentale (depositi terrigeni altomiocenici) ascrivibili, in generale, al Flysch di Agnone. La facies fliscioide maggiormente diffusa è quella in assetto caotico. Essa caratterizza ampie fasce di territorio e, in particolare, i centri abitati di Castelromano, Conocchia, Coppolicchio, Colle Vavuso, Colle Pagano e Collecroce. Spostandosi verso NE i depositi terrigeni evidenziano un assetto relativamente più ordinato lungo il settore di cresta allineamento La Romana-Colle Martino dove è stato possibile effettuare alcune misure giacitureali risultate pressappoco costanti, con orientazione dei piani lungo la direttrice appenninica e immersione verso i quadranti sud-orientali.

Depositi fluvio-lacustri del bacino di Isernia

Tali depositi, ampiamente diffusi in tutta l'area ed in particolare nelle vicinanze del centro abitato di Isernia, costituiscono una successione molto potente.

Nella successione possono riconoscersi caratteristiche distintive di facies diverse riferibili a due fasi sedimentarie; la prima, caratterizzata dal progressivo colmamento del bacino lacustre, la seconda dalla prevalenza dei processi di sedimentazione fluviale.

La facies basale della successione, affiorante nei pressi del centro abitato di Isernia in particolare lungo gli impluvi dei Fiumi Sordo e Carpino, è rappresentata da un'alternanza ritmica di limi ed argille di ambiente lacustre con lenti di sabbie calcaree concrezionali e sporadici episodi ghiaiosi. Relativamente alla ristretta fascia su cui si sviluppa l'abitato di Isernia, i cui termini soggiacciono ad un deposito di travertino perlopiù rappresentato da strati e banchi litoidi vacuolari e/o carsificati le

cui cavità sono spesso riempite da materiale residuale rossastro. Questo assetto è osservabile lungo il bordo nord-occidentale della città, dove il travertino è rappresentato da bancate metriche, a diverso grado di porosità e fratturazione, intercalate da livelli o lenti di limi sabbioso-argillosi/ talora detritici.

Muovendo verso il margine del bacino la successione passa verso l'alto a materiali granulometricamente più grossolani rappresentati da ghiaie e ciottoli poligenici ed eterometrici immersi in matrice limo-sabbiosa con grado variabile di cementazione, alternati o in eteropia laterale con livelli e lenti di sabbie lanose e sabbie argillose giallastre. Nelle aree di margine la successione è spesso inquinata da materiali di natura detritico-colluviale e da sedimenti di conoide con caratteristiche granulometriche molto diverse che possono comprendere sia limi argillosi con modeste percentuali di detrito fine sia ghiaie grossolane in matrice limo-sabbiosa, talora con blocchi, in funzione della posizione rispetto ai rilievi carbonatici presenti nell'area. Inoltre, sono piuttosto frequenti livelli piroclastici generalmente rappresentati da tufi bruni o giallastri variamente cementati e alterati che, localmente, possono raggiungere i due metri di spessore.

Depositi continentali recenti

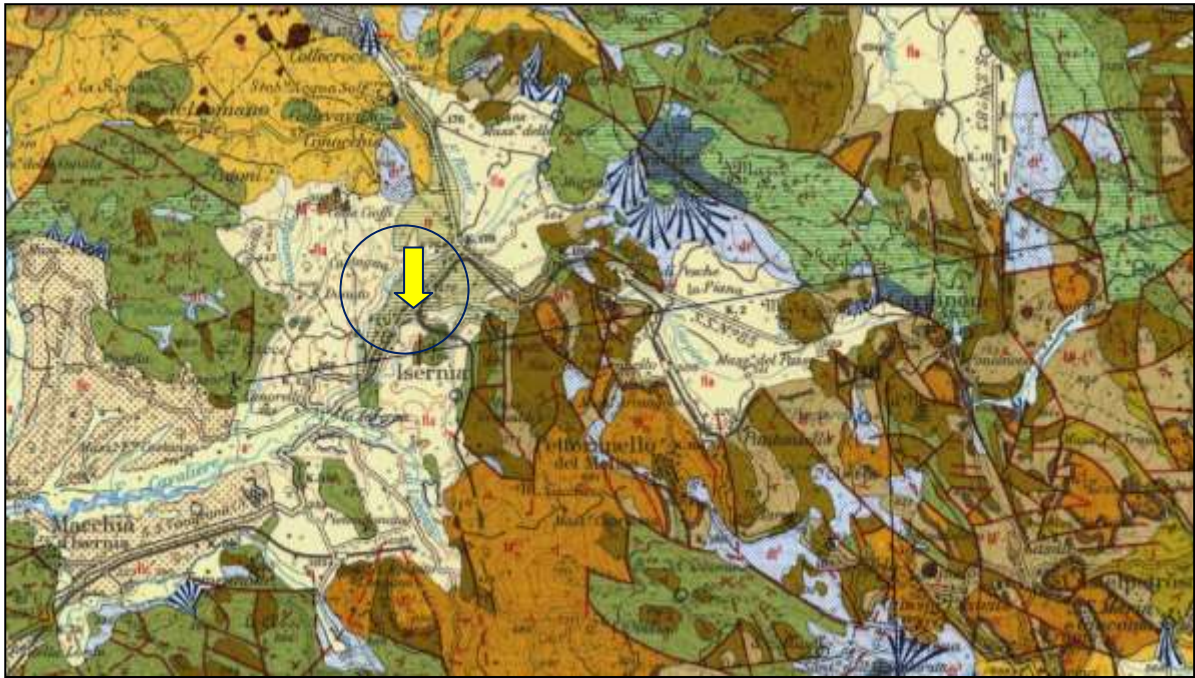
Sono costituiti da detriti di versante, da depositi alluvio-colluviali e da depositi alluvionali recenti.

Il detrito di versante costituisce depositi lenticolari, di limitata estensione e spessori generalmente ridotti, che affiorano in modo discontinuo lungo le zone di bordo delle strutture carbonatiche.

Infine per ciò che riguarda i depositi fluviali attuali e recenti, si fa essenzialmente riferimento a quelli presenti a SW della Città, nel settore di confluenza del Torrente Rava dei Fiumi Sordo e Carpino e del Torrente di Longano nel Fiume Cavaliere, nonché lungo l'area golenale di quest'ultimo. Fatta eccezione per le sezioni d'alveo caratterizzate da ghiaie e ciottoli sciolti, i settori di sponda, nonostante la notevole eterogeneità litologica rivelano una generale prevalenza di sedimenti fini costituiti, da limi argillosi e/o sabbiosi con ghiaia, intercalati da strati e banchi di ghiaie e ciottoli.

Travertino

Trattasi di un deposito carbonatico massivo non stratificato di colore giallastro e biancastro. Si presenta generalmente vacuolare con cavità di dimensioni millimetriche. Localmente si presenta maggiormente compatto e sporadiche cavità.(olocene)

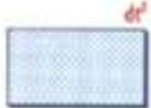


Stralcio fuori scala Foglio 161 Isernia della Carta Geologica d'Italia 1:100.000

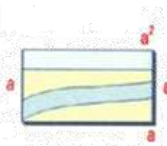
Dall'indagine rivolta all'identificazione dei terreni affioranti, in prossimità della zona in esame, questi risultano appartenenti alle seguenti unità litostratigrafiche:

Formazioni continentali

Olocene



Detrito di falda sciolto o debolmente cementato



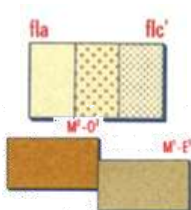
Argille sabbiose, limi, sabbie cure finissime e grossolane, con lenti di ciottoli calcarei di piccole dimensioni, e di lapilli e pomici dilavati nella zona circumvulcanica (a)

Formazioni continentali

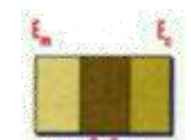
Pleistocene



Travertini, talora intercalati o coperti da ciottoli di natura calcarea.



Fluviolacustre: (fla) marne argillose cineree e giallastre varvate, sabbie argillose e sabbie giallastre, a volte con livelli torbosi; lenti di ciottoli poligenici, per lo più in copertura

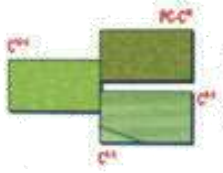


Calcareni a grana fine e calcari marnosi avana, spesso selciferi, ben stratificati, con resti di briozoi, alghe (...) Intercalazioni calcareo-clastiche di vario spessore, con fossili di età ed ambiente diversi, fra cui microfossili mesozoici, frammenti di rudiste (...) La formazione è trasgressiva su PC - C¹⁰ (M² - O³)

Calcareni biancastre e breccie poligeniche avana alternate, verso il basso, a marne ed argille verdastre e rosate ben stratificate, calcareniti fini avana con amoni lenti di selce grigio - avana (...) (O - E)

Formazioni continentali

Paleocene - Cretacico



Calcareniti bianche a cemento spatico, ben stratificate e "calcari a saccaroidi" con frammenti di rudiste, frequentemente alternate a breccie poligeniche e conglomerati mono e poligenici a cemento ed elementi calcarei prevalentemente bianchi (...) (PC – C¹⁰)



Stralcio Fuori Scala Carta geologica del Molise in scala 1:100.000 (Festa A., Ghisetti F. & Vezzani L., 2006)

La situazione geologica locale è stata studiata attraverso un accurato rilevamento eseguito sul territorio comunale oltre che attraverso la consultazione della cartografia e degli elaborati geologici ufficiali a corredo degli attuali strumenti di pianificazione urbanistica.

LEGENDA CARTA GEOLITOLOGICA (scala 1:25000)



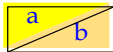
Depositi alluvionali: argille limose alternate a sabbie limose talora ghiaiose, irregolarmente intercalate da ghiaie e ciottoli incoerenti che costituiscono strati o lenti di spessore anche metrico (Olocene).



Facies detritica: detriti ad elementi calcarei spigolosi in matrice limosa e/o limo-sabbiosa bruna o rossastra. I clasti presentano dimensioni che vanno dalle ghiaie grossolane ai ciottoli, fino a piccoli blocchi (Olocene).



Travertino: la formazione è costituita da travertino in bancate metriche e/o blocchi con intercalazioni di livelli o lenti di limi sabbioso-argillosi, talora detritici. Nei pressi di P.te San Leonardo, soggiace ad una copertura detritica caratterizzata da elementi travertinosi a granulometria variabile da piccola a media e locali blocchi di dimensioni che possono raggiungere e superare il metro, in matrice prevalentemente argillo-limo-sabbiosa (Olocene).



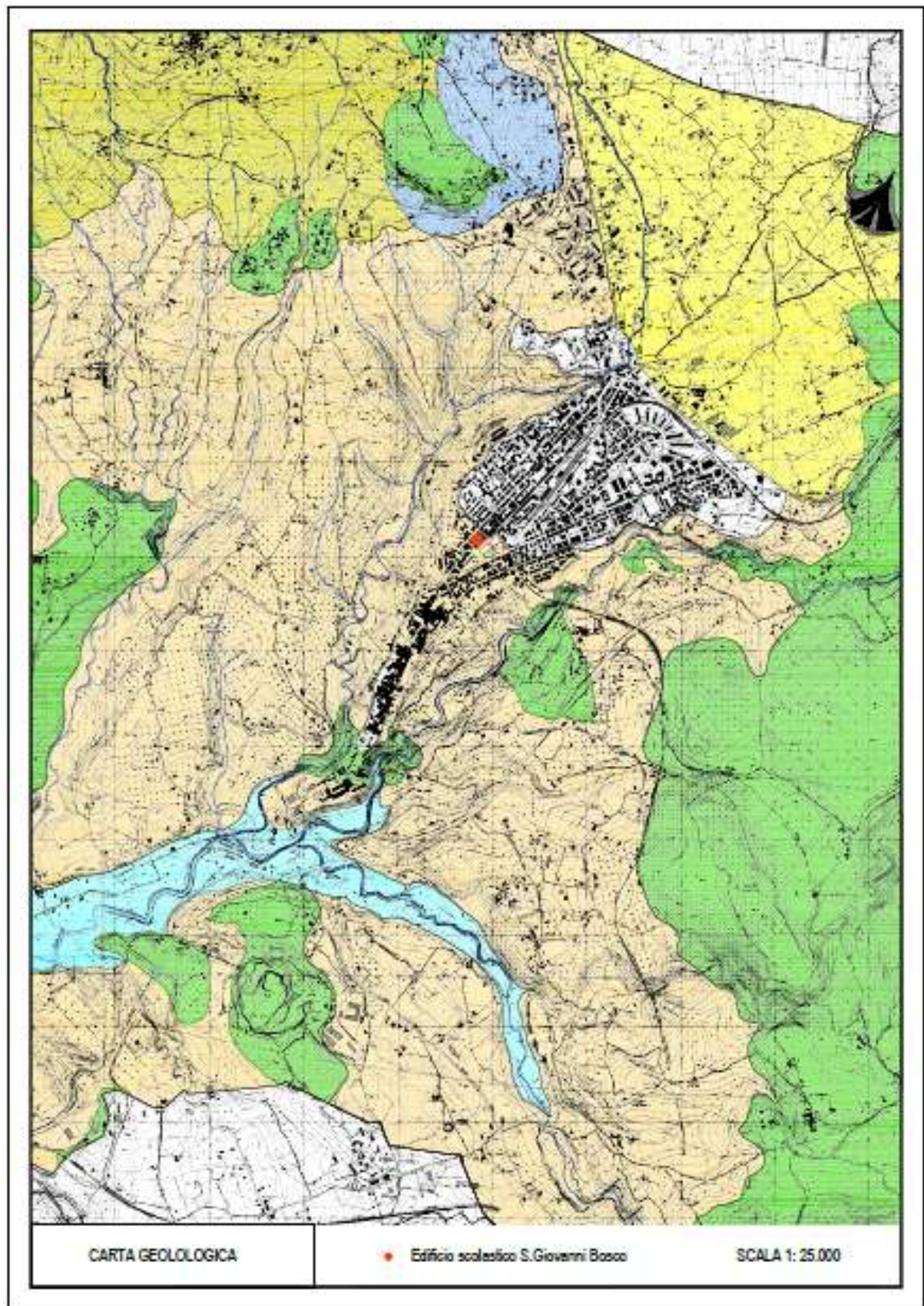
Depositi fluviolacustri: a) sedimenti recenti di piana alluvionale argilloso-limoso e sabbioso-ghiaioso, nei settori centrali prevalgono sedimenti limosi e argillosi; nelle aree marginali, prevale la componente clastica. b) depositi più antichi rappresentati da limi argillo-sabbiosi ed argille limose brune o grigio-giallastre, con ghiaie e ciottoli. La frazione grossolana, costituita da elementi calcarei di forma per lo più arrotondata, è generalmente subordinata alla matrice fine; a tratti a varie quote della successione, si rinvengono strati ghiaiosi di spessore decimetrico e talora metrico ben cementati. (Pleistocene inf.).



Unità flyscioide: marne e argille con intercalazioni di arenarie e calcareniti (miocene)

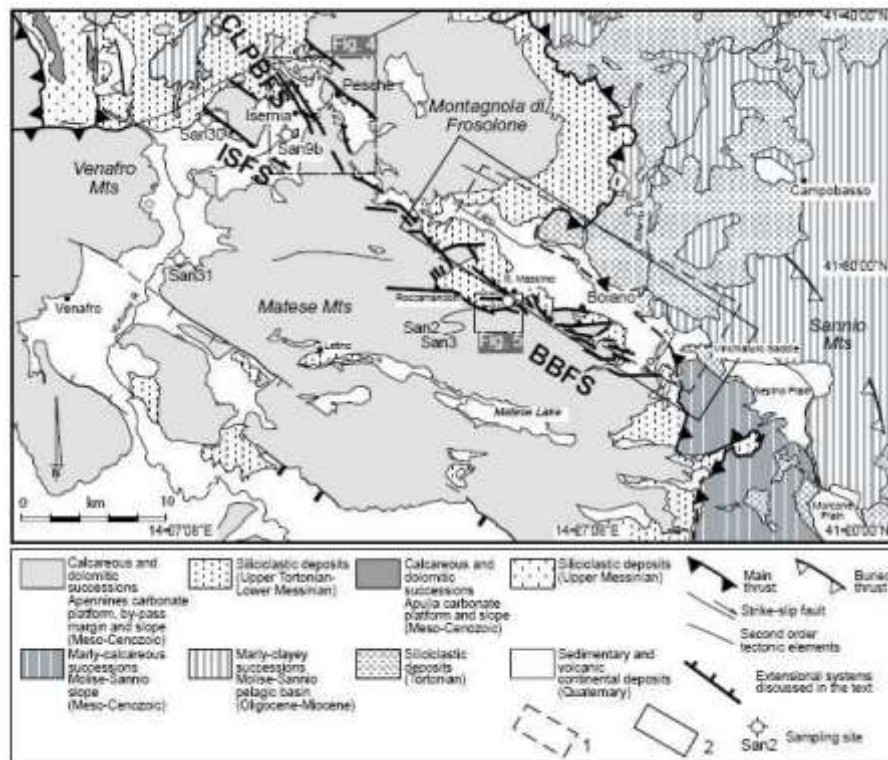


Calcareniti pseudosaccaroidi bianche ed avana ben stratificate in strati e banchi, con intercalazioni e/o livelli lenticolari di breccie calcaree e/o conglomerati poligenici cementati (Paleocene-Campaniano).



4.2 Analisi Tettonica Dell'area

L'origine della depressione strutturale di Isernia è da correlare all'intensa attività tettonica di sollevamento che ha caratterizzato la fase di completamento ed emersione dell'orogeno appenninico tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene. In tale fase, un regime tettonico a carattere essenzialmente distensivo ha prodotto sistemi di faglie prevalentemente dirette che, oltre a disarticolare e dislocare le unità tettoniche preesistenti complicandone ulteriormente la geometria dei rapporti, hanno definito la suddetta depressione, colmatasi in età pleistocenica sotto un regime di sedimentazione continentale di tipo fluvio-lacustre.



Mappa schematica dell'area di Isernia con il Bacino di Boiano e la BBFS Boiano Fault System (da Di Bucci et al. 2004

Le faglie presentano per lo più orientamento appenninico (NW-SE) e antiappenninico (SW-NE), anche se non mancano orientamenti E-W e N-S, ed interessano in modo evidente i termini litologici più competenti presenti sul territorio, riferibili agli affioramenti calcareo-dolomitici e calcareo-silico-marnosi rispettivamente ascrivibili alla facies di piattaforma ed a quella di transizione. Strutture essenzialmente plicative invece, interessano i flysch prevalentemente terrigeni della facies molisana, dotati di moduli di rigidità inferiori e, dunque, soggetti a deformazioni plastiche piuttosto che a dislocazioni di tipo rigido. Sempre in rapporto all'assetto tettonico strutturale si fa presente che oltre alla notevole attività tettonica prequaternaria, cui si deve la formazione delle principali unità strutturali presenti sul territorio, una più blanda attività tettonica si è manifestata anche dopo la deposizione dei sedimenti fluvio-

lacustri. A tale tipo di attività sono probabilmente da riferirsi le linee di debolezza lungo le quali si sono impostati i principali corsi d'acqua della zona (F. Sordo, F. Carpino e F. Cavaliere).

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

5.1 Morfologia dell'area e processi morfogenetici e morfoevolutivi

L'area di recente urbanizzazione della città di Isernia interessa un settore a sviluppo morfologico pianeggiante o subpianeggiante, risultando confinata tra gli alti morfostrutturali di Miranda e Pesche a N-NE, dai modesti rilievi di La Pineta, C.le La Guardia, M.le Locito e M.te Lucchero ad E-SE e da quelli di Collevavuso, C.le Pagano e La Romana ad W-SW; a Sud invece, l'area si apre verso la valle del Fiume Cavaliere. La condizione descritta si riferisce generalmente alla parte alta della città mentre il centro storico si estende lungo una ristretta dorsale coincidente con la sommità di un alto morfologico di aspetto tabulare, allungato in direzione SW-NE e rastremato nel tratto meridionale, i cui contorni sono nettamente marcati dalle evidenti incisioni lineari, operate dai fiumi Sordo ad ovest e Carpino a est.

Gran parte del centro urbano si imposta quindi su di una placca rocciosa di travertino costituente la sommità rigida e competente del rilievo; detta placca sovrasta una potente successione di termini fluvio-lacustri, più teneri e maggiormente erodibili, estesamente affioranti lungo le aree di bordo dove, peraltro, appaiono più evidenti i processi erosivi.

Questi ultimi sono essenzialmente connessi all'attività dei due fiumi citati che scorrono entro letti a tratti profondamente incassati prima di congiungersi a SW dell'abitato - località "Taverna" per dare origine al fiume Cavaliere. La costante azione erosiva e di scalzamento al piede operata dai due corsi d'acqua soprattutto nei confronti dei terreni fluviolacustri attraversati, ha prodotto nel tempo un processo evolutivo manifestatosi attraverso successivi movimenti di versante con conseguente progressivo arretramento di ampi settori di bordo della placca travertinosa fino a delineare l'attuale configurazione morfologica.

Il contatto con la formazione fluviolacustre avviene pertanto attraverso delle interdigitazioni difficilmente cartografabili. Lungo invece i margini si rilevano inoltre depositi di riempimento, spesso di natura antropica, della vecchia rete drenante. La località Tuoro come la stessa Via Giovanni XXIII e' stata realizzata nei primi anni settanta attraverso l'accumulo di notevoli spessori di materiale di riporto.

L'area di congiunzione tra questi due differenti domini si evidenzia proprio all'altezza della villa comunale. In particolare l'affioramento della placca di travertino, in questa area sfrangiata ed interdigitata con il complesso fluviolacustre, viene individuata sulla scorta delle numerose indagini geognostiche presenti immediatamente a nord dell'area di sedime dell'edificio scolastico oggetto di intervento

L'area interessata appare posizionata in posizione comunque centrale alla dorsale, caratterizzata in conseguenza da una condizione morfologica stabile.

L'intera area risulta inoltre da tempo completamente urbanizzata per cui non si sviluppano fenomeni morfoevolutivi.

La stabilità morfologica dell'area risulta di conseguenza fuori discussione.



Stralcio fuori scala della Carta Topografica in scala 1:25000 con l'ubicazione dell'area oggetto dell'intervento

6. ASSETTO IDROGEOLOGICO E CIRCOLAZIONE IDRICA

La circolazione idrica sotterranea è notevolmente articolata e complessa in relazione al complicato assetto geologico-strutturale del territorio

Nell'ambito di affioramento di litologie fluviolacustre, estremamente variabili per pezzatura e permeabilità, si rinvencono delle locali faldine sospese, a chiaro carattere stagionale che interessano gli spessori compresi tra il piano campagna e la quota di – 10,0 m.

La variabilità delle quote di rinvenimento della falda, non correlabile al contesto morfologico conferma la presenza di livelli a differente permeabilità, spesso in lenti, tipiche proprio dei materiali fluviolacustri.

Infine, dal punto di vista idrogeologico, l'assetto litologico che si individua nella parte alta dell'abitato, vede la sovrapposizione della placca di travertino, caratterizzata da un alto grado di permeabilità per fratturazione, a litologie mediamente permeabili.

Tale particolare assetto origina, causa il tamponamento alla base della roccia serbatoio, lo svilupparsi di una serie di piccole falde sospese ed a carattere stagionale, che segna un limite di permeabilità ad una profondità variabile oltre a – scaturigini presenti al contatto tra i litotipi travertinosi (permeabili) e i materiali fluviolacustri (impermeabili).

Sotto il profilo idrologico, l'area è caratterizzata da una blanda pendenza, che unitamente al sistema artificiale di raccolta e regimazione delle acque superficiali facilita il rapido allontanamento delle acque di precipitazione ed evita il verificarsi di ristagni idrici e fenomeni di impaludamento.

Il substrato afferisce al complesso idrogeologico “alluvionale” sulla base delle caratteristiche litologiche e giaciture, della permeabilità relativa, ed in relazione al deflusso delle acque e alla capacità di ritenzione idrica.

Il complesso ingloba livelli pelitici e livelli granulari. La permeabilità, per porosità primaria, presenta delle variazioni dovute alla diversa granulometria; comunque, essendo percentualmente prevalente la frazione fine, il coefficiente di permeabilità verticale risente della bassa permeabilità di tali terreni, attestandosi su valori medi dell'ordine dei $10^{-6} \div 10^{-8}$ cm/sec.

Nel corso dei sondaggi geognostici non è stato intercettato alcun livello idrico significativo e continuo, ma solo modesti ristagni idrici allocati nei livelletti granulari più superficiali.

7. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

7.1 Metodologia di indagine

Sulla base del rilevamento geologico di superficie, esteso all'intero area urbana, preliminarmente effettuato e di tutti i dati conseguiti dallo scrivente ed attraverso le fonti citate in precedenza, si sono tratti gli elementi di giudizio propedeutici per confrontare la realtà geologico–tecnica del sito a quella così delineata.

Negli ambiti di indagine indicati dal contenuto delle leggi vigenti, si sono individuate le linee di seguito descritte che hanno consentito di valutare i parametri fisici, fisico–meccanici, idrologici e sismici idonei ad esprimere il parere di fattibilità previsto dalla norma predetta nonché a definire il modello geologico.

Le indagini espletate si sono rese necessarie per delineare e/o confermare gli esiti del rilevamento geologico espresso in termini stratigrafici ed idrologici. La tecnica di

perforazione utilizzata è stata quella del carotaggio continuo per la possibilità che essa offre di disporre di campionamento integro, utilizzabile in situ per determinare, per via breve, le caratteristiche granulometriche ed altri parametri rilevabili con semplici apparecchiature di campagna. Inoltre, con la stessa tecnica è stato possibile prelevare campioni indisturbati di terreno che sono serviti per la corretta esecuzione di analisi e prove geotecniche di laboratorio altrimenti fallaci. Le profondità (almeno m. 30 dal piano di campagna attuale) sono state più che sufficienti a dare risposta in termini stratigrafici alle problematiche geotecniche e sismiche connesse con la risposta statica e dinamica attesa dal substrato.

Le interpretazioni relative alla acquisizione dei dati sopra richiamati, hanno integrato le precedenti, poiché, attraverso di esse, è stato possibile, attraverso opportune correlazioni, pervenire a determinazioni sismiche, stratigrafiche e informazioni sulla meccanica dei vari strati costituenti il sottosuolo ed, inoltre, hanno fornito utili apporti nella ricostruzione di un modello dinamico dello stesso.

Opportunamente impiegate, potranno suggerire soluzioni in termini progettuali circa l'impiego di parametri quali l'accelerazione al suolo attesa in corrispondenza di un sisma. Ciascuno dei fori di sondaggio è stato attrezzato a "down hole" per permettere il rilievo per profondità prefissate della misura della velocità delle onde sismiche di taglio (o Onde "S" o Onde "Seconde"). I ranges energetici e la polarizzazione delle sollecitazioni tipici delle perturbazioni provocate dalle onde di taglio rappresentano la più verosimile caratteristica risposta dei terreni in regime dinamico.

Tutte le prove sono state effettuate, in conformità alle norme A.G.I., con le modalità ed in osservanza delle vigenti normative. I risultati sono stati restituiti graficamente con le modalità prescritte e seguendo le raccomandazioni A.G.I.1.

I risultati dell'intera campagna indagini eseguita ed acquisita, sono riportati in allegato e costituiscono parte integrante e non divisibile della presente relazione.

7.1 Indagini acquisite

Una prima campagna di indagini geognostiche è stata condotta nell'ambito della redazione degli studi geologici a corredo del Piano Regolatore Generale ; in particolare il sondaggio geognostico individuato con il nr 17 e' posizionato proprio in corrispondenza dello spigolo di valle , lato ovest, della villa comunale. Proprio di fronte lo spigolo S/E dell' edificio scolastico.

Successivamente , negli anni 2003/2004, in occasione degli studi per la redazione della "Relazione geologico-tecnica per la verifica sismica degli edifici scolastici e del Palazzo di Giustizia sono state realizzate n. 14 condizionate mediante tubo in pvc

per l'esecuzione di prove down-hole. Si riporta di seguito una breve descrizione degli esiti dei soli sondaggi geognostici eseguiti nell'area di interesse dello studio al fine di meglio descrivere la situazione geologica di dettaglio. Di questi sondaggi, quelli individuato con il nr 6, 7 ed 8, coprono i rimanenti spigoli dell'area di sedime della Scuola San Giovanni Bosco.

Il quadro delle conoscenze litostratigrafiche acquisito con le risultanze di tali indagini appare sufficiente a definire il Modello Geologico previsto dalla Norma.

7.2 Sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti utilizzando la tecnica del carotaggio continuo servendosi di una sonda CMV MK 900 con l'impiego di un carotiere da 101 mm. di diametro. Si è avuta cura di rivestire il foro, con apposita tubazione del diametro di 127 mm. per tutti i sondaggi e per tutta la lunghezza.

Sono state altresì eseguite, durante l'esecuzione dei sondaggi, una serie di prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) a varie profondità. Di seguito si elencano: i sondaggi eseguiti con relativa profondità raggiunta, le prove S.P.T. eseguite; si rimanda per i dettagli alle colonne stratigrafiche allegate.

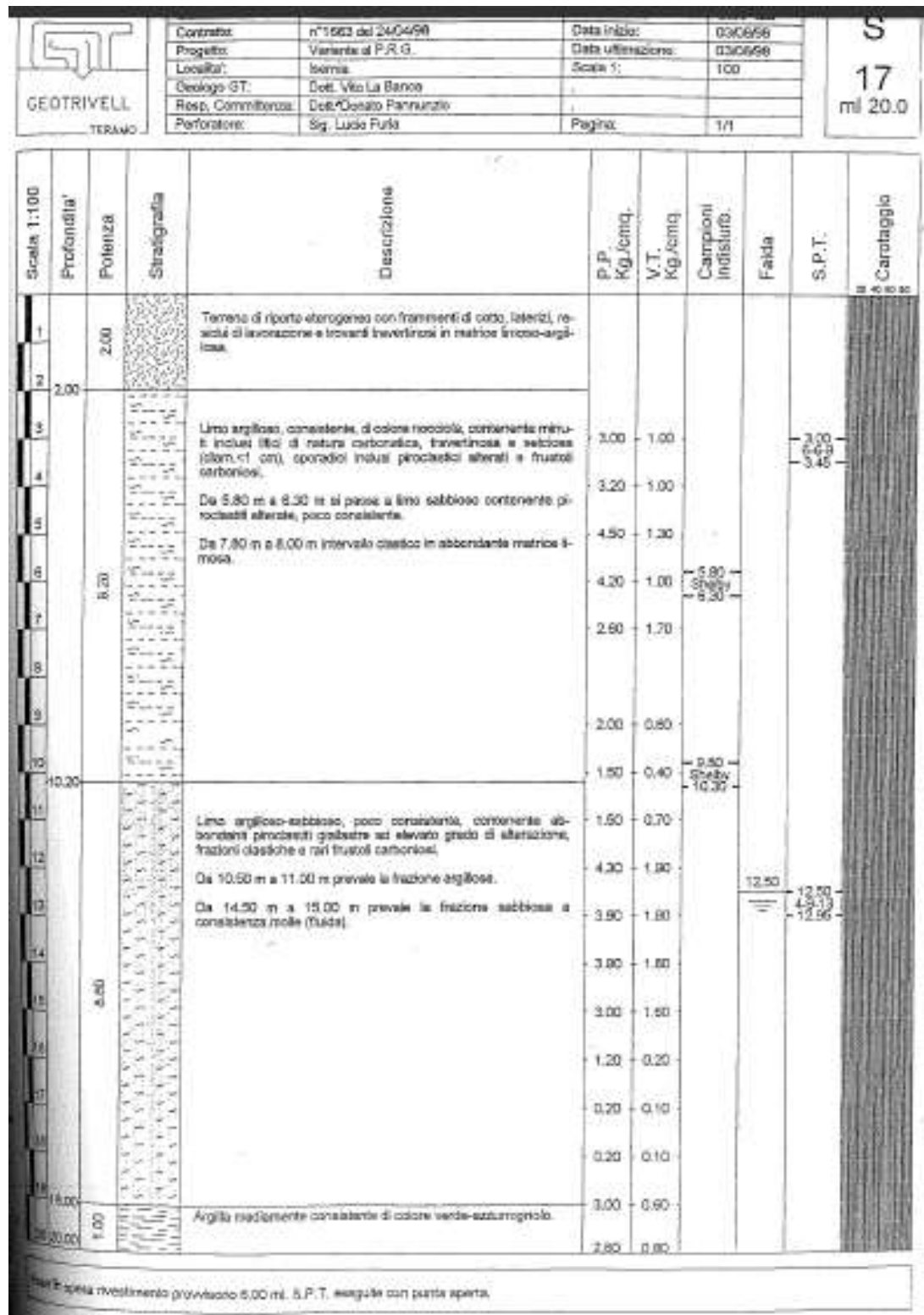
SONDAGGIO	PROFONDITA' ml.	UBICAZIONE Coordinate	S.P.T. ESEGUITE n.
S6	30,00	Lat 41.594799° Long 14.230408°	10
S7	30,00	Lat 41.595026° Long 14.231636°	10
S8	30,00	Lat 41.595459° Long 14.231140°	10
S17	20,00	Lat 41.594322° Long 14.231165°	2

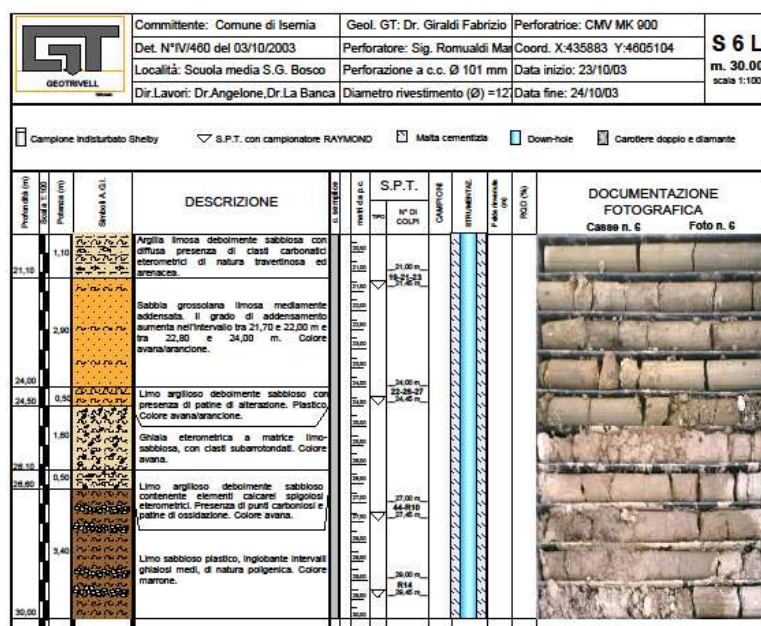
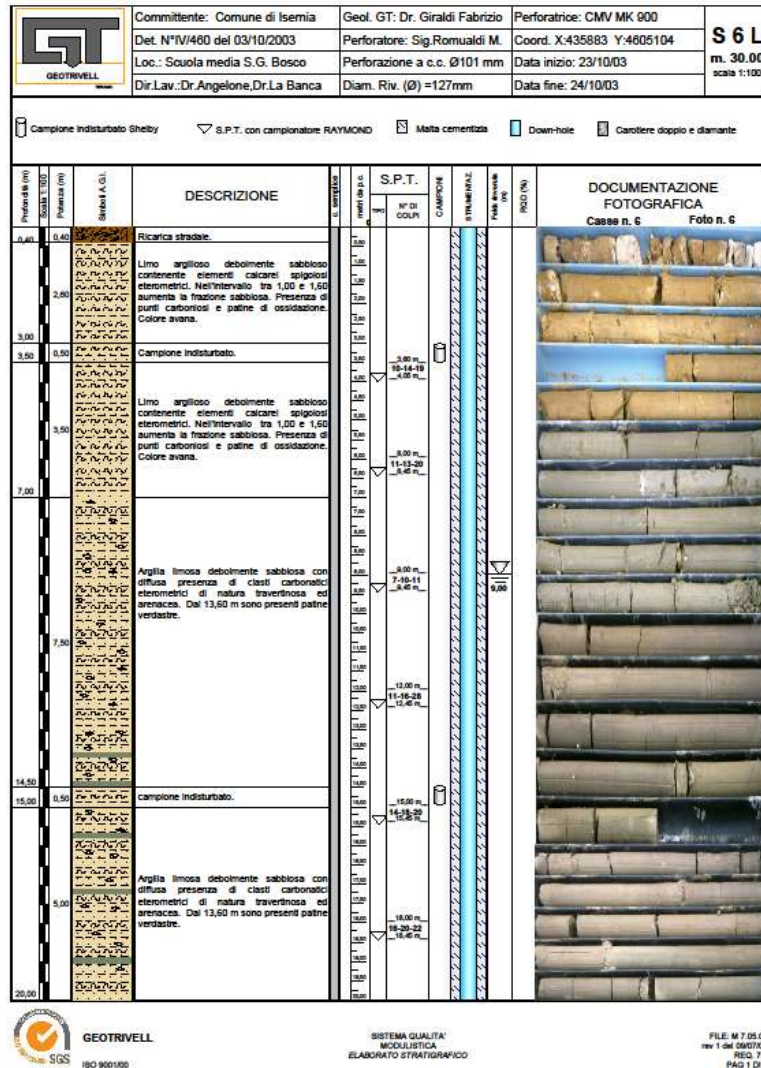
Considerando i dati ottenuti dai sondaggi realizzati in linea generale, si evidenziano orizzonti variabili con correlazioni, di non facile comprensione, delle varie serie stratigrafiche possibili che permettono di indicare con buona approssimazione l'andamento in senso orizzontale e verticale di tali orizzonti.

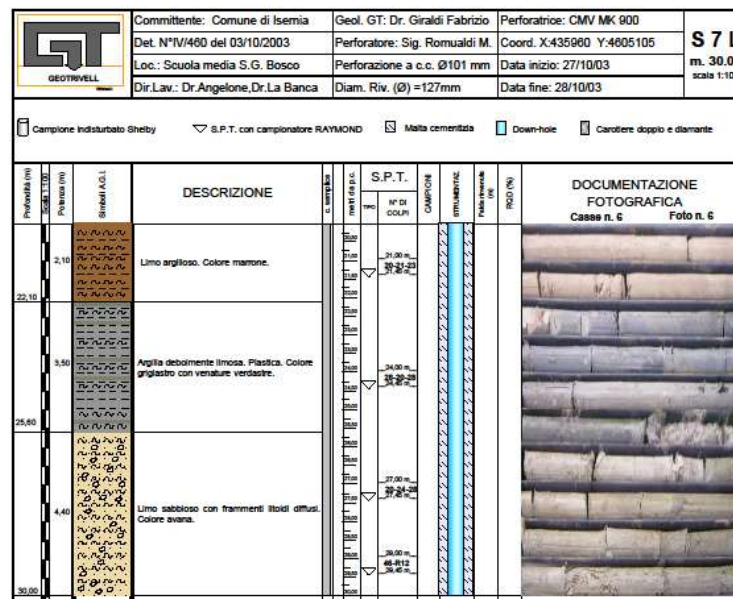
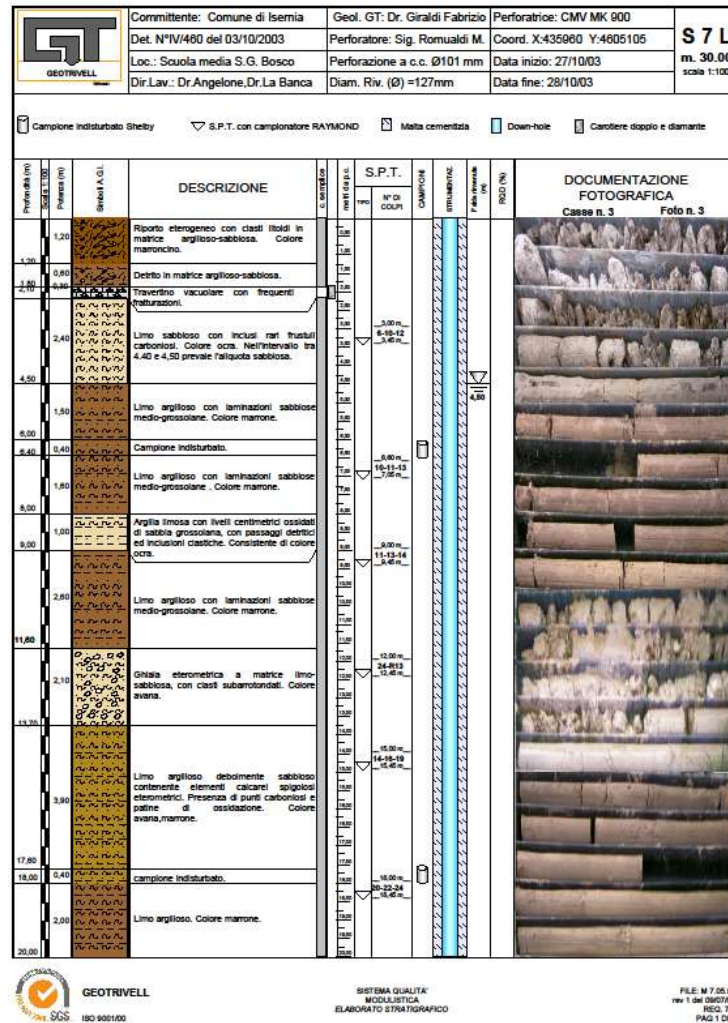
Rimandando per i dettagli alle stratigrafie allegate possiamo dire che i sondaggi risultano correlabili sia tra loro sia con le altre indagini in sito. Dal piano campagna rilevabile al momento della realizzazione dei sondaggi, è stata rinvenuta un'alternanza di litotipi che avendo avuto fasi di deposizione, trasporto e risedimentazione susseguite nel corso dei tempi (vedi inquadramento geologico) risultano avere una certa variabilità deposizionale sia in senso verticale che orizzontale. Da ciò ne consegue una variabilità per quanto attiene la potenza dei

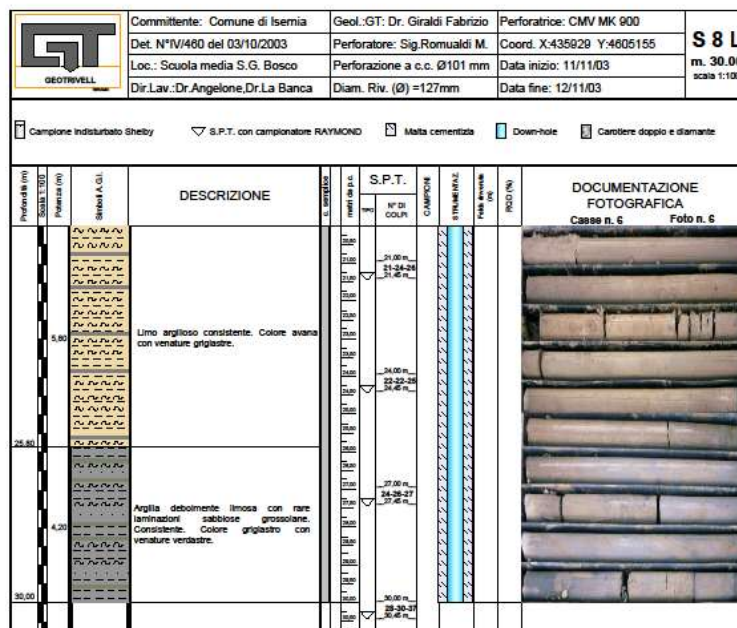
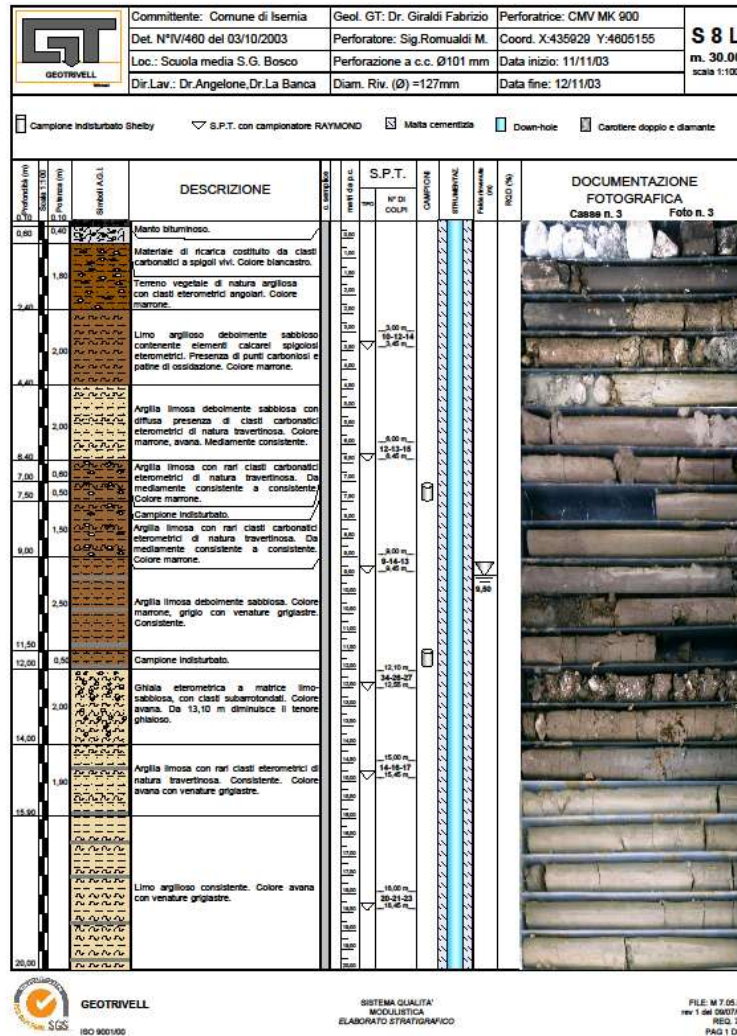
litotipi rinvenuti. Si rimanda al capitolo 8 per la modellazione e caratterizzazione geologica di dettaglio.

Le relative stratigrafie sono di seguito riportate









7.3 Standard Penetration Test

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite trentadue (n.32) prove S.P.T., a quote differenziate, utilizzando un'attrezzatura conforme alle norme ASTM D 1586-AASHTOT 206, costituita da un campionatore Raymond a punta aperta, un maglio da 63,5 kg e da aste in acciaio del peso di 7 kg/ml.

Le prove sono state eseguite alle profondità che si possono evincere dalla sottostante tabella.

Sondaggio	S.P.T Da m. a m.	N ₁	N ₂	N ₃	N _T
S6	3,60 - 4,05	10	14	19	33
	6,00 - 6,45	11	13	20	33
	9,00 - 9,45	7	10	11	21
	12,00 - 12,45	11	16	28	44
	15,00 - 15,45	14	18	20	38
	18,00 - 18,45	16	20	22	44
	21,00 - 21,45	19	21	23	44
	24,00 - 24,45	22	26	27	53
	27,00 - 27,45	44	R	R	R
	29,00 - 29,45	R	R	R	R
S7	3,00 - 3,45	6	10	12	22
	6,60 - 7,05	10	11	13	24
	9,00 - 9,45	11	13	14	27
	12,00 - 12,45	24	R	R	R
	15,00 - 15,45	14	16	19	35
	18,00 - 18,45	20	22	24	46
	21,00 - 21,45	20	21	23	44
	24,00 - 24,45	28	20	28	48
	27,00 - 27,45	20	24	28	52
	29,00 - 29,45	46	R	R	R
S8	3,00 - 3,45	10	12	14	22
	6,00 - 6,45	12	13	15	28
	9,00 - 9,45	9	14	13	27
	12,10 - 12,55	34	26	27	53
	15,00 - 15,45	14	16	17	33
	18,00 - 18,45	20	21	23	44
	21,00 - 21,45	21	24	26	50
	24,00 - 24,45	22	22	25	47
	27,00 - 27,45	24	26	27	53
	30,00 - 30,45	28	30	37	67
S17	3,00 - 3,45	6	6	9	15
	12,50 - 12,95	4	9	13	22

7.4 Prelievo Campioni Indisturbati

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, considerati utili ai fini della definizione delle caratteristiche geologiche e geotecniche del sito di studio, risultano prelevati, otto (n.8) campioni indisturbati.

Il prelievo dei campioni è stato realizzato pressione adoperando un campionatore cilindrico ("fustella") montato alle aste di manovra e poi fatto penetrare nel terreno alle profondità prestabilite con la sola pressione esercitata dalla macchina perforatrice. Attraverso tale procedura il campionatore colmo di materiale, appena estratto, viene paraffinato alle due estremità a conservazione del grado di umidità naturale.

Di seguito si riporta l'elenco dei campioni consegnati al laboratorio e le relative quote di prelievo:

Sondaggio	Campione	QUOTA INIZIALE PRELIEVO CAMPIONI m.s.l.m. m.	QUOTA FINALE PRELIEVO CAMPIONI m.s.l.m. m.
S6	S6 _{C1}	-3,00	-3,60
	S6 _{C2}	-14,50	-15,00
S7	S7A _{C1}	-6,00	-6,60
	S7B _{C2}	-17,50	-18,00
S8	S8A _{C1}	-7,00	-7,60
	S8B _{C2}	-11,50	-12,10
S17	S17 _{C1}	-5,80	-6,30
	S17 _{C2}	-9,80	-10,30

Gli esiti delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati sono riportati in allegato e costituiscono parte integrante e non divisibile della presente relazione.

In particolare gli esiti del campione superficiale eseguiti sul sondaggio S17 hanno individuato una litologia limo-argilloso compatta e plastica con le seguenti caratteristiche

Coesione c 0,45 Kg/cm^q

Coesione non drenata C_u 1,73 kg/cm^q

Angolo di Attrito Interno ϕ pari a 24,92

Indice di consistenza pari a 1,17

I valori invece delle analisi di laboratorio espletate sui campioni prelevati nei sondaggi S6, S7 ed S8 sono riportati nella tabella a seguire.

LABORATORIO GEOMECCANICO VIA CORPO ITALIANO DI LIBERAZIONE, n° 42 - 61100 PESARO

COMMITTENTE GEOTRIVELL
CANTIERE ISEARNIA

COMMESSA 330

TABELLA RIASSUNTIVA

SONDAGGIO	n	SL1	SL2	SL2	SL5	SL5	SL6	SL6	SL7	SL7	SL8	SL8	SL10	SL10	SL13	SL13
CAMPIONE	n	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PROFONDITA'	da mt a mt	20,00 20,40	16,50 17,00	21,50 22,00	16,00 16,50	20,50 21,00	3,00 3,60	14,50 15,00	6,00 6,60	17,50 18,00	7,00 7,60	11,50 12,10	10,00 10,40	14,60 15,00	7,00 7,40	17,50 18,00
CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE																
Umidità naturale	[W _n] (%)	32,2	40,1	27,7	28,4	29,1	48,2	23,5	34,3	24,4	47,9	32,9	36,9	28,0	24,2	24,3
Peso di volume	[γ _v] (gr/cm ³)	1,875	1,814	1,906	1,895	1,978	1,735	1,925	1,858	1,990	1,715	1,888	1,806	1,941	1,906	2,002
Densità secca	[γ _d] (gr/cm ³)	1,418	1,294	1,492	1,476	1,532	1,170	1,559	1,384	1,599	1,160	1,420	1,320	1,517	1,535	1,611
Peso specifico dei grani	[G _s] (gr/cm ³)	2,677	2,772		2,723		2,792		2,785		2,752		2,691		2,765	
Indice dei vuoti	[e] (-)	0,888	1,141		0,845		1,385		1,013		1,372		1,039		0,801	
Porosità	[n] (%)	47,0	53,3		45,8		58,1		50,3		57,8		50,9		44,5	
Umidità di saturazione	[W _s] (%)	33,2	41,2		31,0		49,7		36,4		49,9		38,6		29,0	
Grado di saturazione	[S] (%)	97,1	97,5		91,6		97,2		94,2		96,1		95,5		83,4	
CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE																
Ghiala	[G] (%)	0,1	0,0	6,3	0,0	3,5	16,9	6,2	0,0	1,0	0,1	0,0	0,2	0,0	12,1	11,6
Sabbia	[S] (%)	1,9	0,9	5,2	5,2	6,2	16,1	3,5	0,8	10,5	10,2	5,8	8,8	0,2	11,9	8,7
Limo	[L] (%)	74,0	81,7	71,9	57,1	49,0	58,5	35,0	47,5	80,8	83,5	78,4	72,1	55,3	44,7	44,8
Argilla	[A] (%)	24,0	17,4	16,6	37,7	41,3	8,5	55,3	51,7	7,7	6,2	15,8	18,9	44,5	31,3	34,9
Passante a 2,000	[-] (%)	99,9	100,0	93,7	100,0	96,5	83,1	93,8	100,0	99,0	99,9	100,0	99,8	100,0	87,9	88,4
Passante a 0,420	[-] (%)	99,2	99,7	90,8	98,0	93,5	75,7	91,3	99,9	94,1	96,1	99,8	95,4	100,0	79,8	85,1
Passante a 0,074	[-] (%)	98,0	99,1	88,5	94,8	90,3	67,0	90,3	99,2	88,5	89,8	94,2	91,0	99,8	76,0	79,6
LIMITI DI ATTERBERG																
Limite Liquido	[LL] (%)	59,1	70,5	50,6	69,0	70,1	66,5	64,2	72,1	42,1	63,4	59,6	65,4	63,7	64,9	53,3
Indice Plastico	[IP] (%)	29,7	39,4	27,2	40,2	45,1	19,9	37,5	40,4	21,8	27,1	31,9	28,9	31,5	34,6	26,6
Indice di consistenza	[Ic] (-)	0,91	0,77	0,84	1,01	0,91	0,91	1,08	0,94	0,81	0,57	0,84	0,99	1,14	1,18	1,09
CLASSIFICAZIONE	USCS	CH	CH	CH	CH	CH	MH	CH	CH	CL	MH	CH	MH	MH	CH	CH
	CNR-UNI 10006	A7-6	A7-5	A7-6	A7-6	A7-6	A7-5	A7-6	A7-5	A7-6	A7-5	A7-6	A7-5	A7-5	A7-5	A7-6
COMPRESSIONE ELL																
Carico di rottura	[Q _d] (kg/cm ²)	1,93	2,74		3,79		2,26		2,30		2,70		2,57		2,58	
Deformazione a rottura	[ε _r] (%)	11,40	4,80		3,35		2,80		1,87		7,74		3,14		5,30	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO																
Coesione Intercetta	[c] (kg/cm ²)	0,13	0,36		0,47		0,22		0,39		0,32		0,40		0,22	
Angolo di resistenza al taglio	[φ] (gradi)	22,78	25,76		23,51		31,95		21,18		27,14		28,48		24,23	
PROVA EDOMETRICA																
Grafico sforzo-deformazione																
Carico di preconsolidazione	[σ' ₁] (kg/cm ²)	1,9	6,8		6,9		4,9		6,5		5,2		5,7		4,1	
Mod. Edo. [σ' ₁ ~25-5 kg/cm ²]	[E] (kg/cm ²)	99,8	249,8		249,8		124,9		124,7		83,1		110,6		499,5	
Mod. Edo. [σ' ₁ ~5-1 kg/cm ²]	[E] (kg/cm ²)						124,6		55,3		62,1		95,5		332,8	
Mod. Edo. [σ' ₁ ~1-2 kg/cm ²]	[E] (kg/cm ²)	44,9	124,4		284,7		73,6		73,1		74,4		139,2		132,9	
Grafico cedimento-tempo																
Coeff. Compress. [σ' ₁ ~2-4 kg/cm ²]	[C _v] (cm ² /sec)	1,7E-04	1,2E-03				1,7E-03		6,8E-04		1,6E-03		2,2E-03		2,7E-04	
Coeff. Compress. [σ' ₁ ~4-8 kg/cm ²]	[C _v] (cm ² /sec)				6,8E-04											

(*) PROVA ESEGUITA IN UNA PARTE DI CAMPIONE PRIVA DI INCLUSI

TABELLA RIASSUNTIVA

7.5 Indagini sismiche

I tre sondaggi individuati con la numerazione 6,7,8 sono stati oggetto di misurazione attraverso la realizzazione di prove sismiche in foro del tipo Dow Hole.

Per i siti considerati le prospezioni sismiche down-hole presentano valori di V_{s30} variabili da 325 m/s a 482 m/s (NTC 2008), corrispondenti cioè a terreni classificati nelle categorie B e C :

S 6 V_s 348,62 Cat. Di Suolo C Amplificazione (a/g) 3,62

S 7 V_s 415,78 Cat. Di Suolo B Amplificazione (a/g) 1,88 3,31

S 8 V_s 401,43 Cat. Di Suolo B Amplificazione (a/g) 2,87 2,97

A seguito degli intervenuti aggiornamenti alla Norme Tecniche delle Costruzioni nella versione NTC 2019, si è proceduto alla valutazione delle Velocità Equivalenti delle onde di taglio, ottenendo i seguenti risultati:

S 6 V_{eq} = 362 Cat. Di Suolo B

S 7 V_{eq} = 406 Cat. Di Suolo B

S 8 V_{eq} = 349 Cat. Di Suolo C

Ulteriori considerazioni sulle frequenze al suolo e sulla scelta del modello sismico di riferimento sono contenute nello specifico elaborato relativo alla **Risposta Sismica Locale**., laddove le risultanze delle Dh sono state verificate con le NTC 2018.

Dalla lettura delle note a corredo degli elaborati relativi alla Microzonazione sismica del territorio Comunale editati dalla regione Molise si rileva come “le nove zone stabili suscettibili di amplificazioni sono caratterizzate da spessori maggiori di 3 metri di depositi di copertura i quali possono apportare delle amplificazioni delle onde sismiche “

In particolare l'area specifica si individua nella porzione di territorio classificata come . Zona 1: corrispondente alle aree in cui affiorano i terreni di copertura CLin , con spessore variabile e che poggia direttamente sul substrato LPS lungo i bordi della depressione, mentre verso il centro poggia in continuità sui depositi lacustri del Pleistocene inferiore.

In particolare nell'ambito di tali studi sono state eseguite misure di vibrazioni sismiche ambientali aventi l'obiettivo di evidenziare la distribuzione della frequenza di risonanza nelle aree esaminate.

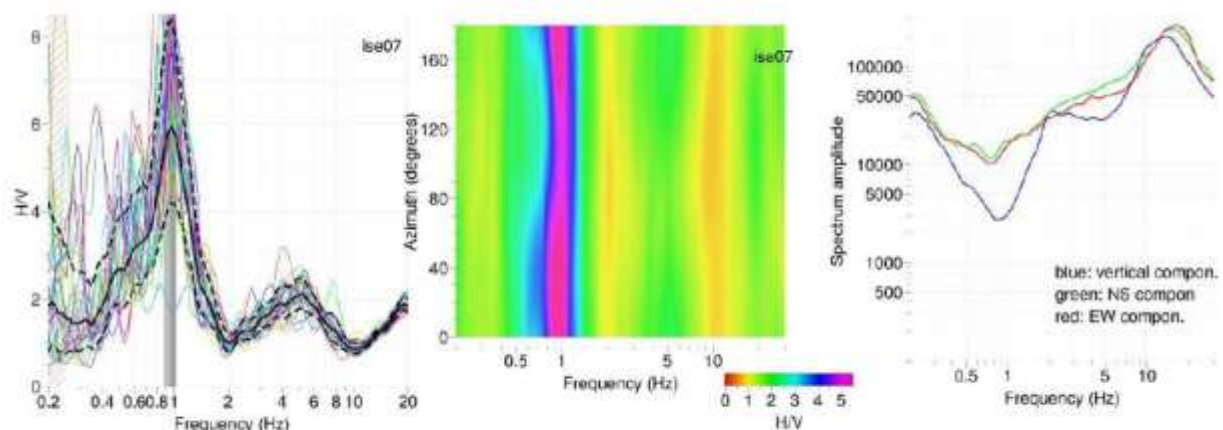
Nell'areale oggetto di studio, e' stata eseguita la misurazione individuata dalla sigla IS E7.



Queste misure geofisiche consistono in registrazioni delle vibrazioni ambientali tramite stazioni sismiche composte da acquisitori digitali a 24 bit e sensori a tre componenti.

Sono stati quindi calcolati i rapporti spettrali H/V degli spettri di Fourier relativi alle componenti orizzontali sulle verticali (HVNSR; Nakamura, 1989) per ogni misura di rumore. Le curve H/V consentono generalmente di stimare le frequenze di risonanza (f_0) del sottosuolo, per poi correlarle, con semplici assunzioni monodimensionali (1D), agli spessori e ai contrasti di velocità presenti.

Si ottengono così le curve H/V (media e media \pm deviazione standard) per l'area esaminata, con le risultanti frequenze di risonanza, riferite ai rapporti degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali e verticale delle registrazioni di vibrazioni sismiche ambientali. Sono inoltre riportati anche gli spettri di Fourier direzionali e gli spettri di Fourier delle singole componenti del moto.



8. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

8.1 Aspetti geomorfologici e geologici

L'edificio scolastico che ospita la scuola media Giovanni XXIII è ubicato immediatamente a monte del nucleo storico dell'abitato

Tale ambito si colloca lungo il crinale su cui ha avuto luogo il nuovo sviluppo urbanistico d'Isernia. L'edificio scolastico, infatti, è ubicato in un'area a blanda morfologia, immediatamente a ridosso di una scarpata sviluppata secondo un'inclinazione media di 20°, che si eleva da una quota basale di m 340 fino a raggiungere una quota di 430 m.

La morfologia, pur se quasi completamente trasformata e modificata dalla forte antropizzazione ed urbanizzazione dell'area è contraddistinta da una blanda inclinazione dell'ordine dei 5-10°, che si mantiene grossomodo costante lungo tutta l'area d'interesse ed è interrotta solo da modesti sbancamenti e/o pareggiamenti di origine antropica, connessi all'edificazione ed alla urbanizzazione.

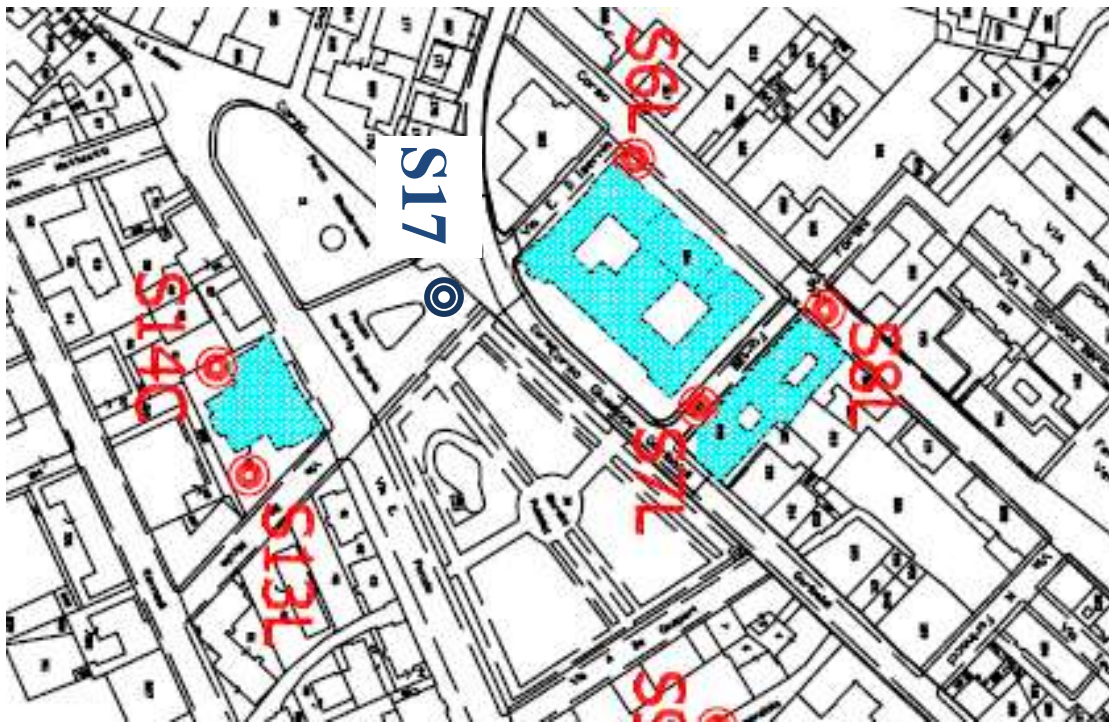
Globalmente l'area manifesta un aspetto stabile sia dal punto di vista della dinamica da frana, sia in riferimento a fenomeni ascrivibili ad erosione concentrata o ruscellamento selvaggio.

L'assetto litologico e strutturale del sito è contraddistinto dalla presenza di formazioni quaternarie continentali, di origine alluvionale.

In prossimità dei vertici dell'edificio scolastico Giovanni XXIII, sono stati realizzati n. 4 sondaggi geognostici, di cui 3 spinti fino a profondità di 30 m indicati con le sigle S6L S7L e S8L ed uno a 20 mt dal p.c, indicato con la sigla S17.

Dalle stratigrafie è emersa la soggiacenza, al di sotto di una prima coltre superficiale di riporto e terreno vegetale, di un consistente livello di terreni alluvionali fini, inframmezzato ad orizzonti alluvionali grossolani con spessore decimetrico.

I terreni alluvionali fini si compongono di livelli pelitici limo-sabbiosi e limo argillosi con fitta presenza di inclusi clasti e diffusa distribuzione di frustoli carboniosi di media consistenza, mentre i terreni alluvionali grossolani inglobano di livelli ghiaiosi, ghiaioso-ciottolosi in abbondante matrice limo-sabbiosa, a variabile grado di addensamento.



Ubicazione Indagini

Le due unità litotecniche sono state riscontrate nelle verticali di sondaggio, a profondità differente e con spessore variabile. Ciò attesta una disposizione stratigrafica irregolare e lenticolare, con assenza di cavità sotterranee o anfrattuosità naturali, con frequenti variazioni latero-verticali.

Al di sotto di tale unità menzionata, lungo la verticale di perforazione S7L, a partire da una progressiva di circa 25.8 m è stata riscontrata, in discordanza angolare, l'esistenza di una formazione argillosa da consistente molto consistente, che costituisce il substrato basale di riferimento, mentre nel sondaggio S17 la formazione di base si rinviene invece a circa 19 mt dal p.c

Sotto il profilo idrologico, l'area è caratterizzata da una blanda pendenza, che unitamente al sistema artificiale di raccolta e regimazione delle acque superficiali facilita il rapido allontanamento delle acque di precipitazione ed evita il verificarsi di ristagni idrici e fenomeni di impaludamento.

Il substrato afferisce al complesso idrogeologico "alluvionale" sulla base delle caratteristiche litologiche e giaciture, della permeabilità relativa, in relazione al deflusso delle acque e alla capacità di ritenzione idrica.

Il complesso ingloba livelli pelitici e livelli granulari. La permeabilità, per porosità primaria, presenta delle variazioni dovute alla diversa granulometria; comunque, essendo percentualmente prevalente la frazione fine, il coefficiente di permeabilità verticale risente della bassa permeabilità di tali terreni, attestandosi su valori medi dell'ordine dei $10^{-6} \div 10^{-8}$ cm/sec.



Affioramenti lungo il versante sottostante la ex Prefettura

Nel corso dei sondaggi geognostici non è stato intercettato alcun livello idrico significativo e continuo, ma solo modesti ristagni idrici allocati nei livelletti granulari più superficiali.

8.2 Modello Geologico del sottosuolo

Sulla scorta dei diversi dati acquisiti, delle indagini eseguite e delle informazioni bibliografiche relative ai terreni dell'area periziata, sono stati definiti i vari parametri geo-meccanici e fisico-volumetrici caratteristici dei terreni rientranti nel volume significativo.

Il modello parametrizzato esprime una semplificazione della reale sequenza lito-meccanica considerando per i vari orizzonti valori medio rappresentativi in condizioni di stratigrafia piano parallela.

Tale condizione può essere ritenuta valida per il volume significativo intesa come la porzione di spazio interessata e/o interessabile direttamente ed indirettamente dall'opera.

Lo schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei vari orizzonti è illustrato nelle sezioni riportate in allegato.

8.3 Caratterizzazione Geotecnica e Fisico-Meccanica

Il substrato di immediato interesse è composto in prevalenza da unità litotecniche alluvionali-fluviolacustri, contraddistinte dai parametri geotecnici e fisico-meccanici elencati di seguito.

I valori tabulati sono stati oculatamente mediati riferendosi ai dati delle prove SPT ed alle prove di indice manuale eseguite in corso di perforazione.

In particolare, nel corso delle perforazioni citate, sono state eseguite, per ogni perforazione, rispettivamente n. 32 prove SPT. Inoltre sono stati globalmente prelevati n. 8 campioni indisturbati di terreno, qualità Q5, a mezzo campionatore Shelby. La profondità di campionamento è stata scelta in corso d'opera in funzione della sia della variabilità litologica riscontrata, sia con la finalità di ottenere un'accurata rappresentatività verticali dei dati geotecnica. I perfori sono stati attrezzati per l'esecuzione della prova down hole.

Unità litotecnica 1

Riporti e terreni vegetali: argilla poco consistente e frammenti di laterizi e fridi edilizi (a), poggianti su una coltre, di spessore variabile, di terreni vegetali a granulometria limo - sabbiosa (b) poco consistente .

$\gamma_n = 1.3 \div 1.5 \text{ t/mc}$ (peso per unità di volume)
 $\varphi' = 15^\circ \div 20^\circ$ (angolo d'attrito)
 $c' = 0.0 \div 0.8 \text{ t/mq}$ (coesione)
 $Dr = 20 \div 40 \%$ (densità relativa)
 $k = 10^{-2} \div 10^{-4} \text{ cm/s}$ (coefficiente di permeabilità)

Unità litotecnica 2

Terreni alluvionali e fluvio-lacustri (fini): terreni a granulometria limo-sabbiosa e limo argillosa consistenti con frequenti livelletti granulari; presenza, non omogenea, di minuti clasti poligenici e frustoli carboniosi.

$\gamma_n = 1.7 \div 2.0 \text{ t/mc}$ (peso per unità di volume)
 $\varphi' = 25^\circ \div 28^\circ$ (angolo d'attrito)
 $c' = 2.0 \div 3.0 \text{ t/mq}$ (coesione)
 $w = 30 \div 50 \%$ (umidità)
 $Sr = 90 \div 100 \%$ (grado di saturazione)
 $k = 10^{-6} \div 10^{-8} \text{ cm/s}$ (coefficiente di permeabilità)

Unità litotecnica 3

Terreni alluvionali (grossolani): materiale ghiaioso e ciottoloso eterometrico (diam. max 6 cm) di forma prevalentemente arrotondata, con abbondante matrice (40%) limo-sabbiosa.

$\gamma_n = 1.8 \div 2.0 \text{ t/mc}$ (peso per unità di volume)
 $\varphi' = 28^\circ \div 30^\circ$ (angolo d'attrito) $c' = 0.0 \div 0.5 \text{ t/mq}$ (coesione)
 $Dr = 70 \div 80 \%$ (densità relativa)
 $k = 10^{-3} \div 10^{-4} \text{ cm/s}$ (coefficiente di permeabilità)

Unità litotecnica 4

Substrato argilloso: argilla e argilla debolmente marnosa colore grigio-azzurro con venature verdastre, da consistente a molto consistente.

$\gamma_n = 1.9 \div 2.1 \text{ t/mc}$ (peso per unità di volume)
 $\varphi' = 30^\circ \div 32^\circ$ (angolo d'attrito)
 $c' = 2.2 \div 3.0 \text{ t/mq}$ (coesione)
 $Sr = 80 \div 90 \%$ (grado di saturazione)
 $k = 10^{-8} \div 10^{-9} \text{ cm/s}$ (coefficiente di permeabilità)

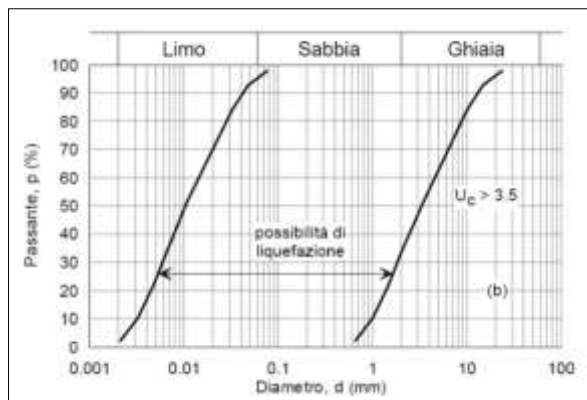
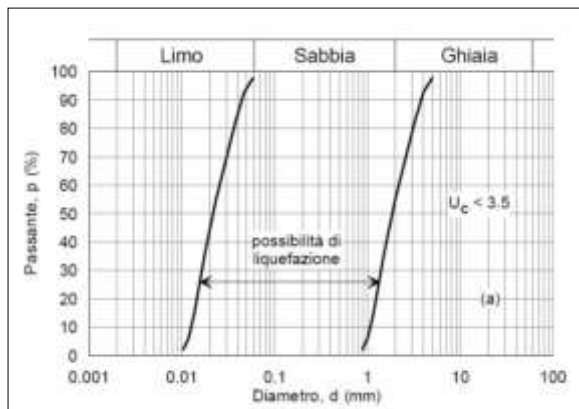
8.4 Verifica a liquefazione

Il sito d'interesse a seguito delle indagini eseguite e dei rilievi svolti, può definirsi stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumuli di deformazioni plastiche in

terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (§7.11.3.4 NTC).

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Eventi sismici attesi di Magnitudo M inferiore a 5.
- Accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c. per p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1n} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa e qc_{1n} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 Kpa.
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure seguenti, nel caso rispettivamente di terreni con coefficiente di uniformità U_c minore e maggiore di 3,5.



Quando nessuna delle condizioni sopra elencate risulti soddisfatta e il terreno comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Nel caso specifico, si è omessa la verifica a liquefazione poiché:

si riscontra un'assenza di falda significativa oltre i 20 metri dal p.c.;

alla luce delle prove penetrometriche acquisite si sono registrati valori di colpi molto elevati;

da ciò emerge che dalla determinazione della sequenza litostratigrafica e litotecnica non ricorrono le condizioni di potenziale liquefazione dei terreni.

La caratterizzazione dei terreni dal punto di vista sismico e' invece oggetto della relazione sulla pericolosità sismica di base, allegata alla presente

9. CONSIDERAZIONI DI SINTESI

Le previsioni edilizie in progetto sono state valutate secondo il grado di approfondimento previsto dalla normativa vigente, e risultano eseguibili senza particolari limitazioni di fattibilità geologica.

Dai dati relativi alla campagna di indagini geognostiche e sismiche in sito, sono emersi un modello geologico - tecnico e geotecnico che presentano nel complesso proprietà variabili, sia in funzione della profondità che in funzione della posizione.

L'analisi clivometrica dell'area ha evidenziato come la zona di intervento sia caratterizzata da pendenze blande, con percentuali stimabili inferiori al 10 %.

Si omette la verifica di stabilità del pendio in quanto il sito di indagine è localizzato in una zona stabile, a pendenza lieve nella quale attualmente non sono stati riconosciuti segni di dissesto in atto e/o potenziali e le caratteristiche geostrutturali, litodinamiche, idrogeologiche e geologico-tecniche dei terreni indagati mediante prove in sito sono tali da escludere una ulteriore verifica di stabilità mediante analisi di calcolo.

Si rammenta inoltre che l'area di diretto interesse ricade esternamente alle zone perimetrate dalla autorità di bacino competente e pertanto in un'area ritenuta stabile.

In sintesi risulta possibile affermare che :

- Non emergono nell'area di studio elementi fisici di rilevante interesse geologico, stratigrafico e geomorfologico tali da pregiudicare la realizzazione del progetto e la stabilità dell'area interessata;
- L'analisi del rischio idrogeologico è da ritenersi di modesta rilevanza in quanto eventuali falde idriche sotterranee si attestano a profondità maggiori dei 25 metri dal p.c.
- Il substrato afferisce al complesso idrogeologico "alluvionale" sulla base delle caratteristiche litologiche e giaciture, della permeabilità relativa, in relazione al deflusso delle acque e alla capacità di ritenzione idrica.
- Il complesso ingloba livelli pelitici e livelli granulari. La permeabilità, per porosità primaria, presenta delle variazioni dovute alla diversa granulometria; comunque, essendo percentualmente prevalente la frazione fine, il coefficiente di permeabilità verticale risente della bassa permeabilità di tali terreni, attestandosi su valori medi dell'ordine dei $10^{-6} \div 10^{-8}$ cm/sec.

- Nel corso dei sondaggi geognostici non è stato intercettato alcun livello idrico significativo e continuo, ma solo modesti ristagni idrici allocati nei livelletti granulari più superficiali.
- Per quanto concerne la stabilità, si è evidenziata la stabilità della intera area oggetto di studio e l'assenza di cavità naturali o artificiali; la stabilità è pertanto legata esclusivamente ai carichi trasmessi al terreno di fondazione.
- Dal punto di vista sismico, il sito, seguendo i dettami della precedente normativa aggiornata, si colloca in area con sismicità medio-alta. In base alla recente Normativa, sulla base dei valori N_{spt} e di prove sismiche eseguite, **si determina una classificazione della categoria di sottosuolo “C”**.

10. CONCLUSIONI

La conoscenza degli aspetti geologici , fondamentale ai fini della realizzazione degli interventi strutturali di progetto , e' stata compiutamente rappresentata e descritta. In riferimento alle NTC 2018 il Cap. 8 – costruzioni esistenti – affronta la problematica definendo i criteri generali sia per la valutazione della sicurezza e sia per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti , in particolare prescrive , ai fini della valutazione della sicurezza dell'opera, che la verifica in fondazione deve essere fatta “qualora sussistano condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;
- siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;
- siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto”

“Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, si farà riferimento alla documentazione disponibile e si potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo qualora, a giudizio esplicitamente motivato del professionista incaricato, sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le valutazioni precedenti”.

Nel caso specifico sono stati acquisiti i risultati della campagna indagini espletata a corredo dello studio di Vulnerabilità, integrata dai risultati delle indagini espletate a corredo del Piano Regolatore Generale, che complessivamente coprono i quattro

spigoli del fabbricato e consentono di fornire un quadro geologico completo ed esaustivo.

Si ricorda inoltre che le NTC 2018 chiariscono che “nella definizione dei modelli strutturali necessari per la valutazione della sicurezza dell’opera, si dovrà considerare che sono conoscibili, con un livello di approfondimento che dipende dalla documentazione disponibile e dalla qualità ed estensione delle indagini che vengono svolte, le seguenti caratteristiche:

- la geometria e i particolari costruttivi;
- Le proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni;
- i carichi permanenti.”

Riguardo la progettazione degli interventi sul costruito infatti le NTC 2018, a differenza delle NTC 2008, prevedono la verifica d’idoneità del sistema di fondazione anche per gli interventi non strutturali ovvero “Per gli interventi di miglioramento e di adeguamento l’esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione in base ai criteri indicati nel capitolo 8. (sopra riportati)”.

La motivazione che il progettista è tenuto a dare, in caso di esclusione di provvedimenti in fondazione, dovrà essere basata su un’effettiva conoscenza delle condizioni del sottosuolo e di un ambito geomorfologico significativo all’opera e potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo ove sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le necessarie valutazioni sulla idoneità del sistema di fondazione.

In caso contrario si dovrà procedere con indagini specifiche, esattamente come previsto per le nuove costruzioni, laddove la Circolare , per quanto attiene la Progettazione Geotecnica chiarisce che :

La caratterizzazione e modellazione geologica del sito è propedeutica all’impostazione della progettazione geotecnica, soprattutto quando si tratti di opere infrastrutturali a grande sviluppo lineare o che investano aree molto estese; esse derivano da studi geologici, basati anche sugli esiti di specifiche indagini.

La prima fase della progettazione geotecnica riguarda le scelte tipologiche (ad esempio il sistema di fondazione) e la pianificazione delle indagini e delle prove per la caratterizzazione meccanica di terreni o rocce compresi nel volume significativo, definito nel § 3.2.2 delle NTC; indagini geotecniche, stati limite e metodi di analisi sono intrinsecamente connessi.

La caratterizzazione meccanica dei terreni deve infatti tenere conto del loro carattere tipicamente non lineare, anche a piccole deformazioni, del possibile comportamento

fragile, della dipendenza dai percorsi tensionali, degli effetti di scala così come delle fasi costruttive e delle modalità esecutive.

È dunque compito e responsabilità del progettista definire il piano delle indagini geotecniche e, sulla base dei risultati ottenuti, individuare i modelli geotecnici di sottosuolo più appropriati alla tipologia di opera e/o intervento, tenendo conto delle tecnologie e delle modalità costruttive previste.

In definitiva, alla luce degli studi geologici, il progettista definisce le scelte tipologiche dell'opera, i materiali da costruzione, le modalità e le fasi esecutive, programma le indagini geotecniche per stabilire i modelli geotecnici di sottosuolo ed effettua le verifiche agli stati limite; *se ritenuti necessari a questi fini può richiedere approfondimenti dello studio geologico con ulteriori indagini e accertamenti che concorrano a una migliore definizione del modello geologico.*

Pur concorrendo entrambe alla progettazione di un'opera, *le indagini per la definizione del modello geologico e le indagini geotecniche sono concettualmente diverse tra loro sia perché interessano generalmente aree e volumi diversi, sia perché hanno finalità diverse.*

Le prime, infatti, riguardano aree e volumi di sottosuolo più ampi e sono finalizzate alla definizione del modello geologico. *Le seconde interessano generalmente aree e volumi più ridotti (i volumi significativi) e sono finalizzate alla definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo specifici per la singola opera e/o per parti di essa, che comprendono l'identificazione e la valutazione quantitativa dei parametri geotecnici necessari alle relative verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio.*

Definito il quadro geologico di riferimento, le indagini geotecniche, logicamente consequenziali, sono programmate dal progettista sulla base della conoscenza dell'opera e dei suoi possibili stati limite.

Stante tali premesse, dal punto di vista relativo al modello geologico si è rilevato che non sussistono situazioni geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche e sismiche che possano compromettere l'idoneità del sito ad accogliere l'opera ed il suo intervento di ristrutturazione e messa in sicurezza. Si resta a disposizione del progettista per eventuali necessità di approfondimenti geognostici specifici relativamente al quadro geotecnico di dettaglio

Tanto per incarico ricevuto

Isernia, luglio 2019

