

# COMUNE DI FALERNA

PROV. CATANZARO

Sostituzione Edilizia dell'Istituto Scolastico "Sec. I -  
Falerna M." mediante demolizione e ricostruzione

ELABORATO: RELAZIONE GEOLOGICA

**Il Geologo**  
**Dott. Giuseppe Vecchio**



*Riservato all'ufficio*

*C.da Fangiano – Nocera Terinese (cz) – Tel. 0968/921037*

**~ INDICE ~**

~ PREMESSA ~ .....	2
~ VINCOLI RICADENTI NELL'AREA DI STUDIO ~ .....	6
~ LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI ~ .....	7
~ INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA ~ .....	11
Inquadramento geomorfologico del sito.....	13
~ CAMPAGNA GEOGNOSTICA~ .....	17
Sondaggi meccanici.....	17
~ CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA~ .....	19
~ CONCLUSIONI ~ .....	21

## ~ **PREMESSA** ~

Lo studio geomorfologico e geologico cui si riferisce la presente relazione, rientra nell'ambito del progetto "Sostituzione Edilizia dell'Istituto Scolastico "Sec. I - Falerna M." mediante demolizione e ricostruzione".

In particolare lo scopo è quello di accertare, verificare e definire la situazione geo-litologica, stratigrafica ed idrogeologica, nonché i lineamenti e le condizioni geomorfologiche.

L'area in esame ricade nel territorio comunale di Falerna tra via Timpone Castiglione e la via dei Normanni, a monte dell'autostrada Salerno-Reggio, in località Falerna Marina.

Lo studio è articolato in due sezioni:

la prima consiste nell'elaborazione della "relazione geologica" che mira alla caratterizzazione geologica del sito e di una zona estesa ad un intorno significativo, in relazione al contesto geomorfologico in cui questo si colloca; la seconda riguarda invece la stesura dei vari elaborati cartografici.

L'indagine si articola nelle seguenti fasi:

- Acquisizione di materiale bibliografico (PSC, precedenti studi ed indagini sul territorio);
- Analisi aerofotogrammetrica delle condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio;
- Consultazione della cartografia geologica esistente e del P.A.I. regionale;
- Rilievo di campagna esteso anche alle aree limitrofe al fine di avere un quadro generale sulle tendenze morfo-evolutive dell'area;
- Indagini in situ secondo quanto previsto dall'art.11 della L.R. n.7/1998.

In particolare l'indagine ha lo scopo di definire il modello geologico generale e locale, nonché la successione stratigrafica, le caratteristiche morfologiche e idrologiche dei terreni presenti nella zona e di un'area sufficientemente ampia.

Per la definizione di dettaglio della successione stratigrafica del terreno, per la caratterizzazione geomorfologica del territorio, per risalire alle caratteristiche geotecniche dei terreni di sedime, si fa riferimento ad un sondaggio a carotaggio continuo con relative S.P.T. eseguito per il progetto di realizzazione di una struttura sportiva situata in prossimità del sito oggetto di studio.

Rilievi sul terreno, unitamente alle informazioni di carattere bibliografico acquisite, dedotte dalla consultazione della Carta Geologica d'Italia - scala 1:25.000 – (Castiglione) hanno permesso di chiarire la situazione geologica di superficie e di definire i caratteri geomorfologici del sito in oggetto.

La relazione è redatta in conformità con quanto prescritto dalle norme di settore nazionali e regionali, ovvero:

- Legge sismica 02-02-1974 n. 64
- AGI-Associazione Geotecnica Italiana. Raccomandazioni sulla programmazione e esecuzione delle indagini geotecniche, 1977
- D.M. del 24/01/1986
- Decreto del Ministero LL. PP. 11-03-88
- AGI-Associazione Geotecnica Italiana. Raccomandazioni sulle prove Geotecniche di laboratorio, 1994
- Legge 11.02.1994 n. 109 Legge quadro
- D.M.LL.PP. 16.1.96. Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- DPR 554/1999 Regolamento d'attuazione dell'art. 3 L.109/1994
- LEGGE REGIONALE 27 aprile 1998, n. 7, Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della Legge 10 dicembre 1981, n. 741.
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (D.L. 180/98) redatto dall'Autorità di Bacino Regionale e approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n°115 del 28/12/2001
- DPR n.328 del 5.06.2001, Regolamento attuativo dell'art.1, comma 18 della legge 4/99
- Legge regionale in materia di pianificazione LR 19/2002

- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/3/2003
- Legge Regionale n. 10 del 14-07-2003 Norme in materia di aree protette
- OPCM n.3316: Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza PCM n.3274 del 20.03.03
- OPCM n.3431 del 03.05.2005
- O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"
- Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2018
- Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche di Costruzione Circolare n.617 del 2.2.2009 (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale).
- Nuovo Regolamento Regionale n. 7 del 28/06/2012 "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla legge regionale n. 35 del 19 ottobre 2009
- L.R. n.35 del 10 agosto 2012 "Modifiche ed integrazioni alla L.R.19/2002
- R.R. n.2 del 19/03/2013 "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla L.R. n. 35/2009 e R.R. n. 7/2012"

**Allegati**

Tutti i dati raccolti ed analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

- All 1 - Corografia
- All 2 - Carta geologica
- All 3 - Carta geomorfologica
- All 4 - Carta Idrogeologica
- All 5 - Interferenze PAI
- All 6 - Carta dei vincoli geologici
- All 7 - Carta della pericolosità sismica
- All 8 - Ubicazione indagini geognostiche
- All 9 - Sondaggi geognostici

### ~ VINCOLI RICADENTI NELL'AREA DI STUDIO ~

Uno strumento normativo e di pianificazione vigente in Calabria è rappresentato dal **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**, redatto ai sensi della L. 365/2000, della L. 183/89 e della L. 267/98. Con tale strumento, l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) è stato approvato con Delibera di Consiglio Regionale n. 115 del 28.12.2001, "DL 180/98 e successive modificazioni.

Il P.A.I. raggruppa le situazioni di rischio in tre categorie:

- rischio di frana;
- rischio di inondazione;
- rischio di erosione costiera.

Per ciascuna categoria di rischio, sono definiti quattro livelli:

- R4: rischio molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio – economiche;
- R3: rischio elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio – economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- R2: rischio medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R1: rischio moderato, per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.

Dall'analisi delle interferenze con la cartografia allegata al P.A.I. emerge che l'area in esame non è interessata dal rischio geomorfologico legato a movimenti franosi, mentre il torrente Grima collocato a circa 300 metri dal sito è interessato da un'area di attenzione a rischio idraulico.

## ~ LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI ~

La complessità geologica della Calabria è imputabile alla tormentata storia tettonica della regione; la sua struttura è costituita essenzialmente da una serie di falde cristalline denominate nell'insieme Arco Calabro e derivante dalla deformazione della crosta oceanica e continentale.

Per quanto riguarda l'assetto geologico, l'unità, conosciuta in letteratura con il nome di Arco Calabro Peloritano, costituisce l'elemento di congiunzione tra il sistema orogenetico alpino-appenninico a Nord e la catena siciliano maghrebide a Sud. Le conoscenze geologiche e le principali ipotesi genetico-evolutive, sono state espresse, fino alla prima metà del secolo, da autori quali Quitzow (1935) e Staub (1951); da qui fino ai primi anni settanta si sono affermati i lavori di autori francesi con Glangeaud (1952) e successivamente con Caire et al. (1960), Grandjacquet et al. (1961), Glangeaud et al. (1962) e Dubois (1970), i quali consideravano le coltri calabresi come un fronte africano sovrascorso verso Nord su un dominio appenninico. Una variante a tale modello è quella proposta nella sintesi di Ogniben (1973) e di Amodio Morelli et al. (1976) i quali riconoscono nella Calabria centro-settentrionale la sovrapposizione della catena alpina s.s., sui domini appenninici costituiti da piattaforme carbonatiche e da bacini interposti. Infatti, a Nord del 39° parallelo, le unità tettonicamente più alte sono costituite da terreni cristallino-metamorfici di età paleozoica, derivati da crosta continentale e da unità ofiolitifere, ad affinità alpina. Le unità metamorfiche calabre sono accavallate sopra depositi prevalentemente carbonatici non metamorfici o debolmente metamorfici, riconducibili alla piattaforma campano-lucana (Amodio Morelli et al., 1976) e affioranti in alcune finestre tettoniche (Monte Cocuzzo, Monte Gono, Lamezia Terme) fino alla latitudine di Catanzaro.

Nel Tortoniano superiore, in seguito all'apertura del bacino tirrenico, l'Arco Calabro diventa un elemento strutturale indipendente, sia rispetto all'Appennino meridionale a Nord che al blocco siculo-maghrebide a Sud. Infatti, è stato soggetto ad una dinamica prevalentemente estensionale che



ne ha causato il distacco dal Massiccio Sardo-Corso (Amodio Morelli et al., 1976) e la rapida traslazione verso Sud-Est.

Ad oriente dell'Arco Calabro si estende l'area oceanica ionica, datata ad oltre 60 milioni di anni (Ferrucci et al., 1991) e in buona parte consumata sotto l'edificio calabro tra il Messiniano e il Pleistocene inferiore (Patacca & Scandone, 1989, Sartori, 1989, Patacca et al., 1993).

I confini dell'Arco Calabro sono tradizionalmente identificati con i grandi binari trascorrenti, rispettivamente sinistro e destro, della linea del Pollino a Nord-Est e della linea di Taormina a Sud-Ovest. In particolare, la zona di taglio del Pollino, posta al margine settentrionale dell'Arco Calabro, costituisce una struttura trasversale a sviluppo regionale che si estende con direzione media 120° N -130°E da Francavilla M. (sul versante ionico della Calabria) a Lauria, e circa E-W da Lauria a Maratea (sulla costa tirrenica della Basilicata). Si tratta di un complesso fascio di dislocazioni attive fino al Pleistocene Medio (Ghisetti & Vezzani, 1982).

L'ultima fase di costruzione dell'Arco Calabro inizia, però, verso la fine del Pleistocene inferiore in concomitanza con il verificarsi di alcuni eventi geologici importanti: in questo periodo iniziano a formarsi gli edifici vulcanici attuali dell'Etna e delle Isole Eolie, si attivano i vulcani sottomarini di Palinuro e Marsili, la linea di Palinuro si sostituisce alla linea del Pollino quale svincolo settentrionale della microplacca calabra, mentre la direzione di trasporto tettonico passa da NW-SE a W-E.

Si sviluppano nuovi sistemi strutturali orientati circa N-S, tra cui il semigraben della Valle del Crati e le grandi faglie dirette che separano il Bacino Crotonese dal Massiccio della Sila. Inizia anche una forte serie di movimenti verticali che conducono rapidamente al sollevamento di tutta la regione fino alla sua attuale configurazione fisiografica. E' opportuno sottolineare che i movimenti di risalita da 2 a 4 mm annui in Sila e in Aspromonte, (Ruggeri, 1941; Erzenzinger et al., 1973; Ghisetti e Vezzani, 1982; Moretti, 1993)" coinvolgono tutte le strutture, comprese quelle che dovrebbero essere in relativa subsidenza come il Bacino del Crati.

L'Arco Calabro viene suddiviso in due settori separati tra loro da un allineamento strutturale poco a sud di Catanzaro che da Capo Vaticano, attraverso la valle del Mesima, si estende fino a Soverato.

I due settori presentano caratteristiche strutturali e stratigrafiche differenti ed inoltre si differenziano anche per la diversa storia evolutiva, infatti il settore settentrionale presenta un'unità ofiolitica ed un metamorfismo alpino nelle unità cristalline e unità appenniniche carbonatiche sottostanti alle unità cristalline; al contrario, il settore meridionale non presenta alcuna di queste caratteristiche, ma presenta una vergenza meridionale delle falde.

In particolare, il settore settentrionale è formato da una serie di falde rappresentate da rocce granitiche e da rocce metamorfiche ed ofiolitiche di alto e basso grado, che presentano piani di accavallamento e strutture caratterizzate da polarità europea. Tali falde si adagiano sulle unità carbonatiche appenniniche della Catena Costiera e del Pollino. Le unità cristalline riconosciute in tale settore sono cinque e vengono denominate:

- Unità del Frido che affiora un po' dovunque e si presenta costituita da metabasiti associate ad ofioliti a loro volta costituite da metabasalti e serpentiniti;
- Unità di Malvito con pillow-lavas sulle quali poggia una copertura di argille silicee, radiolariti, calcari marnosi e quarzoareniti;
- Unità di Bagni a basamento filladico, con intercalazioni di micascisti, metareniti e porfiroidi con una copertura costituita da dolomie, calcari torbiditici e radiolari (l'unità affiora in Sila Piccola e nell'alta Valle del Crati);
- Unità di Castagna rappresentata da micascisti a granato, paragneiss biotitici e gneiss occhialini;
- Infine l'unità tettonicamente più elevata è quella di Polia-Copanello che affiora nel massiccio silano ed è costituita da gneiss kinzigitici con intercalazioni di anfiboliti e mataperidotiti.

Nella zona orientale della Sila grande affiora invece l'Unità di Longobucco costituita da un basamento di filladi e da una copertura terrigena carbonatica.

Poggiano sull'edificio a falde, in maniera trasgressiva, i sedimenti marini e continentali del Tortoniano inferiore-Pliocene e del Pliocene medio superiore-Pleistocene.

Al settore meridionale afferiscono i rilievi delle Serre e dell'Aspromonte e, proseguendo in Sicilia, i Peloritani. Si tratta di una serie di coltri granitiche e metamorfiche che si sono sovrapposte con polarità meridionale. Le unità che si rinvenivano in tale settore sono:

- Unità di Longi-Taormina che rappresenta l'unità più profonda ed è costituita da un basamento e da una copertura sedimentaria terrigena ed affiora lungo il margine meridionale dei Peloritani;
- Unità di Mandanici che affiora nella porzione centrale dei Peloritani e nel settore meridionale dell'Aspromonte, l'unità è costituita da filladi, quarziti, calcascisti e metabasalti e da una copertura sedimentaria;
- Unità dell'Aspromonte rappresentata da paragneiss, micascisti con intercalazioni di anfiboliti e marmi, di età tardo-ercinica;
- Unità di Stilo affiora in posizione apicale nelle Serre meridionali e presenta un basamento costituito da paragneiss, micascisti e filladi ed una copertura costituita da una successione calcareo-dolomitica.

Sull'edificio a falde si deposita, tra l'Aquitano ed il Langhiano, la Formazione di Stilo-Capo d'Orlando costituita da una successione di torbiditi arenaceo-conglomeratiche e arenaceo-pelitiche e argille variegata scagliosa. Trasgressive poggiano sull'edificio le successioni del Tortoniano, del Pliocene inferiore e del Pliocene medio superiore-Pleistocene costituite da rocce sedimentarie evaporitiche e terrigene.

## **~ INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA ~**

### **Litologie**

L'area in esame ricade nella porzione mediana dell'Arco Calabro-Peloritano, elemento fortemente arcuato della catena orogenica perimediterranea, laddove l'edificio a falde, viene interrotto dalla stretta di Catanzaro. Le rocce che costituiscono l'Arco Calabro, nell'area in esame, sono essenzialmente quarziti e argilloscisti filladici, filladi e micascisti, ofioliti, gneiss.

Le quarziti si presentano molto compatte, a grana minuta, di colore variabile dal bianco-giallastro al verdastro. Sono costituite da un aggregato minuto di quarzo in scarso legante cloritico; in quantità del tutto secondarie sono presenti inoltre sericite e albite. In alcuni luoghi tale quarziti sono carbonatiche. A tali quarziti sono ripetutamente intercalati argilloscisti filladici a grana molto fine, di colore grigio scuro o grigio verdastro. Presentano foliazione sottile in relazione all'alternanza di sottili letti costituiti in prevalenza da quarzo con letti costituiti da sericite, clorite, e sostanze argillose.

Il complesso filladico affiora in maniera diffusa nell'area: il tipo litologico più comune in tale formazione è una fillade quarzifera grigiastra o grigio-verdastra che mostra a luoghi una fine alternanza di letti micacei con letti quarzosi. Sono presenti, sparsi ma abbondanti, noduli e lenti di quarzo bianco, paralleli e non alla scistosità. La scistosità è marcata e variabile: da piana a ondulata, a fittamente pieghettata.

Le rocce ultrabasiche sono quasi completamente serpentizzate con colore variabile dal verde al nerastro, i nuclei sono compatti mentre le parti più periferiche sono brecciate o addirittura laminate e in tali parti diventano ricche in carbonati. Localmente alle serpentine sono associati cloritoscisti a grana minuta e scisti actinolitici.

Gli scisti verdi sono composti prevalentemente da epidoto, clorite e quarzo. Sono rocce compatte e tenaci, a grana minuta e a superficie ruvida sulle fratture, hanno aspetto listato con alternanza di sottili livelli chiari e essenzialmente quarzoso-feldspatiche, con livelli verdi costituiti da epidoti, clorite, anfiboli.

Gli gneiss si presentano generalmente con contatto tettonico e risultano sovrastanti le filladi. Le rocce di questo gruppo sono per lo più costituite da scisti quarzoso-sericitici e quarzoso-muscovitici; occasionalmente da scisti biotitici o scisti feldspatico-muscovitici. Le rocce sono in genere caratterizzate da una grana estremamente minuta; anche la scistosità, generalmente molto regolare e spesso esente da pieghettature, è molto fitta e di frequente marcata da una fitta alternanza di zone biancastre e grigie. Localmente negli scisti sono intercalati gneiss e scisti occhiadini. Vi sono inoltre gneiss quarzoso-feldspatici e quarzoso-muscovitici, occasionalmente contenenti biotite e tormalina.

Ricoprono il substrato paleozoico a diverse quote sul livello del mare, i sedimenti pleistocenici costituiti da conglomerati e sabbie bruno-rossastri, non fossiliferi. Tali depositi si trovano sotto forma di coperture sedimentarie relativamente sottili su antiche superfici di erosione, posizionate a diverse quote sul livello del mare tra Falerna e Nocera Terinese. In particolare si notano tre estese superfici di erosione comprese tra 100-225 metri s.l.m., tra 300-500 metri s.l.m. e tra 625-700 metri s.l.m. Sono pure riconoscibili frammenti di due livelli più elevati (750-825 metri e 950-975 metri) e di un livello inferiore (25-75 metri). Queste superfici risultano in continuazione con quelle che si riscontrano nell'area lametina più a sud.

### **Forme**

Le rocce metamorfiche affioranti in maniera diffusa nei territori comunali di Falerna generano delle forme esasperate, rappresentate da versanti fortemente acclivi. La tenacità e la medio-bassa erodibilità dei litotipi rocciosi danno luogo a dei pendii caratterizzati da un elevato gradiente clivometrico. Le rocce risultano infatti alterate e fratturate in superficie, mentre in profondità risultano integre e poco fratturate.

Lungo tali versanti si può assistere a fenomeni di erosione idrica diffusa i quali asportano solo la coltre superficiale alterata e degradata e, in alcuni casi, soprattutto in corrispondenza delle principali incisioni topografiche o dove l'azione degli agenti esogeni è particolarmente spinta, anche a dei fenomeni gravitativi che coinvolgono la parte superficiale dell'ammasso roccioso.

Il carattere geomorfologico più rilevante è costituito dalla presenza di terrazzi marini. Sono stati individuati cinque ordini di superfici terrazzate:

- Terrazzi del 1° ordine (960-1060 s.l.m.), rappresentate da piccoli stralci di superfici terrazzate strette ed allungate, disposti lungo i crinali degli spartiacque principali;
- Terrazzi del 2° ordine (620-715 s.l.m.), situati nelle località Segnale Aguglieri, il Lago, Ceramello, Arinella (Nocera Terinese);
- Terrazzi del 3° ordine (300-540 s.l.m.);
- Terrazzi del 4° ordine (150-290 s.l.m.);
- Terrazzi del 5° ordine.

### **Inquadramento geomorfologico del sito**

In particolare nel sito oggetto di studio, situato a quote comprese tra 30 e 45 m s.l.m. dove sorge l'edificio della scuola oggetto di ristrutturazione, in località Falerna Marina e, per un'area molto estesa affiorano termini litologici afferibili al Pleistocene e all'Olocene. Da un punto di vista morfologico si tratta di una versante a debole pendenza, digradante verso sud-ovest, riconducibile ad una vecchia superficie terrazzata, in via di smantellamento. Tale superficie, in epoche passate, doveva essere incisa da un corso d'acqua, del quale se ne osserva ancora l'andamento nella zona di monte, con la tipica vegetazione (cannetto) che si allinea secondo una direzione preferenziale e che attualmente risulta, con molta probabilità deviato verso il torrente Grima. Inoltre la forma subpianeggiante e concava della superficie terrazzata pleistocenica, ricorda molto quella di un compluvio che raccoglieva le acque provenienti da monte.

Il torrente Grima presente lungo il margine meridionale dell'area in esame, risulta pensile, infatti, allo sbocco nella piana costiera forma un ampio cono di deiezione. Questo ultimo appare con la tipica forma a ventaglio, con la base arcuata ed espansa e con l'apice rivolto verso la zona di alimetanzione.

Il substrato di colorazione rossastra testimonia un prolungato periodo di emersione, con evidenti fenomeni di rubefazione e ossidazione del ferro. I

sedimenti sono osservabili localmente in corrispondenza della scarpata del terrazzo e sono rappresentati da ciottoli di dimensioni centimetriche, con diametro massimo dei clasti di circa 40 cm, mentre il diametro medio è variabile da 3 a 10 cm, di forma da arrotondata a subarrotondata e di natura metamorfica. Sono perfettamente riconoscibili frammenti litici scistosi a prevalenza di clorite, sericite e con evidenti vene di quarzo e frammenti gneissici. I depositi ciottolosi sono immersi in una matrice argilloso-sabbiosa di colore bruno-rossastro.

Il sito, nello specifico presenta, da un punto di vista morfologico, una certa irregolarità, in quanto è interessato da diverse scarpate antropiche, a causa del riporto da materiale proveniente da vecchi scavi, quest'ultimo affiorante in maniera diffusa in tutta l'area in esame.

A valle dell'autostada SA-RC si ha la pianura costiera-alluvionale che si allunga in direzione NW-SE e si restringe verso sud. Le alluvioni dei corsi d'acqua si interdigitano con i sedimenti marini delle dune ormai stabilizzate. Alle spalle del sito affiora il Miocene conglomeratico ed il Miocene argilloso-sabbioso con intercalazioni di sabbie e arenarie. Quest'ultimo complesso presenta una resistenza all'erosione da bassa a moderata e le zone a tessitura argillosa, frequente, tendono a dar luogo a movimenti gravitativi.

### ~ **CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE** ~

L'idrogeologia dell'area è strettamente correlata ai rapporti stratigrafici esistenti tra i litotipi a contatto, dalla loro natura geologica e dalle caratteristiche idrologiche, ovvero dal grado e dal tipo di permeabilità e dalla porosità.

Infatti, sulla base del rilevamento geologico e delle conoscenze generali sull'idrodinamica sotterranea dei depositi in esame, sono state individuate le caratteristiche idrologiche le quali influenzano in maniera significativa l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque.

Nel presente lavoro, in base ai termini litologici affioranti nell'area in esame, sono stati individuati due complessi idrogeologici classificati in base alle caratteristiche di permeabilità.

I complessi riconosciuti sono:

- il complesso sabbioso-conglomeratico;
- il complesso alluvionale.

Il complesso sabbioso-conglomeratico affiora in maniera estesa nell'area di studio. Si tratta di un complesso a permeabilità elevata con resistenza all'erosione da moderata a buona a seconda della presenza o meno dei litotipi conglomeratici. La porosità interconnessa è di tipo singenetica, ovvero di tipo primaria ed è influenzata dalla forma e dalla disposizione dei granuli e risulta buona. Per quanto riguarda la permeabilità dei sedimenti si parla di permeabilità per porosità o permeabilità in piccolo, ed è generalmente una proprietà intrinseca perché gli interstizi che consentono il movimento delle acque si sono formati contemporaneamente alla roccia e circolazione idrica avviene in maniera diffusa. Le aliquote d'acqua d'infiltrazione crescono in presenza di livelli conglomeratici (talora ghiaiosi) costituiti da ghiaie e ciottoli di rocce prevalentemente metamorfiche, i quali assicurano una porosità ed una permeabilità alta. I recapiti preferenziali dell'acquifero sono rappresentati da superfici di acqua libera, quali impluvi e torrenti.

L'alimentazione è assicurata dagli apporti idrici diretti provenienti dalle precipitazioni meteoriche, mentre sono da escludere i travasi sotterranei



con l'adiacente acquifero a substrato argilloso-siltoso in quanto si comporta da tampone alla circolazione idrica sotterranea.

Il complesso idrogeologico alluvionale, si individua a valle del terrazzo ed in corrispondenza dell'incisione fluviale del Grima ed è costituito da sedimenti clastici trasportati e depositati dal corso d'acqua. Si tratta di depositi eterogenei perché la sedimentazione fluviale è rapida e discontinua con condizione di sedimentazione variabile. Gli acquiferi alluvionali sono infatti caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che le ha depositate. Ciò si traduce in una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa. Le diverse falde possono essere quasi sempre ricondotte ad un'unica circolazione idrica perché i sedimenti hanno moltissime soluzioni di continuità. Il recapito preferenziale della falda freatica è rappresentato dal mare.

L'acquifero viene alimentato prevalentemente in maniera diretta, ovvero dalle precipitazioni e riceve una piccola aliquota dall'adiacente complesso sabbioso-conglomeratico con il quale si instaura un limite di alimentazione.

## ~ CAMPAGNA GEOGNOSTICA ~

### **Sondaggi meccanici**

Come già detto in premessa, al fine di dare una caratterizzazione di massima della stratigrafia del sito e dei relativi parametri geomeccanici si fa riferimento ad una indagine geognostica eseguita per il progetto di realizzazione di una struttura sportiva.

In generale la finalità delle indagini in sito è quella di ricostruire le principali caratteristiche e i lineamenti del sottosuolo, con particolare riferimento alla natura litologica e stratigrafica. Inoltre è possibile avere utili informazioni circa lo spessore degli strati e le loro caratteristiche strutturali e idrologiche. Di seguito vengono riportati i dati del sondaggio geognostico e una parametrizzazione dei principali valori geotecnici desunti dalle prove eseguite in situ.

### **Sondaggio S1**

- da 0 a 3.00 m Materiale fortemente rimeneggiato costituito da argilla sabbiosa con clasti. Colore da ocre a bruno scuro. Tale materiale può essere interpretato come materiale di riporto fortemente rimeneggiato
- da 3.00 a 6.00 m Argilla limosa con ghiaia eterometrica ed eterogenea mediamente consistente. Colore ocre con screziature rossastre.
- da 6.00 a 7.20 m Ghiaie sabbiose leggermente argillose. Colore ocre con screziature rosse e grigie. La tessitura leggermente più grossolana favorisce l'infiltrazione d'acqua proveniente da monte con la conseguente formazione di falde sospese
- da 7.20 a 8.80 m Argilla limosa con ghiaia eterometrica ed eterogenea mediamente consistente. Colore ocre con livelli rossastri molto alterati. Tale livello essendo dotato di una minore permeabilità fa da tampone favorendo la formazione delle falde sospese sopra descritte
- da 8.80 a 13.00 m Argilla sabbiosa con ghiaia. Colore ocre ed abbondanti screziature rosso ruggine

- da 13.00 a 15.00 m Sabbia e ghiaia. Colore grigiastro chiaro

La falda idrica è stata rinvenuta ad una profondità di 13 metri con risalita fino a 12 m dall'attuale piano campagna.

Inoltre tali dati sono anche confermati dalla campagna geotecnica eseguita per il "Programma Integrato d'Intervento" limitrofo all'area da edificare.

La stratigrafica desunta dalle indagini per il PINT sopra citato evidenziano che al di sotto della coltre rimaneggiata, dello spessore di 3/4 m circa, costituita da materiale di riporto, la presenza di uno strato sabbioso ghiaioso di colore bruno giallastro con bande grigiastre, fino alla profondità di 5/6 m. Al di sotto si ha della sabbia ghiaiosa debolmente argillosa di colore bruno-rossastro, con diametro medio delle ghiaie pari a 2 cm.

Inoltre facendo riferimento alle indagini geofisiche (MASW) eseguite per il PINT evidenziano una velocità delle onde trasversali inferiori i 230 m/sec fino ad una profondità di 3.2 metri, e sono riferibili ai depositi di copertura, da poco a mediamente addensati. Sotto i 3.2 metri e fino ad una profondità di 12.6 metri, si registrano velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) variabili tra 302 m/sec e 384 m/sec, che sembrano indicare la presenza di depositi sedimentari eterometrici, da mediamente addensati ad addensati. Sotto i 12.6 metri e fino alla massima profondità investigata, si riscontrano velocità delle onde S variabili tra 431 m/sec e 470 m/sec, riferibili a depositi sedimentari addensati/consistenti.

Da tali risultati è possibile risalire alla valutazione dello spettro di risposta elastico (componente orizzontale e componente verticale) dell'area investigata. Infatti con riferimento alle NTC del 17 gennaio 2018 tramite le indagini effettuate è possibile risalire alla "pericolosità sismica di base" del sito in esame, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero, considerando un sito di riferimento rigido (Categoria A, quale definita al paragrafo 3.2.2. del D.M.) con superficie topografica orizzontale; nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel paragrafo 3.2.1, nel periodo di

riferimento VR, come definito nel paragrafo 2.4. L'influenza delle condizioni stratigrafiche locali viene fatta rientrare in 5 Categorie di sottosuolo standard (Categorie A, B, C, D, E).

Nell'ambito di tale classificazione, dai risultati ottenuti dall'indagine geofisica con metodologia MASW eseguita, il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione dell'area investigata (quota di riferimento p.c..) può essere assimilato alla Categoria C.

### ~ CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ~

Di seguito viene riportato il modello geotecnico di massima del sito in esame che risulta costituito per i primi 3.00 m da terreno fortemente rimaneggiato assimilabile a materiale di riporto, successivamente fino alla profondità di 6 m dal piano campagna si ha un deposito argilloso limoso con ghiaia. Da 6.00 a 7.20 m i sedimenti diventano più grossolani e sono costituiti da ghiaie sabbiose leggermente argillose. Scendendo in profondità fino a 8.80 m si ha un livello simile a quello situato tra 3.00 e 6.00 metri, che gradualmente passa ad un livello argilloso sabbioso. Infine da 13.00 a 15.00 metri è stato riscontrato un livello sabbioso ghiaioso sotto falda

Di seguito vengono riportati i parametri geomeccanici desunti dalle prove SPT del sondaggio S1 eseguito in prossimità del sito in esame.

Tabella riassuntiva dei principali parametri geotecnici				
Litologia	Prof. (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\Phi$ (°)	$c_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Livello rimaneggiato argilloso sabbioso	0-3.00	2.1		1.1
Argilla limosa con ghiaia	3.00-6.00	2.1		1.2
Ghiaie sabbiose leggermente argillose	6.00-7.20	1.9	30	
Argilla limosa con ghiaia	7.20-8.80	2.1		1.2
Argilla sabbiosa con ghiaia	8.80-13.00	2.1		1.1
Sabbia e ghiaia	13.00-15.00	1.9	29	

Dove: profondità (m) = profondità dello strato;  $\gamma$  = peso di volume;  $\Phi$  = angolo di attrito interno;  $c_u$  = Coesione non drenata;  $K_o$  = modulo di reazione

Dall'esame dei dati, Volendo esprimere un parere qualitativo sullo stato di addensamento e consistenza del terreno, risulta che il terreno di sedime è compreso fra i terreni da sciolti a mediamente addensati e da poco a mediamente consistenti.

## ~ CONCLUSIONI ~

Dall'analisi di superficie effettuata tramite fotointerpretazione, dalla consultazione della cartografia di base, dai sopralluoghi diretti in campo, dalle indagini geognostiche eseguite, sono stati delineati gli elementi morfologici, geologici, geometrici geotecnici e strutturali dell'area in esame.

In particolare risulta che il sito appartiene ad un versante con debole pendenza riconducibile ad una superficie terrazzata residuale digradante verso mare, caratterizzato da deposizione di materiale rimaneggiato di riporto, imbibito d'acqua, il cui spessore raggiunge anche i 3 m circa. Altra peculiarità dell'area è la presenza di acqua nelle zone più depresse a causa del ruscellamento superficiale che risulta privo di qualsiasi regimazione. Inoltre a valle del sito, con molta probabilità in passato, doveva essere sede di un compluvio, solcata da un corso d'acqua, successivamente deviato e che ancora distinguibile in superficie.

Altra criticità dell'area è rappresentata dalle scarse caratteristiche geomeccaniche dei livelli sottosuperficiali dei livelli con una maggiore componente argillosa che in condizioni sature possono dare luogo a cedimenti differenziali.

Pertanto in base alle considerazioni fatte si renderà necessario:

- Allo scopo di drenare in maniera adeguata l'area e di mantenere le condizioni di stabilità del complesso struttura-terreno, è opportuno prevedere la raccolta, la canalizzazione e lo smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale e quella proveniente dai pluviali, onde evitare l'azione erosiva delle stesse;
- Considerato la presenza in profondità di livelli con caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto ai livelli soprastanti, necessita verificare l'incremento delle tensioni verticali, dovute al sovraccarico ed assicurarsi che i cedimenti non provocano danno alla struttura.
- Visto che a valle del sito è presente un muro di recinzione contenente un probabile terrapieno necessita valutare l'opportunità di eseguire delle opere di sostegno più adeguate in

modo tale da assicurare una maggiore stabilità al sito dove sorge l'edificio scolastico.

- Necessità ricostruire, in fase di progettazione esecutiva, con indagini geognostiche appropriate (sondaggi geognostici, prove di laboratorio, propsezioni simiche) la situazione stratigrafica e il modello geotecnico del sito su cui è stata edificato l'edificio scolastico al fine di poter eseguire le giuste scelte progettuali
- Inoltre è necessario eseguire dei saggi esplorativi al fine di verificare il rapporto tra le fondazioni esistenti e il terreno circostante. Nel caso in cui le fondazioni non sono adeguate, oppure una parte di esse poggiano sul terreno rimaneggiato, sarà necessario eseguire un adeguamento delle stesse.

Infine si evidenzia, dall'analisi delle interferenze con la cartografia allegata al P.A.I. emerge che l'area in esame non è interessata dal rischio geomorfologico legato a movimenti franosi, mentre il torrente Grima collocato a circa 300 metri dal sito è interessato da un'area di attenzione a rischio idraulico.

Il geologo

Dott. Giuseppe VECCHIO



Committente Dott. Geol. Giuseppe Vecchio	Profondità raggiunta 15 m	Cantiere	
Operatore Cianflone Antonio	Indagine Campagna geognostica	Tipo Carotaggio Rotazione	Inizio/Fine Esecuzione 14/11/2013
Quota Ass. P.C. 24 m s.l.m.	Sondaggio S1	Tipo Sonda CMV MK 900 F1	Coordinate Nord: 4314408.81; Est: 2620047.45

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Diam. Foro	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda
1		Materiale fortemente rimeneggiato costituito da argilla sabbiosa con clasti. Colore da ocre a bruno scuro	3.00	5-10-13 1.50 PA					
2									
3									
4		Argilla limosa con ghiaia eterometrica ed eterogenea mediamente consistente. Colore ocre con screziature rossastre	6.00	8-9-14 4.50 PA	3.50 S 4.00			(RM)  4.50	
5									
6									
7		Ghiaie sabbiose leggermente argillose. Colore ocre con screziature rosse e grigie. (probabile falda sospesa)	7.20	3-8-17 6.10 PA					
8									
9									
10		Argilla limosa con ghiaia eterometrica ed eterognea mediamente consistente. Colore ocre con livelli rossastri molto alterati	8.80	4-7-15 9.00 PA					
11									
12									
13		Argilla sabbiosa con ghiaia. Colore ocre ed abbondanti screziature rosso ruggine	13.00						12.00 
14									
15									
16		Sabbia e ghiaia. Colore grigiastro chiaro	15.00			(101) 15.00	(CS) 15.00		
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato da SPT  
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici  
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
Carotaggio: Rotazione

Sonda: CMV MK 900 F1

Il Responsabile di sito

Il Direttore tecnico



# Indagini Geognostiche



## Sondaggio S1

**IMPERSONDA TRIVELLAZIONI**  
di Bongiovanni Giovannino e C. sas

Sondaggi Geognostici-Micropali-Tiranti-  
Pozzi-Ricerche Idriche

Via E. Toti, N° 227, 88046 Lamezia Terme (CZ)

Comune: Falerna (CZ)

Cantiere:

Profondita' Perforazione : 15.00 m dal p.c.

Perforazione: carotaggio continuo con sonda  
CMV MK 900 F1

Diametro carotiere: 101 mm

Coordinate Gauss Boaga:

Nord: 4314408.81

Est: 2620047.45

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Postazione S1



Cassetta 1



Cassetta 2



Cassetta 3



Cassetta 4