



**“NEXT GENERATION SCHOOL”  
PROGETTO  
PER LA REALIZZAZIONE DEL NUOVO COMPLESSO SCOLASTICO  
Istituto Superiore “DE LUCA”  
Via Tuoro Cappuccini 65 Avellino**



**FOTO 01** – Inquadramento complesso scolastico su base ortofotografica

**Oggetto: Relazione Geologica, Geotecnica e Modellazione Sismica preliminare**

**IL TECNICO  
GEOL. ING. GIACOMO PESCE**

**IL RUP  
ING. SERGIO DAVIDDE**



**COMUNE DI AVELLINO**  
**PROVINCIA DI AVELLINO**

Oggetto: Progetto per la realizzazione del nuovo complesso scolastico  
Istituto Superiore "De Luca"

Ubicazione: via Tuoro Cappuccini, 65 – Foglio 35 p.lla 374

Committente: Provincia di Avellino – Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

**RELAZIONE GEOLOGICA**



<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>4</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE .....</b>	<b>5</b>
<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE.....</b>	<b>7</b>
<b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DELL'AREA OGGETTO D'INTERVENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>INQUADRAMENTO NEL CONTESTO DELLO STUDIO GEOLOGICO DEL P.U.C. ....</b>	<b>17</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>18</b>

---

## **Introduzione**

Nell'ambito del progetto per la realizzazione dei lavori in oggetto il sottoscritto dott. geol. Giacomo Pesce, iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania col n°1502, ha eseguito un'indagine geologica finalizzata alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area oggetto di studio. Le strutture in oggetto ricadono nel Comune di Avellino alla via Tuoro Cappuccini n.65 e riguardano l'intero edificio pubblico scolastico adibito ad ex sede del Liceo Artistico "De Luca".

## **Normativa di riferimento**

Il sottoscritto nell'esecuzione del presente studio ha tenuto conto dei dettami imposti dalla normativa vigente in materia:

- **L.R. 07/01/1983 n°9:** Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico;
- **D.G.R. 07/11/2002 n°5447:** Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania (BURC n°56 del 18/11/2002);

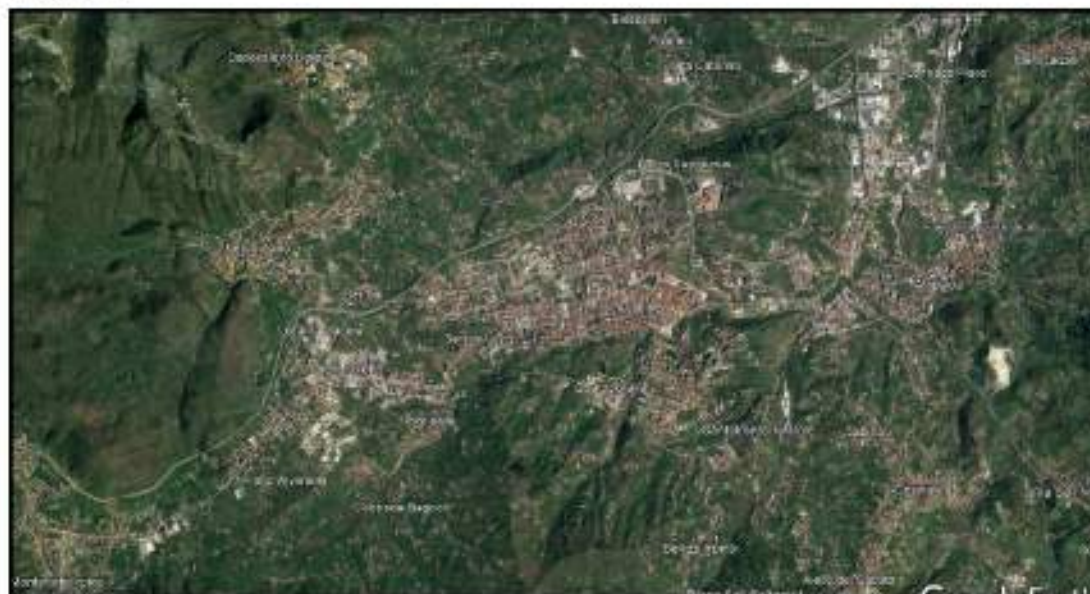


- **D.P.C.M. 12/12/2006** (GU n°122 del 28/05/2007) e **D.P.C.M. 07/04/2011** (GU n°266 del 15/11/2011): Piano Stralcio Assetto Idrogeologico – rischio frane (PSAI – Rf) dei territori dell'ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno;
- **D.M. 17/01/2018**: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU n°42 del 20/02/2018 – SO n°8);
- **Circ. Min. Infr. Trasp. 21/01/2019 n°7 C.S.LL.PP.**: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (GU n°35 del 11/02/2019 – SO n°5).

## Inquadramento geografico

Il Comune di Avellino, capoluogo dell'omonima provincia, ha una superficie di 30,55 Km<sup>2</sup>. Il centro urbano si sviluppa prevalentemente lungo un asse orientato W-E (**Figura 1**) e presenta diverse frazioni abitate le principali delle quali sono: Bellizzi Irpino, Pianodardine, Picarelli, Valle-Ponticelli.

**Figura 1.** Vista da foto satellitare del territorio comunale di Avellino – stralcio da Google Earth ©.



Il suo territorio è collocato nella parte centro-occidentale della Provincia di Avellino (**Figura 2**) ed è confinante a N con i Comuni di Summonte, Capriglia Irpina, Grottolella e Montefredane; ad E con i Comuni di Manocalzati, Atripalda e Aiello del Sabato; a S con il Comune di Contrada; ad O con i Comuni di Mercogliano, Monteforte Irpino ed Ospedaletto d'Alpinolo.

**Figura 2. Inquadramento del territorio di Avellino nella Provincia di Avellino.**



Il sito oggetto di studio ricade nella parte centro-settentrionale del territorio comunale, ai margini settentrionali del nucleo abitato principale caratterizzato da una topografia a debole acclività.

### **Inquadramento geologico e geomorfologico generale**

Il territorio del Comune di Avellino è localizzato in un settore dell'Appennino meridionale all'interno del quale si possono identificare, su vasta scala, diverse unità morfologiche composte da massicci carbonatici e da rilievi collinari, oltre ai depositi fluviali e di fondovalle; in particolare il suo territorio ricade a sud-est del gruppo montuoso di Monte Vergine e Monti di Avella ed a Ovest del gruppo montuoso di Monte Terminio e Monte Tuoro.

Dal punto di vista idrografico ricade nel bacino del Fiume Volturno – sottobacino del Fiume Sabato.

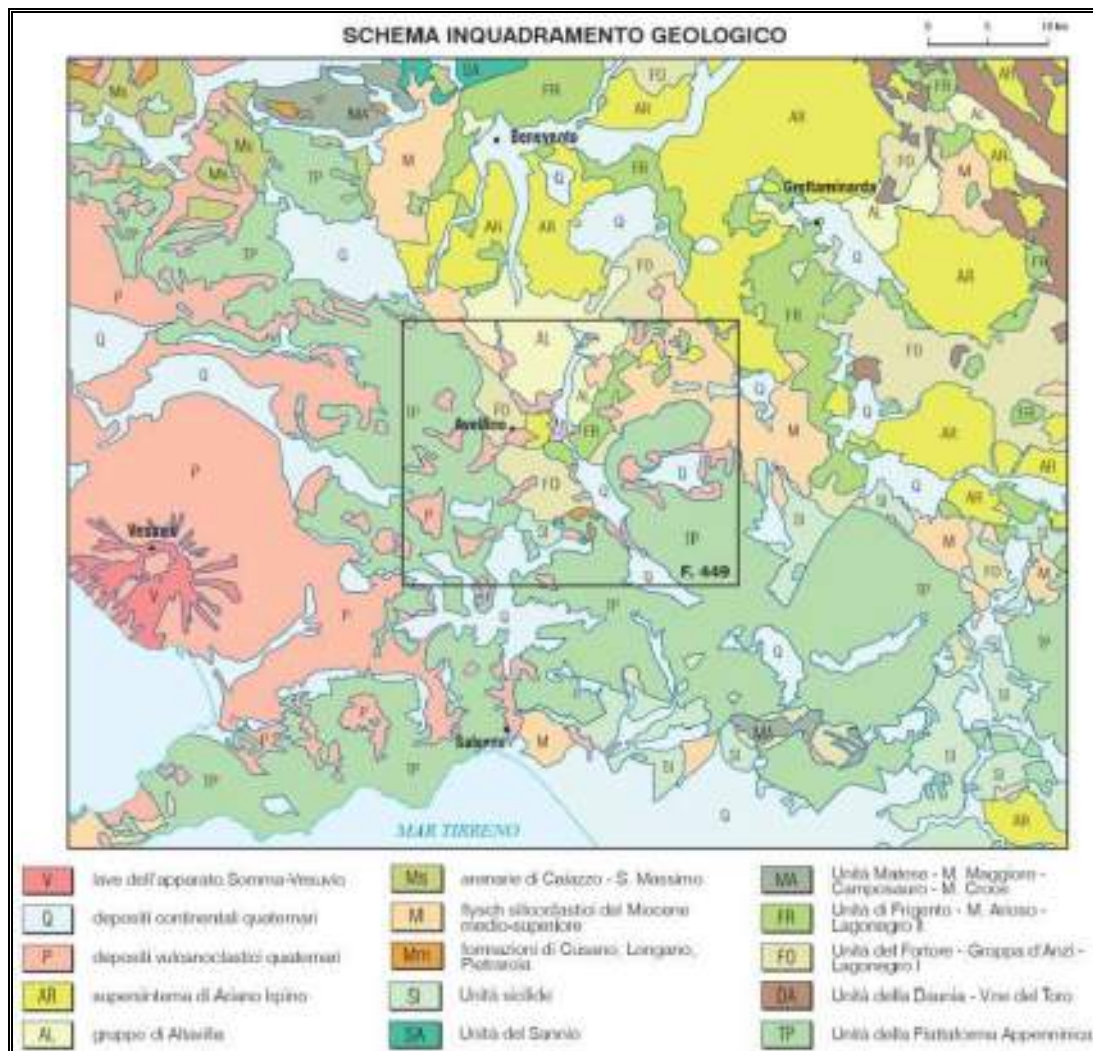
Sotto l'aspetto geolitologico l'area risulta interessata da quattro formazioni litologiche principali rappresentate, in ordine decrescente di età di formazione, da:

- dolomie e calcari appartenenti all'unità della piattaforma appenninica, datati Cretacico-Giurassico;
- unità di bacino appartenenti alla serie del Fortore;
- depositi conglomeratici del supersintema di Ariano Irpino, di età pliocenica;

- depositi piroclastici sciolti e/o cementati, in posto o rimaneggiati, provenienti dai centri vulcanici del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei, di età quaternaria.

Nella figura seguente (**Figura 3**) si riporta l'inquadramento geologico dell'intero foglio 449 della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:50.000, riferito alla zona che va dal mar Tirreno all'alta Irpinia.

**Figura 3. Inquadramento geologico del Foglio 449 Avellino della Carta Geologica d'Italia.**



I caratteri geomorfologici essenziali del territorio di Avellino sono ascrivibili ad una pianura fluviale, impostatasi nel reticolo idrografico del Fiume Sabato, posto ad Est del territorio, e dei sue 2 affluenti, Torrente San Francesco e Rio Fenestrella-Rigatore, che con asse W-E vi confluiscono e delimitano l'abitato principale a N ed a S. Infatti gran parte della città si presenta con territorio sub-pianeggiante occupando la suddetta valle fluviale in sx del Fiume Sabato. Inoltre la città presenta degli alti morfologici quali le colline dei Cappuccini e Liguorini e presenta l'intero territorio meridionale con i caratteri dolci collinari tipici di terreni fliscioidi.



## **Inquadramento idrogeologico generale**

I massicci carbonatici della Campania, tra i quali la dorsale Monte Vergine – Monti di Avella ed il gruppo montuoso del Terminio, sono sede di uno dei più importanti acquiferi dell'Appennino centromeridionale. La circolazione idrica sotterranea, in relazione al quadro geolitologico e geologico-strutturale, è sviluppata prevalentemente per carsismo e fratturazione determinando così deflussi idrici articolati ed a volte di non facile interpretazione. Le dorsali di Monte Vergine, Monti di Avella e Pizzo d'Alvano, rappresentano l'unità idrogeologica principale dei bacini del Sarno e dei Regi Lagni; infatti costituiscono il serbatoio idrico che, oltre a dare origine alle sorgenti del fiume Sarno, mediante travasi sotterranei alimentano l'acquifero dell'intera piana ad est di Napoli. La dorsale del Terminio, invece, insieme a tutto il gruppo dei monti di Solofra dà luogo alle sorgenti del Fiume Sabato. La valle del fiume Sabato che, come detto in precedenza, interessa anche il territorio di Avellino, presenta un acquifero superficiale per effetto dei depositi che lo costituiscono; infatti spesso in affioramento vi sono i depositi vulcano-sedimentari suddivisi in discontinui livelli di granulometria medio-fine o medio-grossa al di sotto dei quali vi sono i terreni flisciodi a matrice perlopiù fine e quindi con un grado di permeabilità da basso a medio.

## **Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area oggetto d'intervento**

### **GEOLOGIA**

L'area oggetto di studio, vedasi corografia in scala 1:25.000 riportata in **Figura 4** e stralcio aerofotogrammetrico in scala 1:5.000 riportato in **Figura 5**, ricade nel **Foglio 449 (Avellino)** della Nuova Carta Geologica d'Italia (**Figura 6**); in tale carta in affioramento sono riportati i depositi sin-orogeni e post-orogeni, datati pliocene medio, del supersintema di Ariano Irpino – sintema di Ruvo del Monte (**RVMb**).

Sulla scorta di quanto innanzi detto si può dedurre che il sottosuolo di interesse geologico e sismico è costituito da un'associazione di sedimenti eterogenei, di origine diversa e caratterizzati da modalità di deposizione diverse con assenza di bedrock regionale rappresentato dal substrato carbonatico. La stratigrafia generale dell'area è rappresentata dai depositi conglomeratici appartenenti al Sintema Ruvo del Monte; si tratta di conglomerati in strati e banchi con intercalazioni di sabbie litarenitiche grossolane e microconglomerati a matrice sabbiosa. L'ambiente di formazione è variabile dal marino al continentale, lo spessore dell'unità è al massimo pari a 200 m e presenta discordanza erosiva sia al letto che al tetto. Possono essere ricoperti da depositi piroclastici sciolti aventi uno spessore massimo di qualche metro (pomici e

ceneri vulcaniche). Nella profondità di interesse geologico, geotecnico e sismico non si rinviene il bedrock regionale, avendo tali depositi uno spessore  $> 30$  m (*dati dedotti da indagini geotecniche e sismiche effettuate in siti limitrofi - cfr. Relazione Geotecnica e Relazione sulla Modellazione Sismica*), e quindi sono il substrato pre-quadernario. La caratterizzazione geologica innanzi effettuata ha permesso di ricostruire il **modello geologico del sottosuolo** che si riporta in forma grafica nella seguente **Figura 7**.

## GEOMORFOLOGIA

Il sito d'indagine è posto ad una quota media di  $\sim 375$  m s.l.m. in un'area a debole acclività del territorio comunale di Avellino con pendenza media  $< 15\%$  (**Figura 5**). Sotto il profilo dell'evoluzione geomorfologica il sito ricade lungo il fianco meridionale della collina dei Cappuccini posta a nord del centro storico di Avellino.

L'area oggetto di studio risulta stabile in merito ai processi morfologici ed inoltre non è interessata da fenomeni neotettonici e pertanto si può affermare che essa non presenta caratteristiche di pericolosità geologica, ovviamente escluse la pericolosità sismica. A supporto di quanto innanzi asserito vi è il riscontro della classificazione di pericolosità idrogeologica dell'area che ricade nel territorio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ex Autorità di Bacino del Liri-Garigliano e Volturno oggi Unit of Management (UoM) Volturno euUoMCode ITN011.

Nel vigente **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico** l'area è classificata come:

- **Rischio idraulico nullo;**
- **Rischio frana nullo (Figura 8).**

La caratterizzazione geomorfologica innanzi effettuata ha permesso di redigere per l'area oggetto di studio la **carta geomorfologica (Figura 9)**.

## IDROGEOLOGIA

I terreni affioranti nella "conca di Avellino" appartengono a diversi complessi idrogeologici. Si distinguono infatti:

- il complesso alluvionale;
- il complesso piroclastico;
- il complesso conglomeratico.

Il complesso alluvionale presenta un grado di permeabilità relativo medio-elevato, il complesso piroclastico presenta un grado di permeabilità relativo da medio-elevato a medio-basso, il complesso conglomeratico, infine, ha un grado di permeabilità medio. Il tipo di permeabilità è prevalentemente dovuto a porosità e fessurazione per tutti i complessi idrogeologici.



Ne consegue che la circolazione idrica sotterranea, in relazione al quadro geolitologico e geologico-strutturale, è estesa in tutti e 3 i complessi predominando nella zona i termini a grana grossa. La profondità della falda è relativamente superficiale in quanto tutti e 3 i complessi sono sovrapposti ai terreni miocenici fliscioidi, terreni prevalentemente a grana fina, e quindi si instaura un deflusso sub-orizzontale (falda acquifera) al contatto tra tali complessi.

In **Figura 10** si riporta lo schema idrogeologico del territorio in cui è compresa l'area in oggetto; in tale carta sono raffigurati i tre complessi idrogeologici innanzi descritti con relativa legenda. Dall'esame di tale carta si evince che, per il sito ove è ubicata la scuola oggetto di intervento, sono riportati in affioramento i terreni ascrivibili al complesso conglomeratico; trattandosi di terreni a grana grossa e vista la morfologia dei luoghi, collina formata dai conglomerati, si può affermare che la prima falda freatica di rilievo è presente a profondità >15 m dal p.c. e quindi ricorrono le condizioni per escludere la verifica a liquefazione ai sensi del D.M. 17/01/2018 (§ 7.11.3.4.2 punto 2  $\square$  *profondità media stagionale della falda superiore a 15 dal p.c. e struttura con fondazioni superficiali*).

**Figura 4. Stralcio dalle tavolette topografiche I NO- SO del F.185 della Carta d'Italia.**

**Scala 1:25.000**

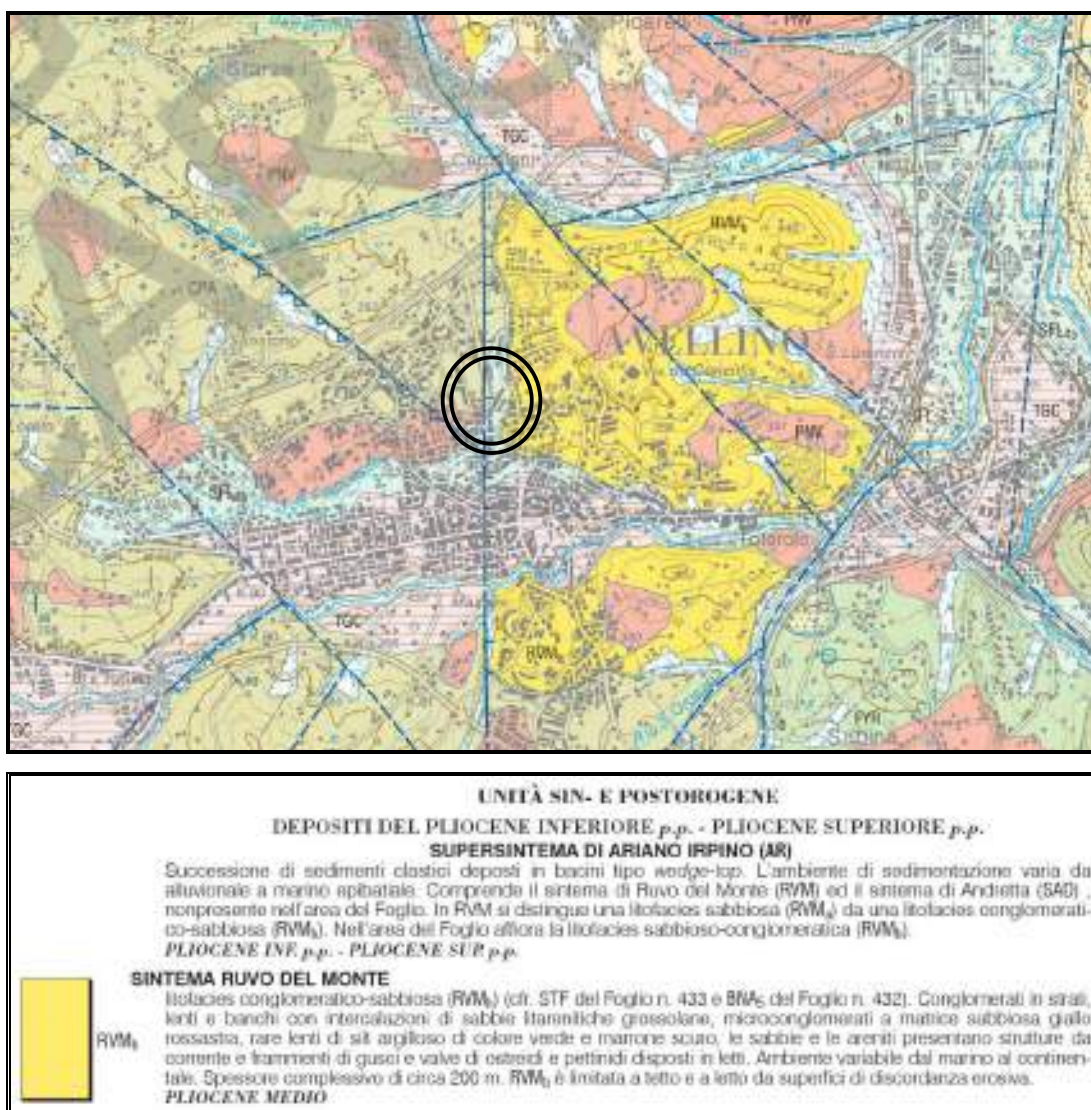


**Figura 5. Stralcio rilievo aerofotogrammetrico del Comune di Avellino. Scala 1:5.000**



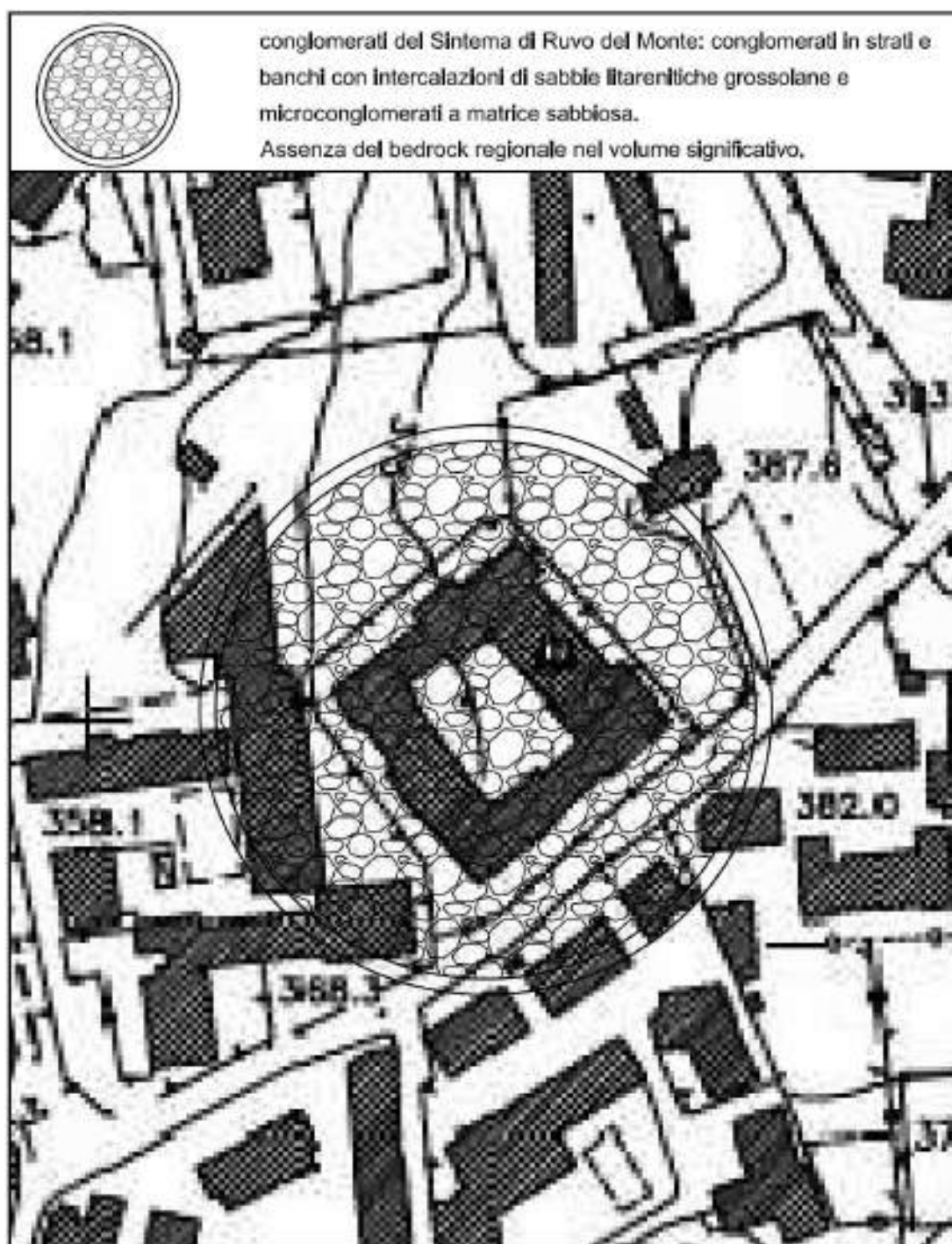


**Figura 6. Stralcio Nuova Carta Geologica d'Italia – Foglio 449 Avellino.**



**Figura 7. Carta geolitologica.**

**Scala 1:2.000**



**Figura 8. Stralcio CARTA RISCHIO FRANA PSAI Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno. Comune di Avellino. Cartografia di base scala 1:25.000 – stampa fuori scala.**

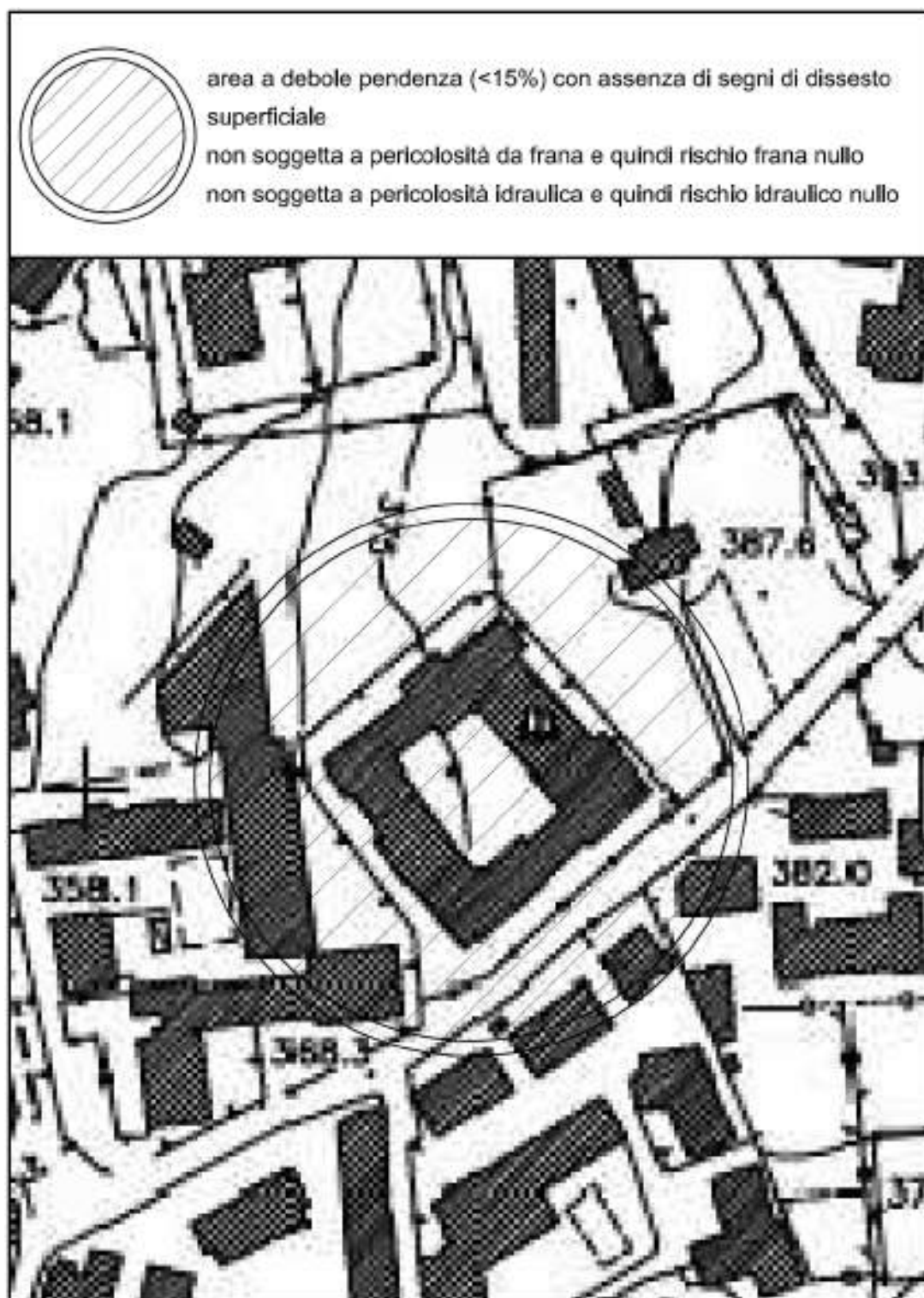
Area oggetto di studio in campo bianco □ rischio frana nullo



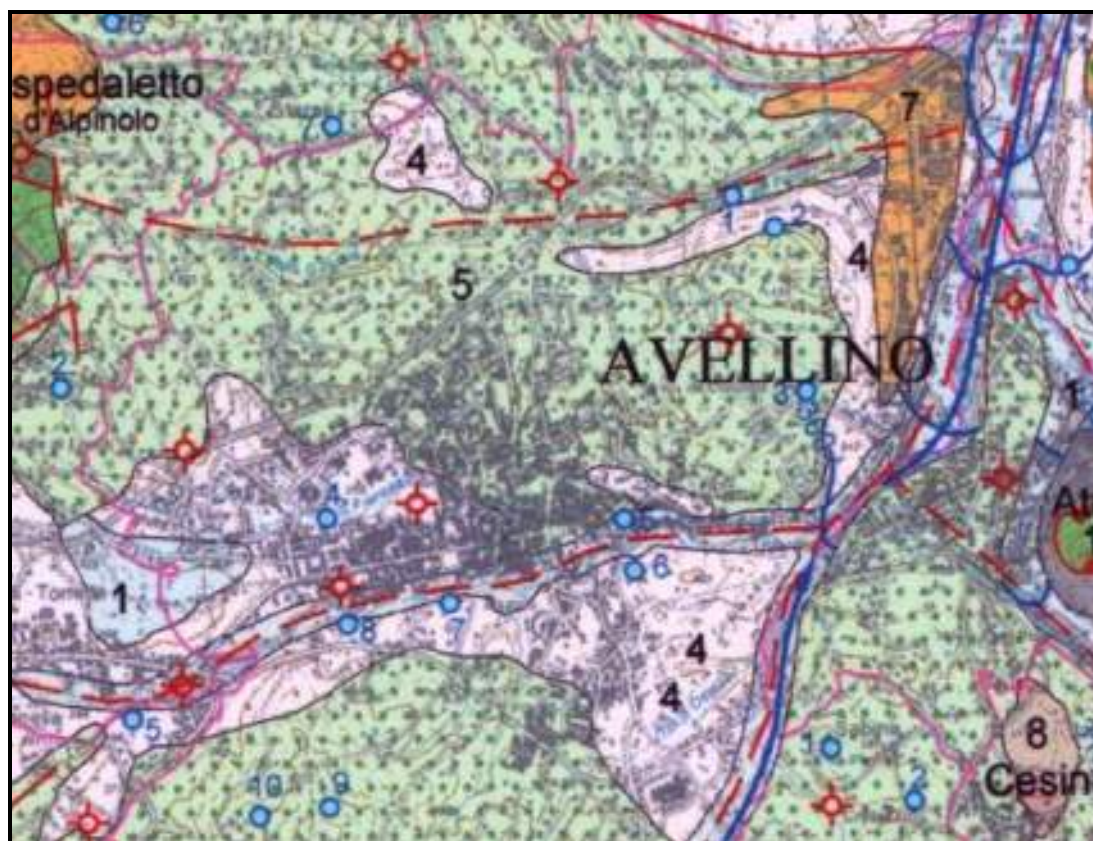


**Figura 9. Carta geomorfologica.**

**Scala 1:2.000**



**Figura 10. Stralcio dalla Carta Idrogeologica della Provincia di Avellino (da Aquino et al., 2006).**



LEGENDA		PERMEABILITÀ RELATIVA									
Complessi idrogeologici		GRADO									
		ES	N	M	E	SE	P	Pe	Pr	C	
1	Complesso alluvionale: 1) alluvioni attuali e recenti, a lavaggi terrazzate, a granulometria ghiaioso-sabbiosa-conglomeratica, con breccie ad elementi prevalentemente calcarei ed arenacei, in matrice sabbioso-limosa, frammati a depositi proclastici e fluvo-lacustri. Alluvioni fluvo-lacustri in forma di conoidi, antichi e recenti. 2) Depositi trivertinici, da fluidi a terra.										
4	Complesso piroclastico: depositi di origine vulcanica, cenerti, lapilli stratificati e pomice di origine vulcanica e/o flegrea.										
5	Complesso conglomeratico: conglomerati poligenici, più o meno cementati, clastici, massivi, localmente ben stratificati e con intercalazioni di livelli di sabbie e pietre, di arenarie, di argille, più o meno siltose, e di calcareniti. Conglomerati poligenici in livelli siltificati di spessore metrico ed arenarie arcoseo-litiche grossolane, più o meno cementate.										

## Inquadramento nel contesto dello Studio Geologico del P.U.C.

L'area in oggetto nello studio geologico a supporto del P.U.C. (ex L.R. 9/83) è classificata come:

- **GEOLOGIA:** conglomerati poligenici ricoperti nelle aree di ripiano e nelle depressioni da coltri vulcaniche;
- **GEOMORFOLOGIA:** versante conglomeratico – stabile;
- **CARTA DELLE PENDENZE:**  $<10^\circ$ ;

Tali classificazioni sono riportate nelle Carte Geologica, Geomorfologica e delle Pendenze allegate allo Studio Geologico del P.U.C. e delle quali si riporta uno stralcio di sintesi in **Figura 11** con evidenziata l'area in oggetto.

*Per quanto riportato nel paragrafo precedente si evince che vi è perfetta congruenza con la classificazione dell'area prevista nello Studio Geologico del P.U.C.*

**Figura 11. Stralcio carte Geolitologica, Geomorfologica e Pendenze allegate alla Relazione Geologica P.U.C. Scala 1:5.000 – stampa in scala 1:2.000.**





## Conclusioni

Il presente lavoro, condotto ai sensi della normativa vigente in materia, è stato sviluppato secondo la metodologia di seguito riportata:

- rilevamento geologico e geomorfologico di superficie;
- studio dell'idrografia superficiale e del deflusso idrico sotterraneo;
- classificazione di pericolosità e rischio idrogeologico dell'area.

In base agli studi compiuti si può affermare quanto segue:

- ✓ la stratigrafia generale dell'area è costituita dai conglomerati poligenici appartenenti al sistema di Ruvo del Monte di spessore superiore a quello di interesse sismico; quindi nella profondità di interesse geologico e sismico non si rinviene il bedrock regionale;
- ✓ l'area oggetto d'intervento è posta in un'area a debole acclività, pendenza media <15%, ed è classificata nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) dell'ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno come non soggetta a rischio frana e non soggetta a rischio idraulico;
- ✓ dal punto di vista idrogeologico si può affermare che la prima falda freatica di rilievo è presente a profondità maggiori di 15 m dal p.c. e quindi ricorrono le condizioni per escludere la verifica a liquefazione ai sensi del D.M. 17/01/2018;
- ✓ le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche definite con il presente studio sono congruenti con la classificazione prevista nello studio geologico redatto a supporto del P.U.C.

Palma Campania, gennaio 2022



**COMUNE DI AVELLINO**  
**PROVINCIA DI AVELLINO**

Oggetto: Progetto per la realizzazione del nuovo complesso scolastico  
Istituto Superiore "De Luca"

Ubicazione: via Tuoro Cappuccini, 65 – Foglio 35 p.lla 374

Committente: Provincia di Avellino – Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

**RELAZIONE GEOTECNICA**



<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>DATI DESUNTI DALLA RELAZIONE GEOLOGICA.....</b>	<b>2</b>
<b>MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO .....</b>	<b>3</b>

---

## **Introduzione**

Nell'ambito del progetto per la realizzazione dei lavori in oggetto il sottoscritto dott. geol. Giacomo Pesce, iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania col n°1502, ha redatto la presente Relazione Geotecnica finalizzata alla definizione del modello geotecnico preliminare del sottosuolo.

Le strutture in oggetto ricadono nel Comune di Avellino alla via Tuoro Cappuccini n.65 e riguardano l'intero edificio pubblico scolastico adibito ad ex sede del Liceo Artistico "De Luca".

## **Normativa di riferimento**

Nel presente lavoro si è tenuto conto della seguente normativa:

- **D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU n°42 del 20/02/2018 – SO n°8);
- **Circ. Min. Infr. Trasp. 21/01/2019 n°7 C.S.LL.PP.:** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (GU n°35 del 11/02/2019 – SO n°5).

## **Dati desunti dalla Relazione Geologica**

Per quanto riportato nella Relazione Geologica, ai fini della modellazione geotecnica del sottosuolo e delle verifiche di stabilità del sito si può affermare che:

- il sottosuolo dell'area è costituito dai conglomerati poligenici appartenenti al sintema di Ruvo del Monte di spessore superiore a quello di interesse sismico; quindi nella profondità di interesse geologico e sismico non si rinviene il bedrock regionale;
- l'area oggetto di studio ricade in una zona a debole acclività, avente pendenza media <15%,



stabile in merito ai processi morfoevolutivi;

- nella zona non è nota la presenza di cavità;
- nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) dell'ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno l'area è classificata come non soggetta a rischio frana e non soggetta a rischio idraulico;
- la falda freatica è posta a profondità >15 m dal p.c. e quindi ricorrono le condizioni per escludere la verifica a liquefazione ai sensi del D.M. 17/01/2018 (§ 7.11.3.4.2 punto 2 → *profondità media stagionale della falda superiore a 15 dal p.c. e struttura con fondazioni superficiali*).

## Modello geotecnico del sottosuolo

Trattandosi di uno studio preliminare la ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo è stata effettuata tenendo conto di dati reperiti da studi effettuati in zone limitrofe e coinvolgenti gli stessi litotipi che costituiscono il sottosuolo dell'area in oggetto.

La stratigrafia geotecnica viene ricostruita mediante suddivisione in strati omogenei in base al valore rilevato di  $N_{20}$ . Per ogni strato individuato, tramite elaborazione statistica, si determina il suo valore caratteristico ( $x_k$ ) che rappresenta il frattile al 5% del campione disponibile. Cioè si determina il 5° percentile della distribuzione della media che, nel caso di distribuzione normale, viene calcolata tramite la **distribuzione di Student** ad  $n-1$  gradi di libertà:

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0,95} \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

dove:  $x_k$       valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$       valore medio del campione

$t_{n-1}^{0,95}$       valore della distribuzione di Student ad  $n-1$  gradi di libertà con probabilità  $u = 95\%$

$s$       deviazione standard del campione

$n$       numero di dati (numerosità del campione)

In presenza di dati scarsi, generalmente  $n < 5$ , il valore caratteristico ( $x_k$ ) del frattile al 5% del campione disponibile viene calcolato tramite la seguente equazione che fa ricorso alla statistica

classica con ipotesi di varianza nota:  $x_k = \bar{x} \pm z_{0,05} \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$

dove:  $x_k$       valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$       valore medio del campione

$z$       valore della distribuzione normale standardizzata

- deviazione standard della popolazione
- $n$  numero di dati (numerosità del campione)

Determinato il valore caratteristico ( $x_k$ ) di ogni strato geotecnico è possibile risalire al numero dei colpi della prova penetrometrica standard ( $N_{SPT}$ ) tramite un coefficiente di correlazione ( $\cdot$ ) che tiene conto del rapporto tra l'energia specifica per colpo della prova SPT e di quella per lo strumento utilizzato. Il numero dei colpi  $N_{SPT}$  viene quindi normalizzato rispetto alla tensione litostatica efficace ( $\cdot \cdot$ ), funzione della profondità, e rispetto al rendimento del sistema di infissione

( $ER_{IM}/60$ ) secondo la formula seguente  $(N_1)_{60} \cdot \frac{ER_{IM} \cdot N_{SPT}}{60 \cdot (\cdot \cdot)^{0,56}}$ . Infine dal numero dei colpi

normalizzato ( $N_1$ )<sub>60</sub>, tramite le correlazioni esistenti in letteratura ( $N_{SPT}$  – terreni sabbiosi), si ricavano i seguenti parametri caratteristici del terreno:

- densità relativa **Dr** (%) [Skempton, 1986];
- angolo d'attrito di picco per opere di sostegno e pendii non in frana  $\cdot \cdot_P$  (°) [Schmertmann, 1975];
- angolo d'attrito ridotto ( $f(Dr)$ ) per opere di fondazione  $\cdot \cdot_R$  (°) [Vesic, 1970];
- peso dell'unità di volume naturale  $\cdot_{nat}$  e saturo  $\cdot_{sat}$  (kg/m<sup>3</sup>) [Terzaghi & Peck, 1967];
- modulo elastico normalizzato  $E_1$  (kg/cm<sup>2</sup>) [Berardi & Lancellotta, 1991];
- modulo edometrico  $F(E_1)$   $E_{ed}$  (kg/cm<sup>2</sup>);
- coefficiente di Poisson  $\cdot$  (-) --- modulo di taglio **G** (kg/cm<sup>2</sup>);
- velocità delle onde di taglio **Vs** (m/s) [Mele & Rapolla, 1995];
- coefficiente di sottofondo per piastre quadrate di 30 cm su terreni sabbiosi in condizioni di umidità naturale  $k'_{sd}$  e saturo  $k'_{ss}$  (kg/cm<sup>3</sup>) [Terzaghi & Peck, 1967];
- coefficiente di spinta a riposo **k<sub>0</sub>** (-) [Jaky, 1944];
- pressione litostatica efficace al letto dello strato  $\cdot \cdot$  (kg/cm<sup>2</sup>).

Con la procedura innanzi descritta, una volta assunti i parametri caratteristici per ogni strato geotecnico, si definisce il modello geotecnico di sottosuolo.

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato determinato assumendo che i conglomerati poligenici, che costituiscono il volume significativo del sottosuolo, hanno un valore medio del numero di colpi  $N_{SPT}$  pari a 25.

Nella tabella seguente si riporta il *modello geotecnico del sottosuolo* con riportati i valori caratteristici (**Tabella 3**).

I valori di progetto degli strati geotecnici si otterranno applicando i coefficienti parziali ( $\cdot_M$ ) previsti dalla Tabella 6.2.II del D.M. 17/01/2018, che si riporta di seguito, a seconda dell'approccio progettuale scelto.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

**Tabella 1. Modello geotecnico di sottosuolo – valori caratteristici.**

MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO										
stratificazione pianoparallela alla superficie topografica falda assente nel volume significativo $\Rightarrow$ condizioni sempre drenate										
Strato n°	Profondità (m)	Spessore (m)	elaborazioni statistiche per definire i valori caratteristici dello strato							
			parametro	n	$\mu$	s	$X_k (n=5)$	$\sigma$	$X_k (n=5)$	
1	0,00 15,00	15,00	$N_{20}$	32	18,3	5,6	16,61	5,5	-	

Strato n°	Profondità (m)	Spessore (m)	$x_k$	$\beta$	$N_{SPT}$
1	0,00 15,00	15,00	16,61	1,49	25

$N_{20}$ : colpi prova penetrometrica  
n: numero dati  
 $\mu$ : valore medio campione  
s: dev. standard campione  
 $\sigma$ : dev. standard popolazione  
 $x_k$ : val. caratt.  $N_{20}$  (frattile 5%)  
 $\beta$ : coeff. correlazione  $N_{20} - N_{SPT}$   
 $N_{SPT}$ : colpi prova penetrometrica standard  
 $(N_1)_{50}$ : colpi normalizzati alla pressione efficace ed al rendimento energetico

$N_{SPT} \Rightarrow$ PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI									
Strato	Profondità (m)	$(N_1)_{50}$	TERRENI A GRANA GROSSA						
			Dr	$\varphi'_p$	$\varphi'_n$	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sat}$	$E_{ed}$	$E_t$
1	0,00 15,00	16	52	35,3	34,9	1 731	1 931	528	396

$N_{SPT} \Rightarrow$ PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI									
Strato	Profondità (m)	$(N_1)_{50}$	TERRENI A GRANA GROSSA						
			v	G	$V_s$	$k'_{ad}$	$k'_{ss}$	$k_o$	$\sigma'$
1	0,00 15,00	16	0,30	153	276	3,07	1,86	0,42	2,60

Dr (%) densità relativa [Skempton, 1986]  
 $\varphi'_p$  (°) angolo d'attrito di picco per opere di sostegno e pendii non in frana [Schmertmann, 1975]  
 $\varphi'_n$  (°) angolo d'attrito ridotto ( $1/Dr$ ) per opere di fondazione [Vesic, 1970]  
 $\gamma_{nat} - \gamma_{sat}$  (kg/m<sup>3</sup>) peso di volume naturale e saturo del terreno [Terzaghi & Peck, 1967]  
 $E_{ed}$  (kg/cm<sup>2</sup>) modulo edometrico ( $1(E_v)$ ) —  $E_t$  (kg/cm<sup>2</sup>) modulo elastico normalizzato [Berardi & Lancellotta, 1991]  
v (-) coefficiente di Poisson — G (kg/cm<sup>2</sup>) modulo di taglio —  $V_s$  (m/s) velocità delle onde di taglio [Mele & Rapolla, 1995]  
 $k'_{ad} - k'_{ss}$  (kg/cm<sup>3</sup>) coeff. sottofondo piastra 30 cm sabbia asciutta o umida - sabbia sotto falda [Terzaghi & Peck, 1967]  
 $k_o$  (-) coefficiente di spinta a riposo [Jaky, 1944] —  $\sigma'$  (kg/cm<sup>2</sup>) pressione litostatica efficace al letto dello strato

Palma Campania, gennaio 2022





**COMUNE DI AVELLINO**  
**PROVINCIA DI AVELLINO**

Oggetto: Progetto per la realizzazione del nuovo complesso scolastico  
Istituto Superiore "De Luca"

Ubicazione: via Tuoro Cappuccini, 65 – Foglio 35 p.la 374

Committente: Provincia di Avellino – Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

**RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA  
DEL SITO DI COSTRUZIONE**



<b>Introduzione .....</b>	<b>2</b>
<b>Normativa di riferimento.....</b>	<b>2</b>
<b>Pericolosità sismica dell'area .....</b>	<b>3</b>
<b>Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche .....</b>	<b>4</b>
<b>Conclusioni .....</b>	<b>8</b>

---

## **Introduzione**

Nell'ambito del progetto per la realizzazione dei lavori in oggetto il sottoscritto geol. Giacomo Pesce, iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania col n°1502, in base ai contenuti della Relazione Geologica e sulla scorta di dati sismici elaborati dopo indagini in sito effettuate in terreni analoghi e prossimi all'area oggetto studio, ha redatto la presente relazione specialistica sulla modellazione sismica del sito di costruzione.

Le strutture in oggetto ricadono nel Comune di Avellino alla via Tuoro Cappuccini n.65 e riguardano l'intero edificio pubblico scolastico adibito ad ex sede del Liceo Artistico "De Luca".

## **Normativa di riferimento**

Il sottoscritto nell'esecuzione del presente studio ha tenuto conto dei dettami imposti dalla normativa vigente in materia:

- **L.R. 07/01/1983 n°9:** Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico;
- **D.G.R. 07/11/2002 n°5447:** Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania (BURC n°56 del 18/11/02);
- **D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU n°42 del 20/02/2018 – SO n°8);
- **Circ. Min. Infr. Trasp. 21/01/2019 n°7 C.S.LL.PP.:** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»

di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (GU n°35 del 11/02/2019 – SO n°5).

## **Pericolosità sismica dell'area**

Il territorio del Comune di Avellino è ubicato in una conca alluvio-fluviale situata nell'appennino campano, esso è infatti posto a sud-est della catena di Monte Vergine – Monti di Avella ed a nord-ovest del massiccio del Monte Terminio. La tettonica che interessa l'area ha origine con meccanismi di fagliazione normale per fenomeni distensivi del margine tirrenico dovuti all'innalzamento della catena appenninica. Dal punto di vista tettonico la zona è ancora attiva ricadendo nella **zona sismogenetica 928** (Ischia-Vesuvio) della Zonazione Sismogenetica **ZS9** [*Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici*].

Tale zona sismogenetica (**ZS**) è interessata da meccanismi di fagliazione normale con profondità ipocentrali comprese tra 1 e 5 km (**Figura 1**).

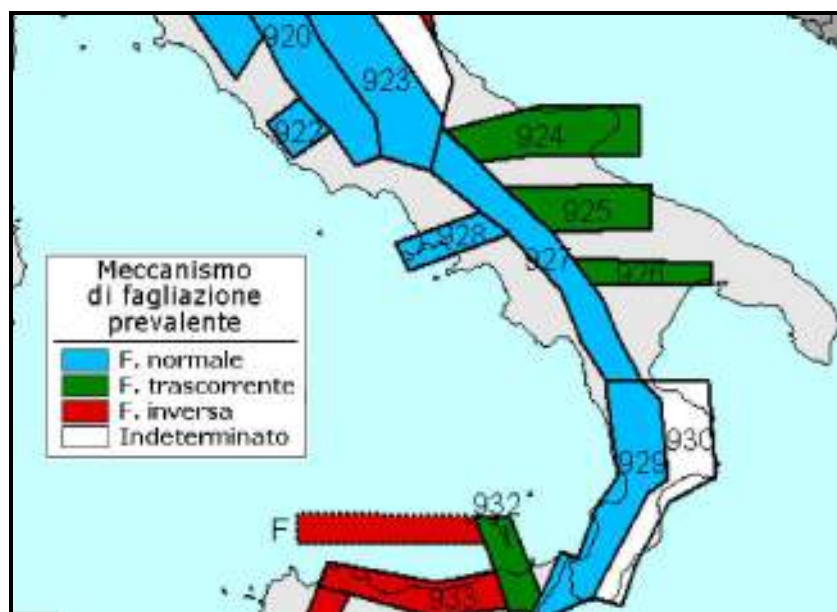
Il territorio italiano, riguardo alla pericolosità sismica, è suddiviso dalla normativa precedente al D.M. 14/01/2008 in 4 macrozone sismiche, coincidenti con i confini comunali, cui corrispondono diverse accelerazioni sismiche orizzontali di progetto. Con il D.M. 17/01/2018, invece, si è superata la suddivisione in macrozone secondo i confini amministrativi considerando la pericolosità sismica effettiva del territorio italiano così come prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Il metodo per determinare tali accelerazioni, come si dirà di seguito, differisce a seconda della normativa tecnica adottata; nel presente lavoro si è considerato il D.M. 17/01/2018 entrato in vigore abrogando le norme tecniche precedenti.

Nella figura seguente si riporta la macrozonazione sismica della Campania dalla quale si evince che il Comune di Avellino è classificato dalla **D.G.R. n°5447/02** come 2<sup>a</sup> zona sismica (**Figura 2**).

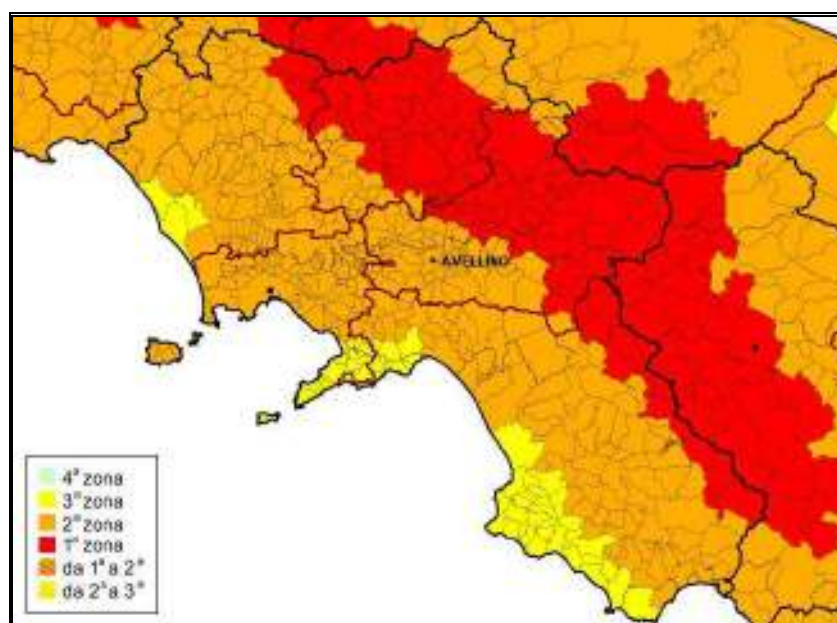
Nelle pagine successive si riportano i dati relativi alla microzonazione sismica dell'area effettuata secondo i dettami del **D.M. 17/01/2018**.



**Figura 1. Meccanismo di fagliazione prevalente atteso per le diverse ZS.**



**Figura 2. Macrozonazione sismica della Campania.**



## Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

### STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

La normativa tecnica ai sensi del D.M. 17/01/2018 prevede che le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ( $a_g$ ) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A) 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  $P_{V_R}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $T_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di tali parametri sono tabulati per punti (identificati attraverso le coordinate geografiche di latitudine e longitudine) e riportati in allegato al D.M. 14/01/2008. L'unione di tali punti costituisce il reticolo di riferimento del territorio italiano.

Per ciascun punto del territorio italiano interno a quattro punti noti, costituenti un quadrato, possono essere determinati i tre parametri ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c$ ) attraverso un procedimento di interpolazione lineare.

Nei confronti delle azioni sismiche si distinguono 4 tipologie di Stati Limite, 2 ascrivibili alla categoria degli Stati Limite di Esercizio (SLE) e 2 ascrivibili alla categoria degli Stati Limite Ultimi (SLU).

Stati Limite di Esercizio	Stati Limite Ultimi
<i>Stato Limite di Operatività (SLO)</i>	<i>Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)</i>
<i>Stato Limite di Danno (SLD)</i>	<i>Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)</i>

A ciascuno **SL** si associa una probabilità di superamento ( $P_{V_R}$ ) nel periodo di riferimento ( $V_R$ ). Tali valori sono riportati nella tabella sottostante.

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
SLE	SLO	81 %
	SLD	63 %
SLU	SLV	10 %
	SLC	5 %

#### CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla definizione delle seguenti categorie di

sottosuolo di riferimento:

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a  $800 \text{ m/s}$ , eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
- B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,eq}$  compresi *tra  $360 \text{ m/s}$  e  $800 \text{ m/s}$* .
- C. Deposit**i di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,eq}$  compresi *tra  $180 \text{ m/s}$  e  $360 \text{ m/s}$* .
- D. Deposit**i di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,eq}$  compresi *tra  $100 \text{ m/s}$  e  $180 \text{ m/s}$* .
- E. Terreni con caratteristiche e valori di  $V_{s,eq}$  riconducibili a quelle definite per le categorie C o D**, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Nelle definizioni precedenti il parametro  $V_{s,eq}$  rappresenta la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

- $h_i$  spessore [m] dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio [m/sec] nell'i-esimo strato;
- $N$  numero di strati;
- $H$  profondità del substrato [m], definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a  $800 \text{ m/s}$ .

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente



delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In tale lavoro, tenuto conto della prospezione geofisica a metodologia HVSR effettuata in sito, si può procedere con una classificazione in funzione del valore di  $V_{s,eq}$ .

In tale fase progettuale il parametro  $V_{s,30}$  è stato desunto da valori riportati in studi effettuati in aree limitrofe a quella in studio. Dall'analisi degli studi considerati ne discende un valore medio di  $V_{s,30} > 360$  m/s che fa assegnare all'area una **categoria di sottosuolo di tipo B**.

#### CATEGORIE TOPOGRAFICHE E COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA ( $S_T$ )

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni semplici si può adottare la seguente classificazione se la configurazione geometrica prevalente è bidimensionale (creste o dorsali allungate) ed è di altezza maggiore di 30 m. A ciascuna categoria topografica compete un coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	$S_T$
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,2
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove  $S_T$  assume valore unitario.

Nel presente lavoro tenuto conto della morfologia debolmente acclive dell'area (pendenza media  $<15\%$   $\Rightarrow$  inclinazione media  $<8,53^\circ$ ) si può assegnare una **categoria topografica T1** cui corrisponde un coefficiente  $\Rightarrow S_T = 1,0$ .

**Figura 3. Carta zonazione sismica. Scala 1:2.000**



## Conclusioni

Il presente lavoro, condotto ai sensi della normativa vigente in materia, ha permesso di giungere alla caratterizzazione sismica e topografica del sito di costruzione.

Sotto il profilo sismico al sito sono state assegnate la **categoria di sottosuolo B** e la **categoria topografica T1**.

Palma Campania, gennaio 2022

**GEOL. GIACOMO PESCE**

