



Città di Avezzano

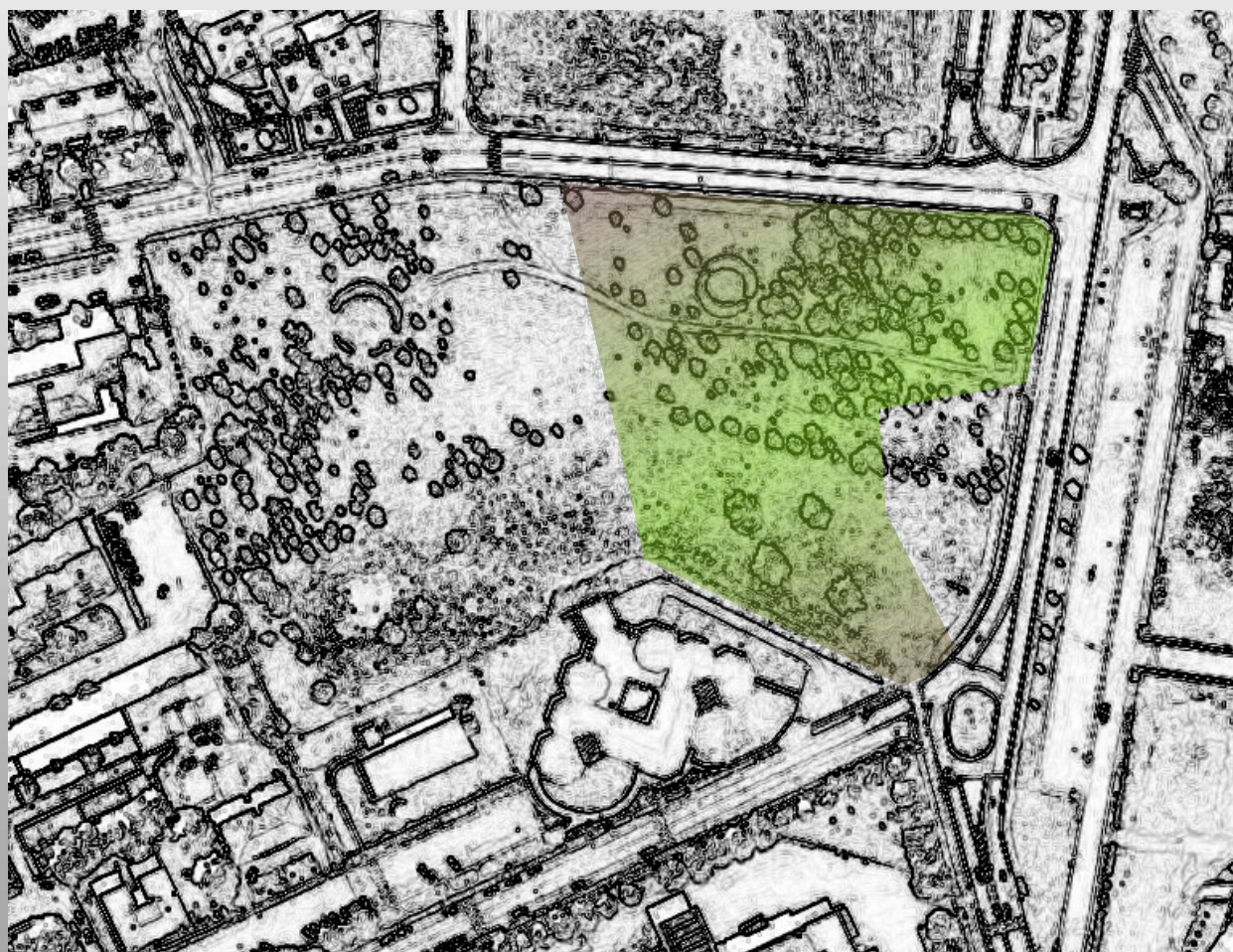
Con il patrocinio di:



Ordine degli Architetti
Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori
della Provincia dell'Aquila



ORDINE degli
INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DELL'AQUILA



IL FUTURO IN COSTRUZIONE.
L'INNOVAZIONE DIVENTA SCUOLA
SOSTITUZIONE EDILIZIA DELLA SCUOLA PRIMARIA
"GIOVANNI XXIII"

**CONCORSO DI PROGETTAZIONE IN DUE GRADI
MEDIANTE L'USO DI MATERIALI E TECNICHE A RIDOTTO IMPATTO AMBIENTALE
DURANTE IL CICLO DI VITA DELL'OPERA
CPV: 71221000-3U**

ALLEGATO 4.1: Relazione Geologica sulle indagini

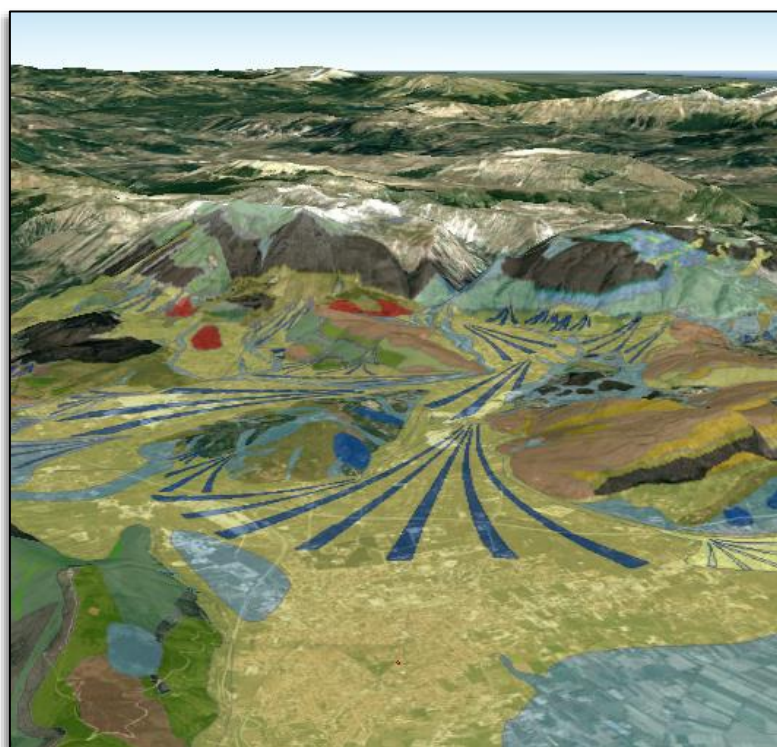
“Relazione geologica preliminare per la realizzazione di un nuovo edificio scolastico in sostituzione della scuola primaria Giovanni XXIII”.

CITTA' DI AVEZZANO



COMUNE DI AVEZZANO

(PROVINCIA DI L'AQUILA)



RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA

COMMITTENTE:

COMUNE DI AVEZZANO

Piazza della Repubblica 8,
Avezzano (AQ).

NOVEMBRE / DICEMBRE 2018

Studio di Geologia – Dott.ssa Geologa Camilla Di Bastiano

Avezzano (AQ) – Via Mons. Bagnoli, 23 – 67051

cel. 328-0861212 e-mail: camilledibastiano@gmail.com



COMUNE DI AVEZZANO
(PROVINCIA DI L'AQUILA)

PROGETTO: *Relazione geologica preliminare per la realizzazione di un nuovo edificio scolastico in sostituzione della scuola primaria Giovanni XXIII.*

COMMITTENTE: *Comune di Avezzano (AQ).*

CANTIERE: *Avezzano Via F.Parri / Via A.Moro.*

RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI



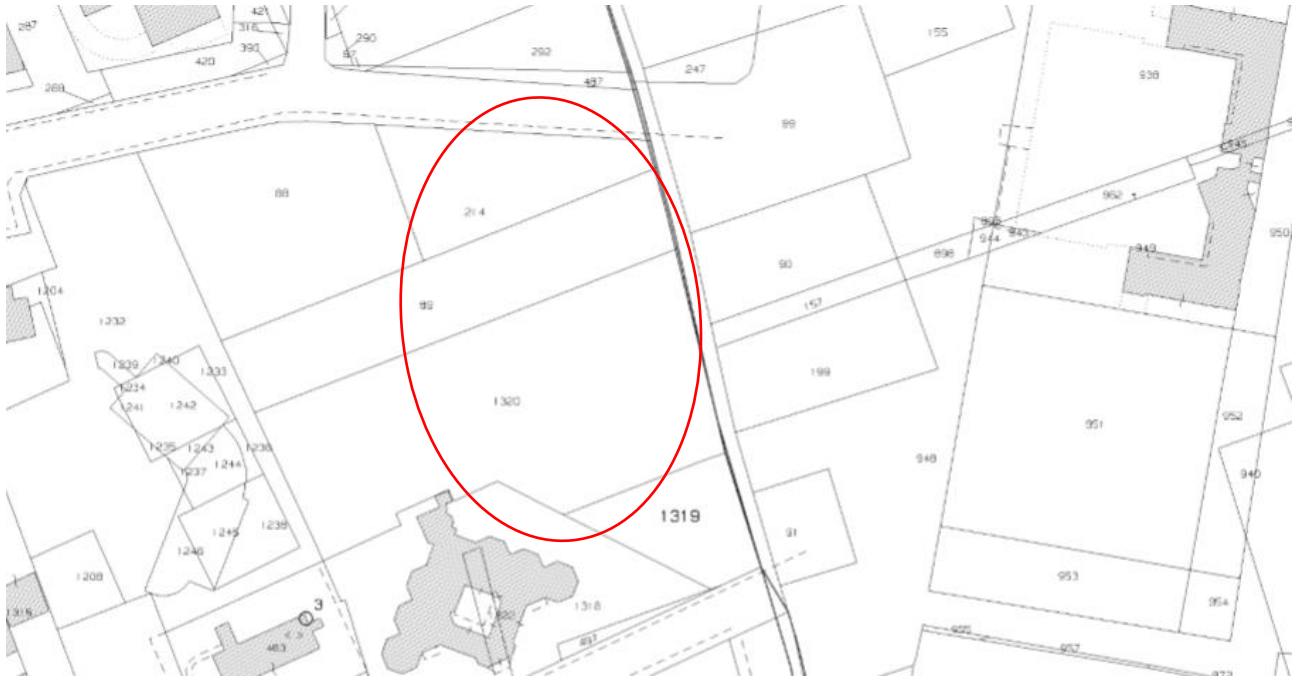
Il Geologo
Dott.ssa Camilla Di Bastiano

INDICE RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI

1. Premessa	1
2. Piano delle indagini	1
3. Inquadramento geografico e geomorfologico	4
4. Coerenza dell'opera con i vincoli e gli strumenti di pianificazione	5
4.1 <i>P.A.I.</i>	5
4.2 <i>Vincolo idrogeologico</i>	6
4.3 <i>Microzonazione sismica di primo livello</i>	7
5. Inquadramento geologico-strutturale regionale	9
6. Inquadramento geologico di dettaglio	11
7. Inquadramento idrogeologico	14
8. Classificazione sismica	18
8.1 <i>Classificazione sismica e valori di riferimento</i>	18
9. Modello geologico del sito	21
9.1 <i>Caratterizzazione geologico – tecnica dei terreni</i>	21
9.1.1 <i>Sondaggio a carotaggio continuo e stratigrafia del sito</i>	21
9.1.2 <i>Prova penetrometrica S.P.T.</i>	23
9.2 <i>Modello geologico-tecnico del sottosuolo</i>	24

1. PREMESSA

Nel mese di novembre 2018 la scrivente Dott.ssa Geol. Camilla di Bastiano (Albo dei Geologi Regione Abruzzo n° 575) su incarico dell'Amministrazione Comunale di Avezzano, ha effettuato uno studio geologico e sismico del sito ubicato nel Comune di Avezzano in un'area compresa tra Via F.Parri e Via A.Moro.



L'area, ricade nel Foglio 145 II SE della Cartografia IGM alla scala 1: 25.000 ed è compresa nel Foglio 368 "Avezzano" della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000.

2. PIANO DELLE INDAGINI

Lo studio effettuato è stato articolato in una serie di fasi. Tutte le fasi del programma di indagine sono state eseguite rispettando le *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - A.G.I. (1977)*.

L'elaborazione dei risultati delle prove è stata effettuata in aderenza alla vigente normativa tecnica, *Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare del 27.07.2018*. Come chiaramente richiesto dalle Norme Tecniche, il presente studio geologico è stato sviluppato in modo da fornire al progettista gli elementi di riferimento per inquadrare i problemi geotecnici e per definire, qualora dovesse ritenerlo necessario, un ulteriore piano di indagine. Poiché sul terreno in esame verrà edificato un complesso scolastico, l'opera ricade in **Classe d'uso III "Costruzioni il cui**

uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso." (NTC 2018 – 2.4.2).

Il lavoro è stato articolato come segue: in una prima fase di ricerca, raccolta e consultazione bibliografica, è stata svolta un'analisi dei lavori e delle cartografie già presenti in letteratura, con lo scopo di individuare le principali caratteristiche geologiche dell'area in esame in modo da poter pianificare le successive indagini geognostiche di sito e di laboratorio da effettuare, mirate al tipo di depositi presenti. Sono state consultate le carte geologiche alle varie scale di dettaglio, la cartografia idrogeologica del bacino del Fucino, le cartografie relative alla vincolistica (carta del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico – P.A.I. –, Carta del Vincolo Idrogeologico). Inoltre è stata consultata la Carta delle MOPS (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) relativa allo studio di Microzonazione Sismica di Livello I del Comune di Avezzano. Sulla base delle informazioni desunte da questa prima fase, è stato progettato un piano di indagini che include specifiche indagini geologiche, finalizzate alla ricostruzione del modello geologico.

Le indagini geognostiche effettuate per il sito in esame sono riportate nella seguente tabella:

PROVA	DESCRIZIONE	SCOPO DELLA PROVA	RISULTATI
Sondaggio a carotaggio continuo	Sondaggio geognostico fino alla profondità di 30 m. Esecuzione di prove in foro per determinare parametri geotecnici.	Ricostruzione della stratigrafia attraverso l'osservazione diretta del terreno.	<i>Relazione geologico – tecnica § 9.1.1 Allegato 2</i>
SPT (<i>Standard Penetration Test</i>)	La prova si esegue nel corso di una perforazione al fondo del foro di sondaggio e consiste nell'infiggere a percussione un campionatore di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante una batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,76 m.	Valutare la resistenza meccanica alla penetrazione espressa come numero di colpi N_{SPT} necessari a infiggere la punta del campionatore per una profondità di 45 cm separatamente in tre tratti da 15 cm.	<i>Relazione geologico – tecnica § 9.1.2 Allegato 3</i>
HVSR (<i>Horizontal to Vertical Spatial Ratio</i>)	Prova sismica indiretta passiva. Viene stimato il rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali e quello della componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.	Individuare le frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Si possono stimare sia gli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia gli effetti sulle costruzioni	<i>Relazione di modellazione sismica § 2.1.1 Allegato 5</i>

MASW <i>Multi-channel analysis of surface wave</i>	Prova sismica indiretta attiva. Vengono misurate le velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh e, attraverso un successivo processo di inversione, viene fornita una stima indiretta della distribuzione delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio). Si provvede attivamente all'energizzazione del terreno e la registrazione viene fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo	Ricavare il parametro Vs30 (velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m), parametro richiesto dalla nuova normativa sismica	<i>Relazione di modellazione sismica § 2.1.2 Allegato 4</i>
DownHole	Prova di sismica diretta. Il terreno viene energizzato in superficie e la registrazione avviene in foro tramite un geofono triassiale, ancorato a profondità via via crescenti, che registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x, y, z).	Misurare la velocità delle onde sismiche dirette che si propagano, dalla superficie nel terreno, in profondità.	<i>Relazione di modellazione sismica § 2.1.3 Allegato 6</i>

Le indagini effettuate hanno consentito di ricostruire con un buon grado di dettaglio la stratigrafia del sottosuolo, le condizioni idrogeologiche e le caratteristiche sismiche dei terreni interessati e, quindi, hanno permesso la definizione del modello geologico, del modello geologico –tecnico e del modello sismico del sito in esame.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio, è localizzata nel Comune di Avezzano tra via F. Parri e via A. Moro (Fig.2), ad una quota di circa 725 m s.l.m., nel settore nord-occidentale della Piana del Fucino che rappresenta un bacino endoreico di forma pressoché quadrangolare posto tra i rilievi dei Monti Sirente e Velino a NW ed i Monti della Marsica a SE.



Figura 2: Ubicazione dell'area in esame su ortofoto.

Il lotto è posto nel Foglio 145 II SE della Cartografia IGM alla scala 1: 25.000 (Fig.3).

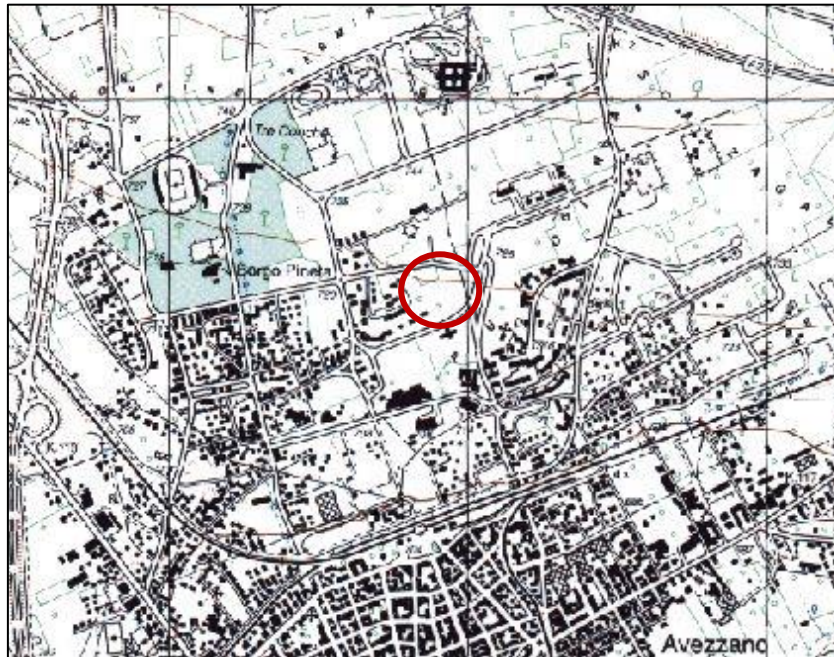


Figura 3: Stralcio della Carta Topografica scala 1:25000 IGM Abruzzo.

Dal punto di vista morfologico, l'area oggetto dell'intervento, è caratterizzata da un lieve pendio che rappresenta una zona di raccordo tra un'area pianeggiante a S, un tempo occupata dall'antico Lago del Fucino (Conca del Fucino) che sale verso W e verso NW fino ad incontrare una dorsale calcarea, e verso NE fino ad incontrare i sedimenti di una conoide alluvionale.

Nell'evoluzione della Piana del Fucino sono prevalsi i fenomeni di accumulo sedimentario rispetto a quelli di erosione. Forme legate a fenomeni di prevalente erosione hanno, tuttavia, una loro rilevanza per la fascia di territorio che circonda l'alveo lacustre bonificato (GIRAUDI C., 1986).

Le principali forme di accumulo sono rappresentate dalle superfici dei sedimenti lacustri, talora terrazzate, dai conoidi fluviali e fluvio-glaciali dei corsi d'acqua immissari del lago, dalla fascia detritica di raccordo tra la piana lacustre bonificata ed i versanti circostanti, dalla piana corrispondente alla depressione del lago storico e dai cordoni litorali presenti sui margini. La genesi ed il modellamento di tali morfologie possono essere infatti relazionati al prevalere dei processi di sedimentazione su quelli di erosione. Le principali forme erosive delle aree della piana sono prevalentemente rappresentate da piattaforme di abrasione lacustri, su calcari e su sedimenti alluvionali e lacustri, a da glacies di erosione, legati all'azione erosiva areale operata dalle acque di scorrimento superficiale (GIRAUDI C., 1988).

4. COERENZA DELL'OPERA CON I VINCOLI E GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

4.1 P.A.I

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto *dall'Autorità di Bacino del Liri – Garigliano - Volturno*, viene definito dal legislatore (art. 17 della L. 183/89, Legge Quadro in materia di difesa del suolo), come *“strumento conoscitivo, normativo e tecnico – operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato”*.

Dall'analisi delle carte della pericolosità e del rischio da frana ed idraulico, nell'area oggetto di studio non risultano processi morfogenetici in atto e quindi essa non rientra in nessuna delle classi di rischio e pericolosità segnalate dal PAI (Fig.4).

Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico

Rischio di frana



Carta degli scenari di rischio

*Comune di
Avezzano*



*Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno*

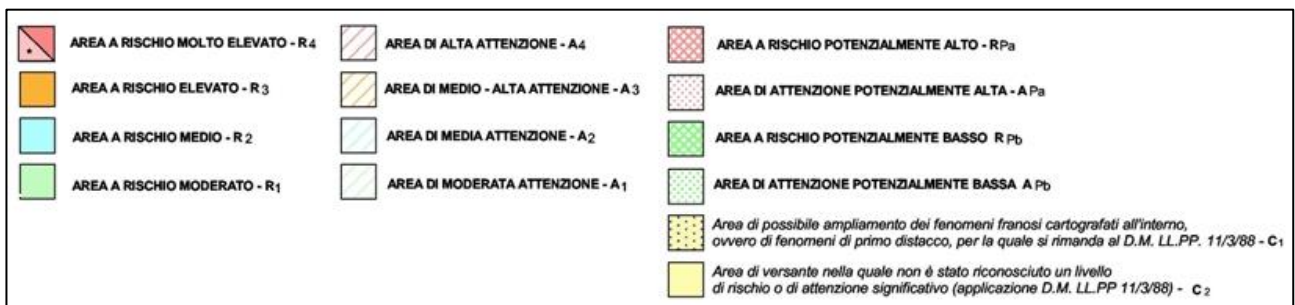


Figura 4: Stralcio PAI, carta del Rischio Idrogeologico, Autorità di Bacino del Liri – Garigliano - Volturno.

4.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il Vincolo Idrogeologico, istituito con il R.D.L. 30 dicembre 1923 n. 3267, ha come scopo principale quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di impedire forme di utilizzazione che possano determinare denudazione, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, turbamento del regime delle acque ecc., con possibilità di danno pubblico. Partendo da questo presupposto detto Vincolo, in generale, non preclude la possibilità di intervenire sul territorio.

L'area in esame non risulta essere sottoposta a vincolo idrogeologico (Fig. 5).



Figura 5: Stralcio della Carta del Vincolo Idrogeologico (da <http://geoportale.regione.abruzzo.it>)

4.3 MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO

Analizzando la cartografia realizzata in occasione degli studi di Microzonazione Sismica di I Livello per il comune di Avezzano (carta delle MOPS - *Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*), l'area ricade nella Tav. 1 in corrispondenza della *Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione Locale* denominata Zona 13 (Fig. 6). Come è possibile osservare dalla legenda di tale cartografia, alla Zona 13 è attribuibile una stratigrafia caratterizzata dalla presenza di ghiaia, ghiaia sabbiosa per uno spessore variabile da 60 m a monte di quota 730 m s.l.m. a 10-30 m in diminuzione verso valle; al di sotto sono presenti argille e limi fino ad una profondità compresa tra i 100 e i 210 m, con possibile inversione delle velocità delle onde di taglio, per poi riscontrare la presenza di un substrato stratificato.

Relazione Geologica Sulle Indagini



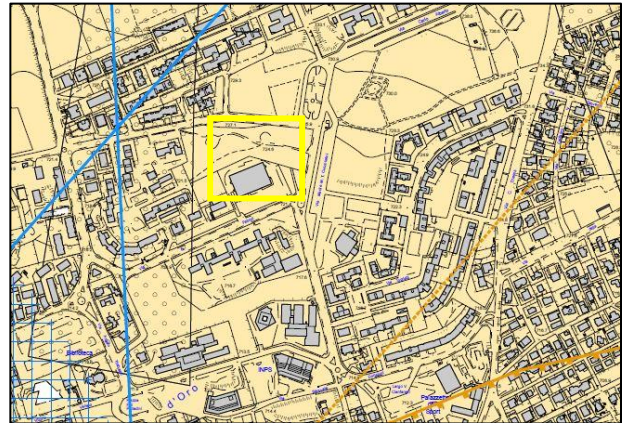
Progetto Pilota per la Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Avezzano

MICROZONAZIONE SISMICA di Livello 1



Legenda

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle Frequenze di Risonanza



Nota topografica: CTR 1/5. 2007 elaborata dall'Istituto Cartografico della Regione Abruzzo - Servizio di Rilievo Geografico WGS 1984 Procr 1/50

REGIONE ABRUZZO Comune di Avezzano (AQ)



Validazione del Tavolo Tecnico MZS

GRUPPO DI LAVORO	
COORDINATORE Prof. Paolo Boncio (1)	
INDAGINI GEOLOGICHE	INDAGINI HVSR
Dott. Fabrizio Caladini (2)	Dott. Giuliano Milana (Resp.) (2)
Dott. Gianluigi Rosatelli (1)	Dott.ssa Daniela Farnani (2,4)
Dott. Toni Mancini (5)	Dott. Fabrizio Cara (2)
Dott.ssa Deborah di Nardo (3)	Dott. Giuseppe Di Giulio (3)
Dott. Marco Francescone (1)	Dott. Maurizio Vassallo (3)
Dott. Mauro Nardone (1)	

RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA E ARCHIVIAZIONE INFORMATICA

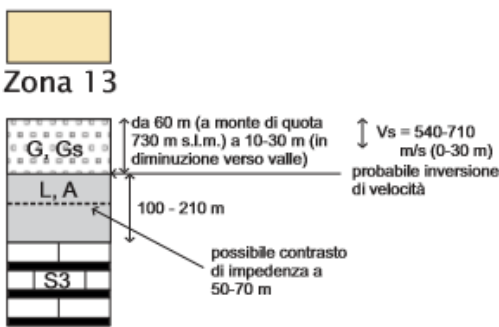
1 - Università di Chieti-Pescara, DiSPUter, Sez. Geologia e Archeologia
 2 - INGV - Roma
 3 - INGV - L'Aquila
 4 - Università di Genova, DISTAV
 5 - Libero professionista
 6 - REG.GEA srl - Agen DIF UCA

Frequenze di Risonanza

F0 (Hz)	A0	F1 (Hz)	A1
● nessun picco significativo	○ < 2.0	■ 0.5 - 0.9	□ < 2.0
● 0.5 - 0.9	○ 2.0 - 2.9	■ 1.0 - 2.4	□ 2.0 - 2.9
● 1.0 - 2.4	○ 3.0 - 3.9	■ 2.5 - 4.9	□ 3.0 - 3.9
● 2.5 - 4.9	○ 4.0 - 4.9	■ 5.0 - 7.4	□ 4.0 - 4.9
● 5.0 - 7.4	○ ≥ 5.0	■ 7.5 - 9.9	□ ≥ 5.0
● 7.5 - 9.9		■ 10.0 - 14.9	
● 10.0 - 14.9		■ 15.0 - 20.0	
● 15.0 - 20.0			

● P335 - Codice sito puntuale (vedi Carta delle Indagini)
 1,1 - Frequenza fondamentale (F0)

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Tessiture prevalenti delle COPERTURE	Sigle delle tessiture
nessun retino	G = ghiaia
Limo e/o Argilla	S = sabbia
Sabbia	L = limo
Ghiaia e Sabbia	A = argilla
Ghiaia	T = torba
Ghiaia	a = argilloso
Conglomerato/Breccia (Br)	l = limoso
Molto incerta	s = sabbioso
	g = ghiaioso

S1: Substrato lapideo stratificato

S3: Substrato, alternanza di litotipi (25%<L<75%), stratificato (probab. $V_s < 800$ m/s)

Altri elementi

a Liquefazioni: a) indizi a seguito del terremoto del 1915 (Oddone, 1915; Catalogo liquefazioni di Galli, 2000); b) e evidenze da indagini paleosismologiche (Castenetto & Galadini Eds, 1999).

A A' Traccia di sezione geologica

Elementi strutturali

- Faglia diretta Attiva e Capace (a tratteggio se l'ubicazione della traccia è incerta)
- Faglia diretta Potenzialmente Attiva e Capace (a tratteggio se l'ubicazione della traccia è incerta)
- 150 Isocroni del tetto del substrato (in millisecondi, tempi doppi) da Cavinato et alii (2002, modificato)

Figura 6: Carta delle MOPS per il Comune di Avezzano. In giallo è riportata l'area oggetto di studio.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE REGIONALE

L'area abruzzese è il risultato della deformazione e del sollevamento, di una serie di domini paleogeografici mesozoici marini sviluppati lungo il margine settentrionale africano e della loro evoluzione successiva nel corso del processo di costruzione del settore centrale della catena appenninica, sviluppato nel Neogene (in maniera particolare tra il Miocene medio ed il Pliocene inferiore). L'articolata evoluzione dell'area abruzzese, prima sottomarina, poi subaerea, ha dato origine ad una serie di dorsali (Velino-Sirente, Marsica, Gran Sasso, Morrone, Maiella), costituite prevalentemente da materiali carbonatici, e di depressioni "conche intermontane" (Piana del Fucino, Piana di Sulmona, Conca Aquilana) riempite da una potente coltre di depositi detritici alluvionali e lacustri che colmano le aree più depresse (Fig. 7).

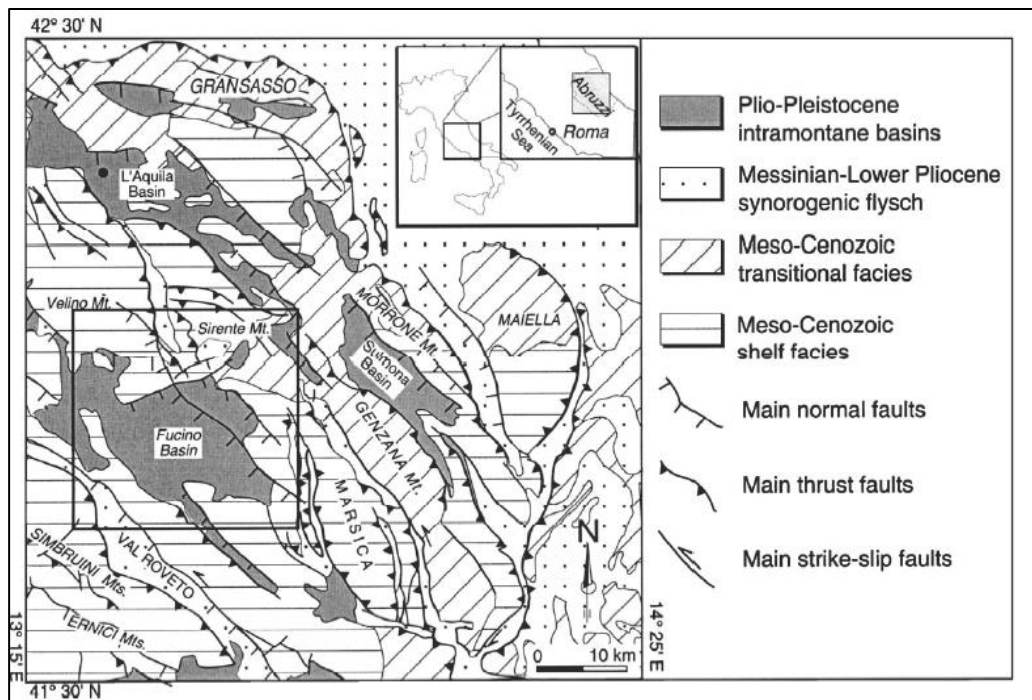


Figura 7: Schema geologico strutturale dell'Appennino centrale. CAVINATO *et alii*, 2002.

La Piana del Fucino è uno dei bacini tettonici intermontani più estesi dell'Italia peninsulare, la cui superficie piana contrasta con i rilievi circostanti: le catene montuose del Monte Velino a NW, del Sirente a NE, della dorsale Serralunga a SW e dal gruppo della Montagna Grande a S. La conca, nella zona Avezzano-San Pelino, si apre verso i Piani Palentini da cui la separa una modesta soglia, posta a circa 720 m di quota. Il bacino era occupato da un lago che si estendeva per una superficie di 150 Km² che venne prosciugato per ottenere terreno agricolo. Il sottosuolo del bacino è prevalentemente costituito, per uno spessore di oltre 1000 m, da depositi fini di origine lacustre e da depositi grossolani di origine alluvionale del Pliocene superiore-Olocene che ricoprono in discordanza le sequenze

carbonatiche Meso-Cenozoiche e le sequenze terrigene Neogeniche (CAVINATO *et alii*; 2002) che sono il risultato di diversi episodi sedimentari distinti intervallati a fasi erosive (RAFFY, 1970 e 1982; BERTINI E BOSI, 1976 e 1978; GIRAUDI, 1986). Le oscillazioni del Lago durante il Pleistocene e l'Olocene, causate dall'interferenza di fattori climatici con eventi tettonici, hanno modellato il paesaggio. Durante il Pleistocene sui rilievi si sono prodotte a più riprese, soprattutto in coincidenza con le fasi di clima freddo e arido, quantità notevoli di materiali detritici e di frana che venivano rielaborati dalle acque correnti superficiali a generare vasti conoidi alluvionali, come quelli di Valle Majelama, alimentati anche da materiali detritici di provenienza glaciale. Dal punto di vista tettonico strutturale la Piana risulta essere collocata all'incrocio di importanti strutture a direzione appenninica ed antiappenninica e caratterizzata da una elevata sismicità messa in evidenza dal grande terremoto del 1915 (GIRAUDI; 1988). La Piana, ricade all'interno della categoria delle "conche intermontane" dell'Appennino centro-settentrionale, classicamente considerate come il prodotto di una tettonica prevalentemente estensionale che ha agito nell'area durante il corso del Plio-Pleistocene. I principali motivi tettonici presenti nell'area, ai quali è riferibile una attività recente e che hanno condizionato l'evoluzione neotettonica della piana, sono prevalentemente ubicati in corrispondenza del margine orientale e settentrionale della depressione. Nel settore orientale si ha la presenza del sistema di faglie della S.S. Marsicana e di S. Benedetto dei Marsi – Gioia dei Marsi (direzione NW-SE) caratterizzate da movimenti con componente prevalentemente distensiva ed attività olocenica. Nel settore settentrionale della Piana del Fucino sono presenti faglie ad attività quaternaria con direzione NW – SE ed E – W, tra le quali rientra la faglia Avezzano – Celano, attiva negli ultimi 20000 anni (GALADINI & GIULIANI; 1995) (Fig. 8).

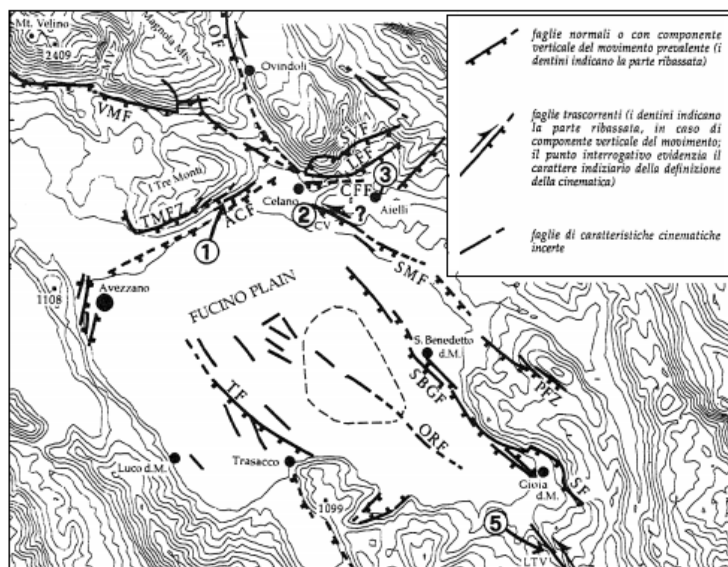
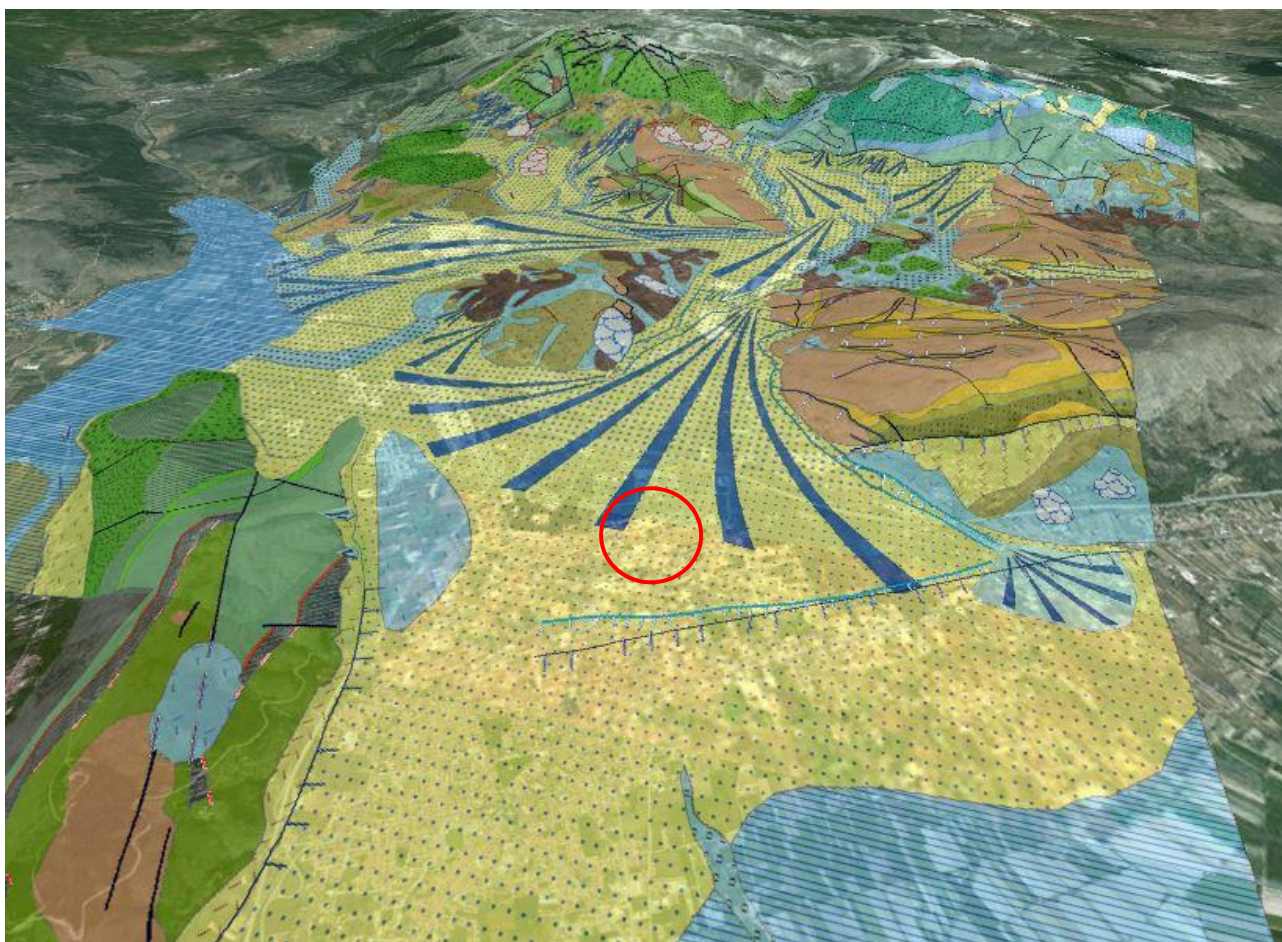


Figura 8: Schema delle principali faglie ad attività quaternaria. GALADINI & GIULIANI, 1995.




6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

L'abitato di Avezzano è ubicato in una zona caratterizzata da una morfologia sostanzialmente pianeggiante ed è situato in corrispondenza del margine nord occidentale della Piana del Fucino. Dal punto di vista geomorfologico l'intera area è distinta in una zona pressoché pianeggiante a sud dell'abitato, in corrispondenza della parte centrale dell'antico lago; qui le quote si attestano su 650 m s.l.m.. I depositi presenti sono caratterizzati essenzialmente da sedimenti di origine lacustre (limi argillosi verso il centro e sabbie con ghiaie verso i margini). A questa fascia segue un'area debolmente inclinata che fa da transizione verso un dominio prettamente calcareo della serie laziale – abruzzese; tale dominio costituisce l'ossatura delle dorsali carbonatiche che bordano la conca del Fucino ed è caratterizzato anche dalla presenza di sedimenti detritico-colluviali poggiati in eteropia su di esso. Per quanto riguarda invece la zona di transizione, in corrispondenza della quale sorge la maggior parte del territorio comunale, è caratterizzata da superfici perlopiù pianeggianti con quote comprese tra i 670 e i 720 m s.l.m.; qui ai depositi lacustri prevalentemente sabbioso – ghiaiosi di facies litoranea legati a livelli più alti raggiunti dalle acque del lago del Fucino, si intercalano estesi accumuli di depositi limoso – sabbiosi e sabbioso – ghiaiosi di origine fluvio - glaciale e provenienti dall'erosione del massiccio del Velino – Magnola (Fig.9).





LEGENDA


Pleistocene - Olocene

-  OLO - DEPOSITI OLOCENICI - ATTUALI
-  AVM - SINTEMA DI VALLE MAJELAMA
-  AP - SUPERSINTEMA AIELLI - PEScina












Miocene

-  UAPd - COMPLESSO TORBIDITICO ALTOMIOCENICO LAZIALE-ABRUZZESE auctt.pars - UNITA' ARENACEO-PELITICA - as sociatione pelitico arenacea
-  CBZ3 - CALCARENITIA BRIOZOI E LITOTAMNI


Paleocene-Eocene















-  CFR 1/1a - CALCARENITIA MACROFORAMINIFERI

Cretacico

-  CTNd - CALCARI CRISTALLINI - associazione calcarenitico-calciruditea
-  BIC - CALCARI BIOCLASTICI AD IPPURITI E CORALLI
-  RDT - CALCARI A RADIOLITIDI
-  IBX - CALCARI INTRABAUXTICI
-  CIR - CALCARI CICLOTOMICI A REQUENIE
-  CMS - CALCARI E MARNE A SALPINGOPORELLA DINARICA E CAROPHYTA
-  RDO - CALCARI A RUDISTE E ORBITOLINE
-  RCO - CALCARIAA REQUENIE, CAPROTINE, OSTREIDI
-  CDG - CALCARI CICLOTOMICI A GASTEROPODI
-  CCD - CALCARI A CORALLI E DICERATIDI
-  ECC - CALCARI CRISTALLINI AD ECHINODERMI E CORALLI

Giurassico

-  ELL - CALCARI AD ELLIPSACTINIE

-  Faglia
-  Faglia probabile
-  Faglia diretta e trasversiva
-  Sovrascorrimento principale
-  Faglia inversa o sovrascorrimento secondario
-  Superficie assiale di anticlinale
-  Orlo di terrazzo (alluvionale e di erosione lacustre)
-  Primo orizzonte bauxitico
-  Secondo e terzo orizzonte bauxitico
-  Orlo di scarpata di frana
-  Trincea di DGPV
-  Corpo di frana con evidenze di attività recente
-  Corpo di frana senza evidenze di attività recente
-  Conoide alluvionale

Sovrasegni delle facies sedimentarie quaternarie






-  Depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi
-  Till indifferenziato
-  Depositi detritici di versante contestitura medio-fine
-  Depositi eluvio-colluviali a granulometria mista
-  Depositi lacustri prevalentemente silteso-argillosi

Figura 9: Carta geolitologica e relativa legenda con indicate le litologie affioranti nella zona di Avezzano, realizzata per questo lavoro con l'ausilio della cartografia geologica presente in letteratura: Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 Foglio "Avezzano" e dei DTM (*Digital Terrain Model*) 20*20 reperibili sul Geoportale della Regione Abruzzo all'indirizzo internet <http://geoportale.regione.abruzzo.it/>

Dal punto di vista geologico, i litotipi presenti nella zona sono individuabili e descritti nella **Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 Foglio 368 Avezzano** (Fig.10). In affioramento sono rinvenibili i depositi appartenenti al *Sintema di Valle Majelama* (AVM) e depositi olocenici attuali (OLO).



OLO: OLOCENE –ATTUALE Depositi alluvionali prevalentemente ciottoloso-sabbiosi e subordinatamente sabbioso-limosi. Depositi lacustri e palustri argilloso-limosi talora con lenti organiche. Depositi detritici di versante. Depositi eluvio – colluviali con detriti immersi in matrice limoso argillosa e suoli sepolti, talora contenenti resti archeologici. Depositi di frana. Possono essere presenti relazioni laterali di facies e discordanze angolari minori. Giacciono in discordanza angolare sul sistema più antico.

AVM: SINTEMA DI VALLE MAJELAMA – Depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-siltosi con talora una abbondante frazione piroclastica. Depositi detritici di versante, depositi glaciali, separati da discordanze angolari minori associate o meno a suoli sepolti. Depositi di frana sepolti. Giacciono in discordanza angolare sul sistema più antico e talora su un paleosuolo fersiallitico.

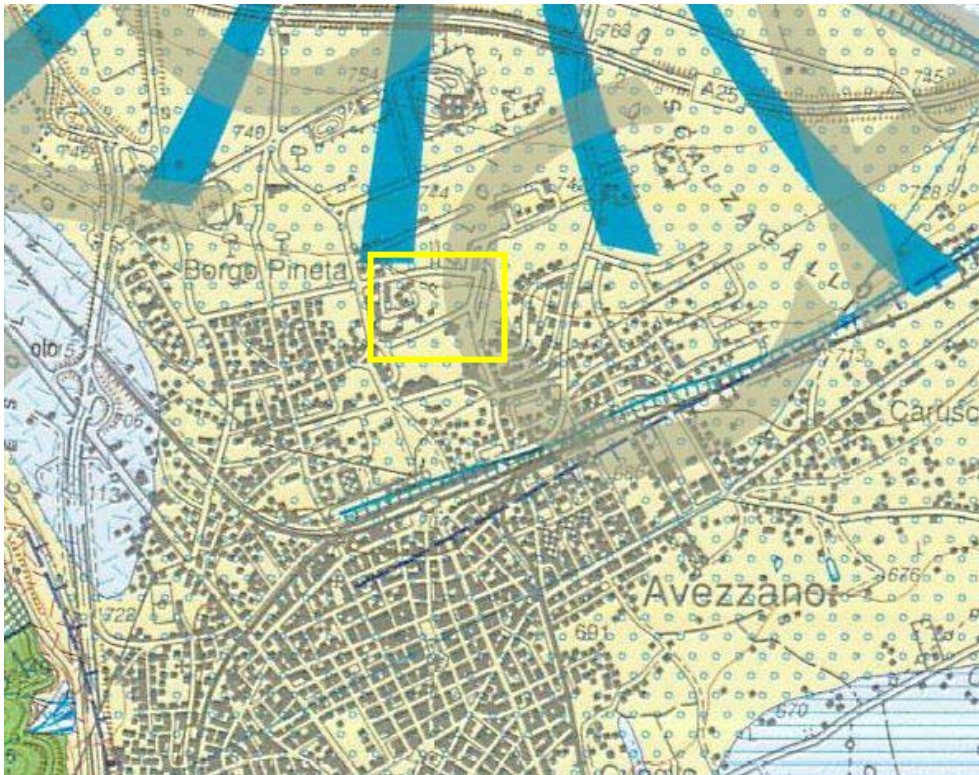


Figura 10: Stralcio della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000. Il rettangolo in giallo indica l'area oggetto di studio.

7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La Piana del Fucino comprende l'area emersa in seguito allo svuotamento dell'omonimo lago, la cui bonifica è stata realizzata in modo definitivo nel secolo scorso. L'area è caratterizzata da un reticolo regolare di fossi che sfociano nel collettore principale il quale, presso l'Incile, imbocca una condotta sotterranea fino al fiume Liri. I limiti del bacino alluvionale del Fucino sono rappresentati da massicci carbonatici, sede di acquiferi ad alta produttività, caratterizzati da una attiva circolazione idrica sotterranea che trova recapito nei fronti sorgentizi allineati ai margini della piana stessa (COLOMBANI *et alii*; 2007) tra i quali possono essere annoverati quelli di Trasacco, Ortucchio, Venere e quello di Celano utilizzato a scopo idropotabile, industriale ed irriguo. L'assetto idrogeologico della Piana del Fucino risulta essere fortemente condizionato dalla struttura geologica di questa porzione dell'Appennino centrale, caratterizzata da un assetto geotettonico caratteristico di bacino intramontano, superficialmente chiuso, con settori della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese dislocati da faglie con direzione appenninica e E-W, a delimitare morfologicamente una conca di sprofondamento che si è progressivamente riempita di sedimenti fluvio-palustri, colluviali e torrentizi.

Il bacino non ha un emissario superficiale per cui il suo scambio idrico con gli altri sistemi idrogeologici vicini avviene solo sotterraneamente.

La struttura geologica del bacino vede la presenza di due principali domini (PETITTA & BURRI; 2006) (Fig. 11): il **dominio carbonatico** che è rappresentato dai rilievi circostanti la Piana ed è caratterizzato da una elevata permeabilità per fessurazione e carsismo. Espressione di questo dominio sono i principali acquiferi in grado di immagazzinare cospicui quantitativi di acque di infiltrazione (infiltrazione efficace maggiore di 800 mm/anno). **Dominio detritico – alluvionale:** è costituito dai depositi di riempimento plio – quaternari, la cui permeabilità risulta variabile in funzione della granulometria dei depositi. Tale dominio ospita una circolazione idrica sotterranea distribuita su più livelli e la presenza di depositi lacustri argillosi e limosi in superficie, può determinare la presenza di falde localmente in pressione fino ad artesiane. Rientrano all'interno di questo secondo dominio anche i depositi detritici sepolti ed affioranti ai bordi della piana che, oltre a rappresentare il raccordo morfologico tra gli acquiferi carbonatici ed i depositi alluvionali, possono svolgere funzione di trasferimento idrico sotterraneo dagli acquiferi carbonatici verso le falde contenute nei depositi alluvionali fluvio-lacustri. In quest'ottica, la Piana del Fucino andrebbe quindi a costituire una unità idrogeologica ben distinta, caratterizzata da una propria circolazione idrica e da proprie caratteristiche di permeabilità (PETITTA & BURRI; 2006).

La Piana del Fucino è costituita prevalentemente da una matrice limoso – sabbiosa che passa via via a termini francamente argillosi verso il centro ed a termini più grossolani verso il bordo dove, fra le propaggini dei massicci carbonatici e la Piana stessa, sono presenti numerose conoidi ghiaiose (CARDARELLI *et alii*; 2003).

Ne consegue che in poche centinaia di metri vi possono essere variazioni orizzontali di permeabilità di parecchi ordini di grandezza, cosicché la struttura dei corpi alluvionali è molto complessa a piccola scala (con interdigitazioni e corpi lenticolari) mentre alla scala del bacino i complessi idrogeologici hanno forma pressoché tabulare (COLOMBANI *et alii*; 2007).

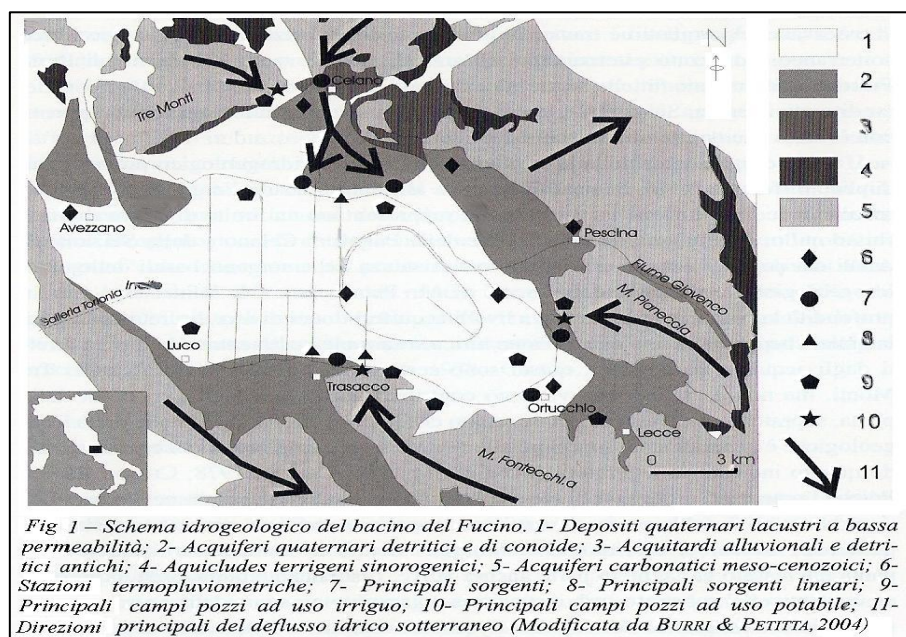


Figura 11: Schema idrogeologico del bacino del Fucino. PETITTA & BURRI, 2005.

Nell'area in esame, seguendo il lavoro di PETITTA & BURRI; 2006, possono essere distinti cinque principali complessi idrogeologici (Fig.12):

- ✓ **Complesso dei depositi lacustri attuali** caratterizzato da una permeabilità per porosità estremamente bassa e costituiscono l'aquiclude della circolazione idrica sotterranea nella piana. Questi depositi confinano superiormente la falda in pressione della piana del Fucino e limitano l'infiltrazione efficace in profondità sia delle acque superficiali, sia dei potenziali inquinanti di origine agricola.
- ✓ **Complesso dei depositi detritico – alluvionali recenti** caratterizzato da una permeabilità per porosità variabile (in funzione della granulometria), generalmente medio-alta. È sede di falde freatiche di limitata estensione e potenzialità a luoghi sospese. Spesso costituisce zona di

raccordo tra l'acquifero carbonatico e il fondovalle lacustre, determinando un travaso sotterraneo alimentante sorgenti poste al limite con il complesso dei depositi lacustri attuali.

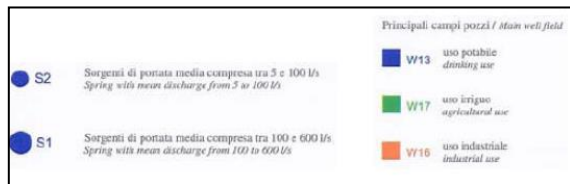
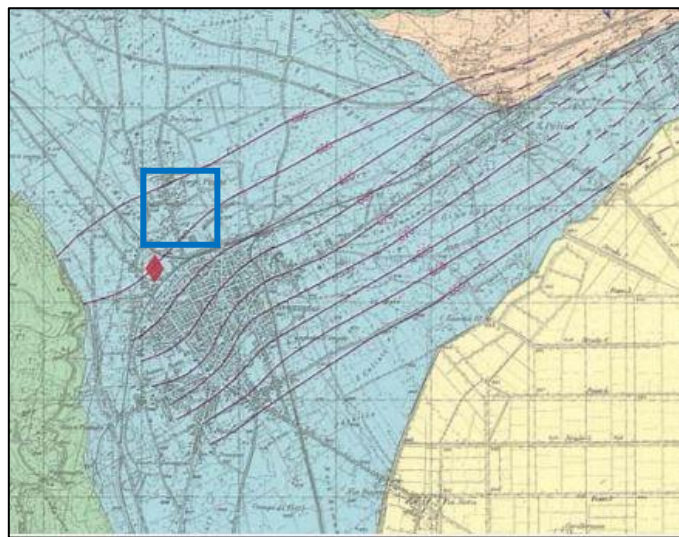
- ✓ **Complesso dei depositi detritico-alluvionali antichi** caratterizzato da permeabilità variabile in funzione della granulometria, generalmente medio – bassa. Costituisce un aquitard che localmente può contenere falde di limitata estensione e potenzialità. Non impedisce il travaso dagli acquiferi carbonatici verso il fondovalle, ma il contrasto di permeabilità con il complesso dei depositi detritico – alluvionali recenti, generalmente più permeabile, determina la presenza di sorgenti di portata limitata (pochi litri al secondo). L'infiltrazione efficace è limitata e concentrata nelle frazioni a granulometria grossolana.

- ✓ **Complesso dei depositi arenaceo marnosi** caratterizzato da una permeabilità per porosità estremamente bassa e può ospitare falde localizzate solo in corrispondenza delle zone ad elevata densità di fratturazione. Il complesso separa le diverse strutture idrogeologiche dei rilievi circostanti la piana. Essendo scarsamente affiorante, non rappresenta un elemento determinante nella circolazione idrica sotterranea della piana, ma ne costituisce il substrato impermeabile, in particolare al di sotto del settore centrale della piana stessa. L'infiltrazione efficace può essere considerata trascurabile.

- ✓ **Complesso dei depositi carbonatici** caratterizzati da una permeabilità elevatissima per fratturazione e localmente anche per carsismo. E' l'acquifero principale, al quale attingono i più importanti campi pozzi della zona e che alimenta le sorgenti poste alla base dei rilievi. Nel settore settentrionale è origine del travaso verso acquiferi e aquitard detritico – alluvionali.

Da quanto detto può, quindi, essere determinato uno schema di circolazione idrica sotterranea della Piana del Fucino, che prevede la presenza di un acquiclude superficiale costituito dai depositi lacustri pleistocenici e olocenici (di spessore anche superiore ai 100 metri). Gli acquiferi carbonatici che circondano la depressione alimentano (soprattutto sul versante settentrionale) i depositi detritici nel caso in cui il contrasto di permeabilità non sia molto elevato, ne consegue la presenza di sorgenti di portata limitata localizzate al limite con l'aquiclude della piana. Al di sotto di questa situazione, si ha invece la presenza di un acquifero multifalda con eteropie laterali e verticali a diversa permeabilità, contenente una falda in pressione che riceve l'apporto sia dagli acquiferi carbonatici, sia dal substrato carbonatico sepolto.

Relazione Geologica Sulle Indagini



COMPLESSI IDROGEOLOGICI - HYDROGEOLOGICAL COMPLEX

Complesso dei depositi lacustri attuali
Lacustrine deposit complex
 Depositi lacustri limosi e argillosi depositi dal Lago Fucino fino al suo proscioglimento (Pleistocene superiore - Olocene). In profondità sono interdigitati con i depositi detritico-alluvionale recente. Permeabilità per porosità estremamente bassa. Costituiscono l'acquicludo della circolazione idrica sotterranea nella Piana. Confine superiormente la falda in pressione della Piana del Fucino. Limitano l'infiltrazione efficace in profondità, sia delle acque superficiali sia dei potenziali inquinanti di origine agricola. Silt and clay lacustrine deposits of Fucino Lake before reclamation (Upper Pleistocene - Holocene). Below the surface these deposits are interbedded with the alluvial and detrital deposits. Porosity permeability is extremely low. It is the aquiclud of groundwater circulation of the Plain, bounding basal groundwater of the Fucino Plain. Infiltration of surface waters and agricultural pollutants into groundwater is limited by this complex.

Complesso dei depositi detritico-alluvionali recenti
Recent alluvial and detrital deposit complex
 Depositi alluvionali fluvis-lacustri, conoidi di deiezione, depositi detritici di versante scarsamente o non cementati, depositi detritico-colluviali e terre rosse (Pleistocene superiore - Olocene). In profondità sono intercalati con i depositi lacustri attuali. Nelle facies di versante possono essere attualmente in fase di deposizione. L'ampia gamma granulometrica, dalle ghiaie ai limi argillosi, determina una permeabilità variabile per porosità, generalmente medio-alta. In qualità di acquifero secondario, è sede di falde fratture di limitata estensione e potenzialità, a larghi sospesi. Spesso costituisce zona di raccordo tra l'acquifero carbonatico e il fondovalle lacustre, determinando un travaso sotterraneo alimentare sorgenti poste al limite con il complesso dei depositi lacustri attuali. Localmente l'infiltrazione diretta può essere elevata e, in area agricola, può determinare il veicolamento di potenziali inquinanti verso la falda. Alluvial and lacustrine deposits, alluvial fans, detrital fans, colluvium and red earths (Upper Pleistocene - Holocene). They are interbedded with the lacustrine complex. Along the slopes they are sedimenting. The porosity permeability shows a large range of variability, with predominant medium-high permeability, constituting a secondary aquifer. Frequently, groundwater seepage from carbonate aquifers to alluvial-lacustrine aquifers are observed, fed by springs located at the boundary of the lacustrine complex. High infiltration values could facilitate ingestion of potential pollutants to the groundwater.

Complesso dei depositi detritico-alluvionali antichi
Ancient alluvial and detrital deposit complex
 Successione eterometrica caratterizzata da depositi lacustri argilloso-limoso-sabbiosi, depositi fluviali terrazzati ghiaioso-sabbiosi, breccie carbonatiche di versante anche ben cementate, depositi coetanei contenenti blocchi di grandi dimensioni, affioranti esclusivamente nel settore settentrionale (Pliocene superiore - Pleistocene superiore). Permeabilità variabile in funzione della granulometria, generalmente medio-bassa. Costituisce un acquifero che, localmente, può contenere falde di limitata estensione e potenzialità. Non impedisce il travaso dagli acquiferi carbonatici verso il fondovalle, ma il contrasto di permeabilità con il complesso dei depositi detritico-alluvionali recenti, generalmente più permeabile, determina la presenza di sorgenti di portata limitata (pochi litri al secondo). L'infiltrazione efficace è limitata e concentrata nelle frazioni a granulometria grossolana. Estremamente depositi with lacustrine and silt-clay, terraced gravel-sand, slope breccia, chaotic deposits) outcropping on the northern border of the Plain (Upper Pliocene - Upper Pleistocene). The medium-low permeability depends on the granulometry. This aquifer could contain only poor groundwater. It allows groundwater seepage to the Plain and it is fed only by spring with very low discharge (few liters per second). Infiltration is very low and concentrated into the gravel and the breccia.

Complesso dei depositi arenaceo-marnosi
Arenaceous-marly deposit complex
 Depositi terrigeni sinorogениci, caratterizzati da arenarie in banchi alternate a sequenze marnoso-argillose in strati (Miocene superiore). La permeabilità per porosità e fratturazione, estremamente bassa, aumenta in corrispondenza delle zone fratturate. Può ospitare soltanto falde localizzate in corrispondenza delle zone ad elevata densità di fratturazione. Separa diverse strutture idrogeologiche dei rilievi circostanti la Piana. Essendo scarsamente affiorante, non rappresenta un elemento determinante nella circolazione idrica sotterranea della Piana. Costituisce il substrato impermeabile al di sotto del settore centrale della Piana. L'infiltrazione efficace può essere considerata trascurabile. Arenaceous and marly-clayey deposits (Upper Miocene). The low permeability increases only in the fractured zones. It hosts only poor groundwater in the high fractured zones. Scarcely outcropping, this is not so influence on groundwater circulation into the Plain, representing the impermeable bedrock below the Plain. Infiltration is close to zero.

Complesso dei depositi carbonatici
Carbonate deposit complex
 Calcari, calcari dolomiti e, subordinatamente, dolomie, fortemente fratturati e localmente tettonizzati (Lias superiore - Miocene medio). di ambiente di piattaforma e transizione. Permeabilità elevatissima per fratturazione e, localmente, anche per carsismo nella zona non saturata (epikars). E' l'acquifero principale che alimenta le sorgenti poste alla base dei rilievi. Nella zona di Trascaso alimenta tutte le sorgenti localizzate e lineari presenti anche all'interno della Piana. Nel settore settentrionale è origine del travaso verso acquiferi e acquedotti detritico-alluvionali. I principali campi pozzi si attonano in tale complesso, determinando, con i pompaggi, la riduzione della portata erogata dalle sorgenti e/o ceduta agli acquiferi detritico-alluvionali. L'infiltrazione efficace è molto elevata (800-900 mm/anno). Limestone, dolomite limestone and, locally, dolomites, with calcareous zones, high fractured (dip and slope facies). Very high permeability due to fractures, with epikars diffusion. It is the main aquifer, fed by high discharge piedmont springs. On the northern Plain border (Trascaso) it is fed by all the springs and aqueduct springs. On the northern Plain border (Crispino) it origin groundwater seepage to the alluvial-detrital aquifers and aqueducts. Main well fields are located into this complex, causing discharge lowering of springs and groundwater seepage. Infiltration is very high (800-900 mm/yr).

Figura 12: Stralcio della Carta Idrogeologica del Fucino. Il rettangolo indica l'area di intervento. PETITTA & BURRI, 2005.

8. CLASSIFICAZIONE SISMICA

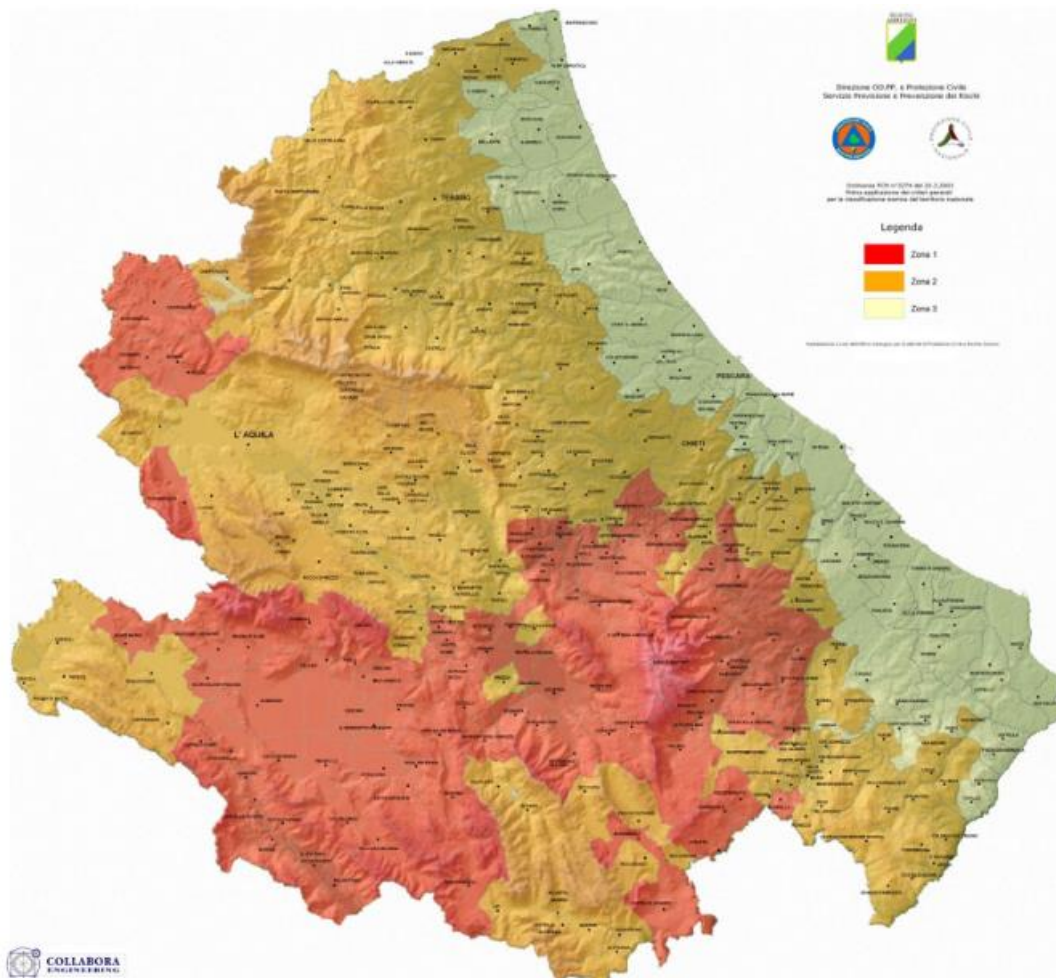
8.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA E VALORI DI RIFERIMENTO

Secondo le recenti normative tecniche riferite all'OPCM 3274 del 20.03.2003, il territorio nazionale viene suddiviso in quattro zone sismiche (Fig. 13)

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti
Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti
Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari
Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

Figura 13: Classificazione sismica del territorio nazionale sulla base dell'OPCM n.3274/2003.

In quest'ottica classificativa il territorio comunale di Avezzano ricade in ZONA 1 (Fig. 14).



COD_ISTAT	COMUNE	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del presente documento (2003)
13066006	AVEZZANO	1	1	1

Figura 14: Classificazione sismica del territorio della regionale abruzzese, sulla base dell'OPCM n.3274/2003.

A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (*zona 1*=0.35 g, *zona 2*=0.25 g, *zona 3*=0.15 g, *zona 4*=0.05 g).

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'OPCM 3519/2006.

Il nuovo studio di pericolosità, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (**ag** – accelerazione massima su suolo rigido), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Fig. 15).

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	$ag > 0.25$
2	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	$ag \leq 0.05$

Figura 15: Nuova classificazione sismica del territorio, sulla base dell'OPCM n.3519/06.

Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Con l'entrata in vigore delle NTC08, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

Considerando queste indicazioni e tenendo conto dell'ubicazione del sito oggetto dell'intervento (X= 13.428639°; Y 42.048054°) i valori di riferimento su sito rigido con topografia orizzontale vengono di seguito riportati (Fig. 16) dove:

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0,074	2,403	0,272
50	0,097	2,334	0,282
72	0,115	2,317	0,289
101	0,134	2,300	0,295
140	0,154	2,296	0,309
201	0,178	2,315	0,316
475	0,246	2,363	0,338
975	0,316	2,401	0,356
2475	0,434	2,433	0,373

Fig. 16: Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c , per differenti periodi di ritorno T_R di riferimento (ricavati dalle coordinate del sito ($X = 13.428639^\circ$; $Y 42.048054^\circ$) e riferiti a sito rigido orizzontale.

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;
- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

9. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

9.1 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI

La ricostruzione del modello geologico del sottosuolo e le indicazioni per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sono state ricavate mediante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo che si è spinto fino alla profondità di 30 m dal p.c..

Sulla verticale di sondaggio sono state eseguite n. 6 prove SPT (*Standard Penetration Test*) con punta chiusa. In particolare le prove SPT, sono state effettuate alle seguenti profondità:

- SPT/1: 2,0 m dal p.c.;
- SPT/2: 3,2 m dal p.c.;
- SPT/3: 5,5 m dal p.c.;
- SPT/4: 11,0 m dal p.c.
- SPT/5: 15,0 m dal p.c.
- SPT/6: 16,0 m dal p.c.

L'ubicazione delle prove effettuate viene riportata in *Allegato 1*; la stratigrafia di sondaggio è riportata in *Allegato 2*; i risultati delle prove SPT sono riportate in *Allegato 3*.

9.1.1 Sondaggio a carotaggio continuo e stratigrafia del sito

Attraverso l'esecuzione di un sondaggio geognostico (S1) svolto a carotaggio continuo, che si è spinto fino alla profondità di 30 m dal piano campagna, è stato possibile osservare i terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area di indagine. Il materiale prelevato nel corso della perforazione e riposto in apposite cassette, è stato descritto e fotografato; la stratigrafia e le relative fotografie sono riportate in *Allegato 1 e 2* alla presente relazione. Di seguito viene riportato il profilo stratigrafico ricostruito per il sito in esame:

- Da 0 m a 1,2 m: terreno vegetale di natura argillosa, molto consistente con inclusi ciottoli e ghiaia di natura calcarea.
- Da 1,2 m a 4,0 m: argille limose e limi argillosi colore beige/avana con sabbie grossolane ed elementi ghiaiosi. In corrispondenza di queste litologie è stata effettuata la prova SPT/1, alla profondità di 2,0 m dal p.c; e la prova SPT/2 alla profondità di 3,2 m. La prova SPT/1 fornisce il seguente risultato: 11/13/12; la prova SPT/2 fornisce invece il seguente risultato: 41/42/24.
- Da 4,0 m a 4,5 m: sabbie debolmente limose colore beige.
- Da 4,4 m a 8,5 m: ghiaia eterometrica con grani di dimensioni maggiori di 5 cm e ghiaia sabbiosa calcarea. La componente sabbiosa è grossolana. In corrispondenza di tali litologie,

alla profondità di 5,5 m, è stata effettuata la prova SPT/3 che ha portato al rifiuto strumentale con avanzo di 6 cm.

- Da 8,5 m a 8,7 m: limo sabbioso di colore beige.
- Da 8,7 a 10,2 m: argilla beige molto consistente, plastica. All'interno sono osservabili striature nere.
- Da 10,2 m a 11,8 m: argilla marrone scuro/nerastra molto consistente. La parte finale si presenta meno consistente e con intercalazioni ghiaiose. In corrispondenza di tali litologie, alla profondità di 11,0 m, è stata effettuata la prova SPT/4 che ha fornito i seguenti risultati: 5/9/11.
- Da 11,8 m a 13,0 m: argilla marrone/nerastra consistente.
- Da 13,0 m a 13,7 m: argilla limosa beige/avana con ghiaia.
- Da 13,7 m a 14,3 m: argilla beige molto plastica.
- Da 14,3 m a 15,3 m: argilla marrone/nerastra consistente; in corrispondenza di tali litologie, alla profondità di 15,0 m, è stata effettuata la prova SPT/5 che porta al seguente risultato: 9/19/42. Gli ultimi 15 cm (da 15,30 m a 15,45 m) della prova SPT/5, vanno a caratterizzare lo strato sottostante.
- Da 15,3 m a 16,7 m: ghiaie in matrice argillosa marrone alternate a ghiaie in matrice sabbiosa beige.
- Da 16,7 m a 16,9 m: argilla limosa di colore marrone chiaro/beige molto plastica.
- Da 16,9 m a 20,5 m: ghiaia e ciottoli calcarei eterometrici con sabbia grossolana. Verso il letto dello strato aumenta la componente argillosa.
- Da 20,5 m a 20,9 m: argilla marrone chiaro/beige con intercalazioni di sabbia grossolana.
- Da 20,9 m a 21,9 m: ghiaia in matrice sabbiosa grossolana.
- Da 21,9 m a 22,5 m: argille sabbiose e sabbie argillose con abbondanti minerali di origine vulcanica.
- Da 22,5 m a 23,7 m: ghiaia in matrice sabbiosa grossolana.
- Da 23,7 m a 25,0 m: argilla limoso-sabbiosa di colore marrone con abbondanti minerali di origine vulcanica.
- Da 25,0 m a 25,8 m: argilla marrone molto consistente con striature nerastre.
- Da 25,8 m a 26,9 m: sabbie e limi argillosi di colore beige. In corrispondenza di tali litologie è stata effettuata la prova SPT/6 a profondità di 26 m dal p.c.; la prova ha fornito i seguenti risultati: 9/10/13.
- Da 26,9 m a 28,0 m: ghiaia in matrice sabbiosa e sabbioso-argillosa.

- Da 28,0 m a 29,5 m: sabbie limose poco argillose, marroni con striature nere. All'interno dello strato varia la componente argillosa.
- Da 29,5 ma 30,0 m: ghiaia sabbiosa.

Non è stata rinvenuta la falda freatica.

9.1.2 Prova penetrometrica S.P.T.

La prova si esegue nel corso di una perforazione al fondo del foro di sondaggio e consente di valutare la resistenza meccanica alla penetrazione espressa come numero di colpi N_{SPT} necessari ad infiggere a percussione, per una profondità di 30 cm dopo una penetrazione di preliminare di 15 cm, una punta conica di dimensioni standard. La punta è collegata alla superficie mediante una batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,76 m. Durante la prova S.P.T. viene determinato il numero di colpi necessari alla penetrazione di 45 cm misurando separatamente in tre tratti da 15 cm ciascuno. Il valore N_{SPT} è la somma dei colpi misurati nel secondo e terzo tratto ($N_2 + N_3$). Per il presente lavoro sono state eseguite n. 6 prove S.P.T. (*Allegato 3*).

Di seguito viene riportata una sintesi delle prove effettuate:

Nr.Prova	Profondità Prova (m)	Nr. Colpi
SPT1	2,15	11
	2,30	13
	2,45	12
SPT2	3,35	41
	3,50	42
	3,65	24
SPT3	5,5	RIFIUTO
SPT4	11.15	5
	11.30	9
	11.45	11
SPT5	15.15	9
	15.30	19
	15.45	42
SPT6	26,15	9
	26,30	10
	26,45	13

9.2 MODELLO GEOLOGICO – TECNICO DEL SOTTOSUOLO

I dati acquisiti tramite l'esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo e le prove SPT in foro di sondaggio, hanno permesso di ricostruire con un buon grado di dettaglio le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in esame. Dal punto di vista geologico - tecnico i depositi possono essere raggruppati nelle seguenti unità geotecniche:

- **unità geotecnica 1:** da 0 m a 4,4 m terreno vegetale; terreno argilloso, argille limose e limi argillosi;
- **unità geotecnica 2:** da 4,4 m a 8,5 m ghiaie e ghiaie sabbiose;
- **unità geotecnica 3:** da 8,5 m a 15,3 m argille e argille limose;
- **unità geotecnica 4:** da 15,3 m a 23,7 m ghiaie, ghiaie sabbiose e ghiaie argillose con intercalazioni di argille sabbioso – limose.
- **unità geotecnica 5:** da 23,7 m a 30 m argille limoso-sabbiose, sabbie e limi argillosi con alternanza di ghiaie sabbiose argillose.

Le principali caratteristiche geotecniche delle unità sono riportate nella seguente tabella (Fig. 17).

Unità Geotecnica	Descrizione litologica	Da profondità (m)	A profondità (m)	Modulo di Young (MPa)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Peso dell'unità di volume γ (t/m ³)
1	Terreno vegetale; terreno argilloso, argille limose e limi argillosi	0	4,4	28,8	----	1,31	2,06
2	Ghiaie e ghiaie sabbiose	4,4	8,5	50-60	32-36	----	2,18
3	Argille e argille limose	8,5	15,3	20	----	1,89	1,98
4	Ghiaie, ghiaie sabbiose e ghiaie argillose con intercalazioni di argille sabbioso – limose	15,3	23,7	50-60	32	----	2,06
5	Argille limoso-sabbiose, sabbie e limi argillosi con alternanza di ghiaie sabbiose argillose.	23,7	30	10,6	22-24	1,00	2,03

Fig. 17: Tabella riassuntiva del modello geologico – tecnico del sottosuolo dell'area in esame.

Avezzano, 07/12/2018



Il Geologo

Dott.ssa Geol. Camilla Di Bastiano

Via Mons. Bagnoli, 23
67051, Avezzano (AQ)
Iscr. AP sez. A Geologi dell'Abruzzo n. 575