



Accordo Quadro per la progettazione di fattibilità tecnico economica, progettazione esecutiva, redazione della relazione geologica, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, direzione lavori degli
INTERVENTI DI RIPRISTINO DEI CIMITERI NELLE FRAZIONI DEL COMUNE DI AMATRICE (RI)
LOTTO 2: CIMITERI DI SAN LORENZO E FLAVIANO, SAN TOMMASO, SANTA GIUSTA, PATARICO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

N. Revisione	Data	Contenuto della revisione	Redatto	Revisionato	Approvato
Rev. 00	02/04/2026	Prima emissione	GEOSYSTEM	ALL	Daniele Baffo

Nome del Documento:

Relazione geologica

Codice documento:

F-LF-V-014-A

Id cimitero:

SAN LORENZO E FLAVIANO

cod. 506-F-LF-V-014-A

Scala di Rappresentazione:

-:-

Progettazione:

Studio Baffo S.r.l. (mandataria)
Loc.San Lazzaro snc- 01022 BAGNOREGIO (VT)
Tel: 0761-792773, E-mail: ilaria@studiobaffo.it
Codice Fiscale/P.IVA 02136930563

ALL Ingegneria Studio tecnico associato (mandante)
Via 1° Maggio, 56/A - 60131 ANCONA (AN)
Tel: 071-2800274, E-mail: info@allingegneria.it
Codice Fiscale/P.IVA 01065520429

Studio Associato Geosystem (mandante)
Piazza del Commercio, 4- 05018 ORVIETO (TR)
E-mail: geosystem.ds@libero.it
Codice Fiscale/P.IVA 01390630554

TIS Engineering (mandante)
Via Pasqui, 28 - 38068 ROVERETO (TN)
Tel: 338 8417059, E-mail: stefano.boscherini@tisengineering.it
Codice Fiscale BSCSFN79A03L364E - P.IVA 02211520222

Identificazione file

506-F-LF-V-014-A.docx

SOMMARIO

1.	PREMESSA	2
2.	UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE	2
3.	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE	3
4.	INDAGINI EFFETTUATE – QUADRO COMPLESSIVO TERRENI	4
4.1	INDAGINI geognostiche	4
5.0	MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	5
5.1	ASSETTO STRUTTURALE GENERALE	5
5.2	ASSETTO GEOLOGICO	7
5.2	ASSETTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	8
5.3	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	11
5.4	<i>INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE</i>	12
5.6	<i>MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO</i>	13
6.	AZIONE SISMICA	14
6.1	SISMICITÀ STORICA	14
6.1	<i>PERICOLSITA' SISMICA DI BASE</i>	19
6.2.1	<i>RISULTATI INDAGINI GEOFISICHE EFFETTUATE</i>	21
7.	PRESEMPZA DI ZONE SIMOGENETICHE	21
8.	CONCLUSIONI	22

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce lo studio geologico e geotecnico comprendente l'analisi delle risultanze ottenute nell'ambito delle indagini geognostiche relative alla **progettazione per interventi di ripristino dei cimiteri nelle frazioni Sommati, Sant'Angelo, San Lorenzo e Flaviano, San Tommaso, Pasciano, Cornillo Nuovo, Preta, Prato, Santa Giusta, Patarico – Doma, Torrita, Scai, Roccapassa, Configno, Pinaco – Arafranca, Retrosi nel Comune di Amatrice (RI)**

Lo studio dell'area in esame è finalizzato al riconoscimento dell'assetto geolitologico-stratigrafico, geomorfologico e idrogeologico al fine ultimo di definire i necessari interventi di messa in sicurezza del cimitero della Frazione di San Tommaso nel comune di Amatrice (RI).

Inoltre vengono forniti, sulla base di esperienze pregresse in aree limitrofe su terreni simili e dall'analisi delle prove geotecniche eseguite in situ, i parametri fisico-meccanici da utilizzare per effettuare un adeguato dimensionamento delle strutture fondali per le opere di messa in sicurezza.

2. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'area in esame si colloca nella porzione centro-settentrionale del territorio del comunale di Amatrice, a circa 1,200 m di distanza, verso ovest, dal centro abitato della Frazione di San Lorenzo a Flaviano ad una quota media di circa 879 m slm.



Figura 1 - Inquadramento su immagine satellitare - fonte Google Earth

La zona è ricompresa nell'ambito della Tavoletta NO (Amatrice), quadrante I, Foglio 139 della Carta d'Italia dell'IGM a scala 1: 25.000 della Carta d'Italia, e nella sezione 337-120 della Carta Tecnica Regionale.

3. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

L'area oggetto di studio è costituita da un piccolo cimitero rurale, che a seguito degli eventi sismici le strutture presenti sono state fortemente danneggiate.

Documentazione fotografica



Foto 1



Foto 2

4. INDAGINI EFFETTUATE – QUADRO COMPLESSIVO TERRENI

Al fine di ottenere un quadro completo dello stato attuale sia geologico che geotecnico, in accordo con il Progettista, sono state eseguite nell'area, in una prima fase, dalla soc. *Inda Geo* una serie di indagini geognostiche e geofisiche, come riportato nella specifica relazione indagini allegata agli elaborati tecnici.

4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Dal punto di vista geologico, geotecnico è necessario investigare il complesso terreno-rilevato al fine di verificare le caratteristiche geomeccaniche dei materiali interessati.

La verifica di tali caratteristiche di compressibilità e resistenza è stata effettuata mediante:

- N. 6 Prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico il terreno del sedime;

4.2 INDAGINI GEOFISICHE

Per la caratterizzazione sismica sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

- N.5 prospezioni di geosismica attiva di tipo M.A.S.W;
- N.5 prospezioni di sismica a rifrazione su stendimenti con distanza intergeofonica fino a 2,5 metri con rivelazione delle onde V_p e V_s al fine di una ricostruzione sismostratigrafica dei terreni investigati.
- N.2 prove di microtremore sismico ambientale HVSR

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE



Fig. 2 – planimetria ubicazione indagini

5.0 MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

5.1 ASSETTO STRUTTURALE GENERALE

L'area di studio si colloca nel punto di incontro tra diversi domini deposizionali: piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, la zona di transizione sabina tra piattaforma e bacino, e il bacino umbro-marchigiano. Gli attuali rapporti tra le diverse formazioni appartenenti ai diversi paleoambienti sono il frutto di una tettonica polifasica iniziata a partire dal Lias inferiore-medio al Pliocene medio-superiore.

La differenziazione degli ambienti deposizionali avviene a partire dal Lias inf.-medio quando una fase tettonica disgiuntiva porta alla frammentazione della vasta piattaforma carbonatica di deposizione del Calcarea Massiccio, secondo una linea principale nota in letteratura come "Ancona-Anzio". Sebbene in maniera molto più articolata, a causa della presenza di alti e bassi strutturali, si individuano un settore occidentale di sedimentazione pelagica (bacino umbro-marchigiano) e un settore orientale dove prosegue la sedimentazione di piattaforma. Nella fascia di passaggio tra i due ambienti si rinvengono depositi di transizione dove si alternano litotipi di ambiente pelagico-emipelagico a litotipi di accumulo (brecce e megabrecce) di materiale detritico proveniente dalla piattaforma carbonatica.

A seguito di tale impostazione, probabilmente a causa di un arresto della fase tettonica distensiva, la sedimentazione si regolarizza nei diversi ambienti con progressivo arresto degli apporti gravitativi dalla piattaforma. Una ripresa si ha a partire dall'inizio del Cretacico superiore, quando si osserva il passaggio dalla

deposizione, all'interno del bacino, da calcari micritici con selce (Corniola, Rosso Ammonitico, Maiolica) a termini maggiormente marnosi (Marne a Fucoidi) indicativi di un probabile sollevamento nel settore occidentale. Nell'area di piattaforma la sedimentazione di calcari e dolomie continua fino al Cenomaniano quando si hanno episodi di emersione testimoniati da fenomeni erosivi, carsificazione e deposizioni bauxitiche. Nella zona di transizione invece tornano intercalazioni detritiche e biotidritiche provenienti dalla piattaforma.

Fino al Paleogene nelle aree bacinali la sedimentazione continua con la messa in posto della Scaglia bianca, rossa e cinerea: calcari marnosi e marne calcaree, mentre nelle aree di piattaforma la sedimentazione protrae con la deposizione dei calcari a rudiste per poi arrestarsi improvvisamente fino al Miocene inferiore ("lacuna paleogenica"). Nella zona di transizione si rinvengono depositi calcarenitici risedimentati, marne e argille marnose. All'inizio del Miocene sulla piattaforma la sedimentazione riprende con la sedimentazione dei Calcari a Briozoi e Litotamni.

Nel Tortoniano con l'inizio dell'attività tettonica compressiva, si arresta il ciclo sedimentario marino, sia nelle aree di bacino che di piattaforma, con la messa in posto dapprima di depositi marnosi (Marne ad Orbulina) seguiti dai depositi flischoidi (Flysch della Laga) di riempimento di un bacino di avanfossa sviluppatosi al fronte della catena appenninica in via di formazione.

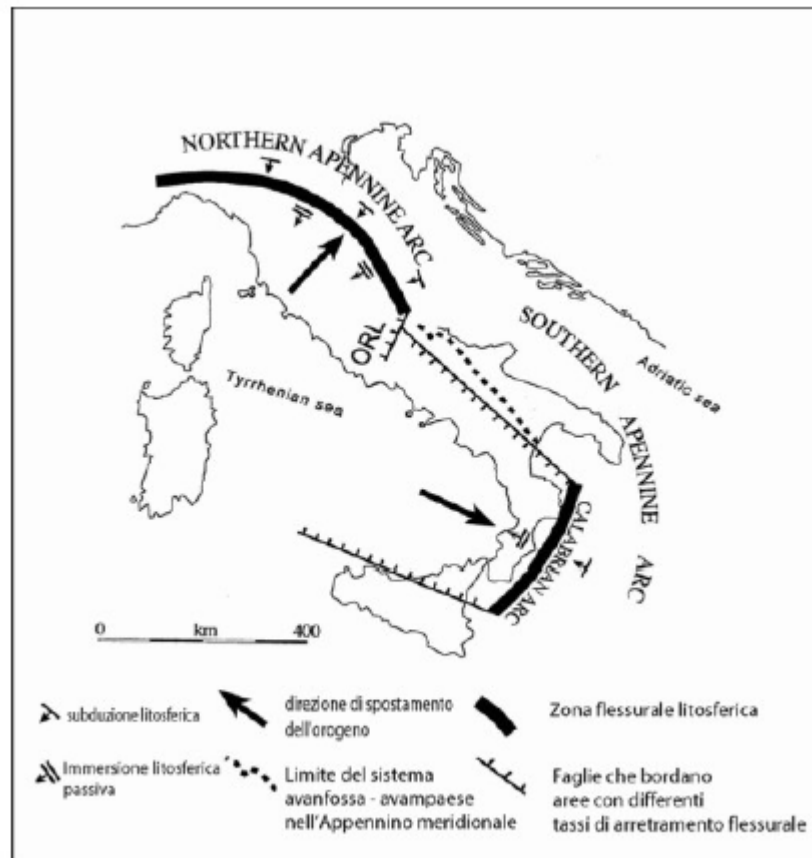


Fig. 3 Rappresentazione schematica dell'evoluzione della catena appenninica(modificato da Patacca et al., 1990).

Il settore laziale – abruzzese dell'Appennino centrale rappresenta la zona di giunzione tra l'arco dell'Appennino settentrionale e quello dell'Appennino meridionale, a convessità rispettivamente nord orientale e sud orientale (Fig. 1). Questo settore è delimitato a W e ad E da due importanti elementi tettonici: rispettivamente la "linea Olevano - Antrodoto - Mt. Sibillini" e la "linea Ortona - Roccamonfina" o "linea Sangro - Volturno". La prima è interpretata come linea di involuppo dei piani di sovrascorrimento, connessi a vecchie discontinuità che hanno condizionato la geometria arcuata dell'intero sistema orogenico. Alla seconda

è stato attribuito il significato di svincolo crostale tra i due settori appenninici. Sebbene questi aspetti siano ancora dibattuti, esse segnano un cambiamento dello stile tettonico della catena tra l'Appennino settentrionale (umbro - marchigiano – romagnolo) e l'Appennino meridionale: il primo caratterizzato da sovrascorrimenti a geometria embricata con traslazioni di modesta entità, mentre il secondo è caratterizzato, già a partire dal settore abruzzese, da uno stile tettonico più complesso e traslazioni dell'ordine di diverse decine di chilometri.

5.2 ASSETTO GEOLOGICO

L'assetto geologico dell'area in esame è stato ricostruito mediante rilevamenti di superficie eseguiti in zona, tramite il raffronto con i dati ricavati dalla Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, di cui si riporta uno stralcio in Figura 2.

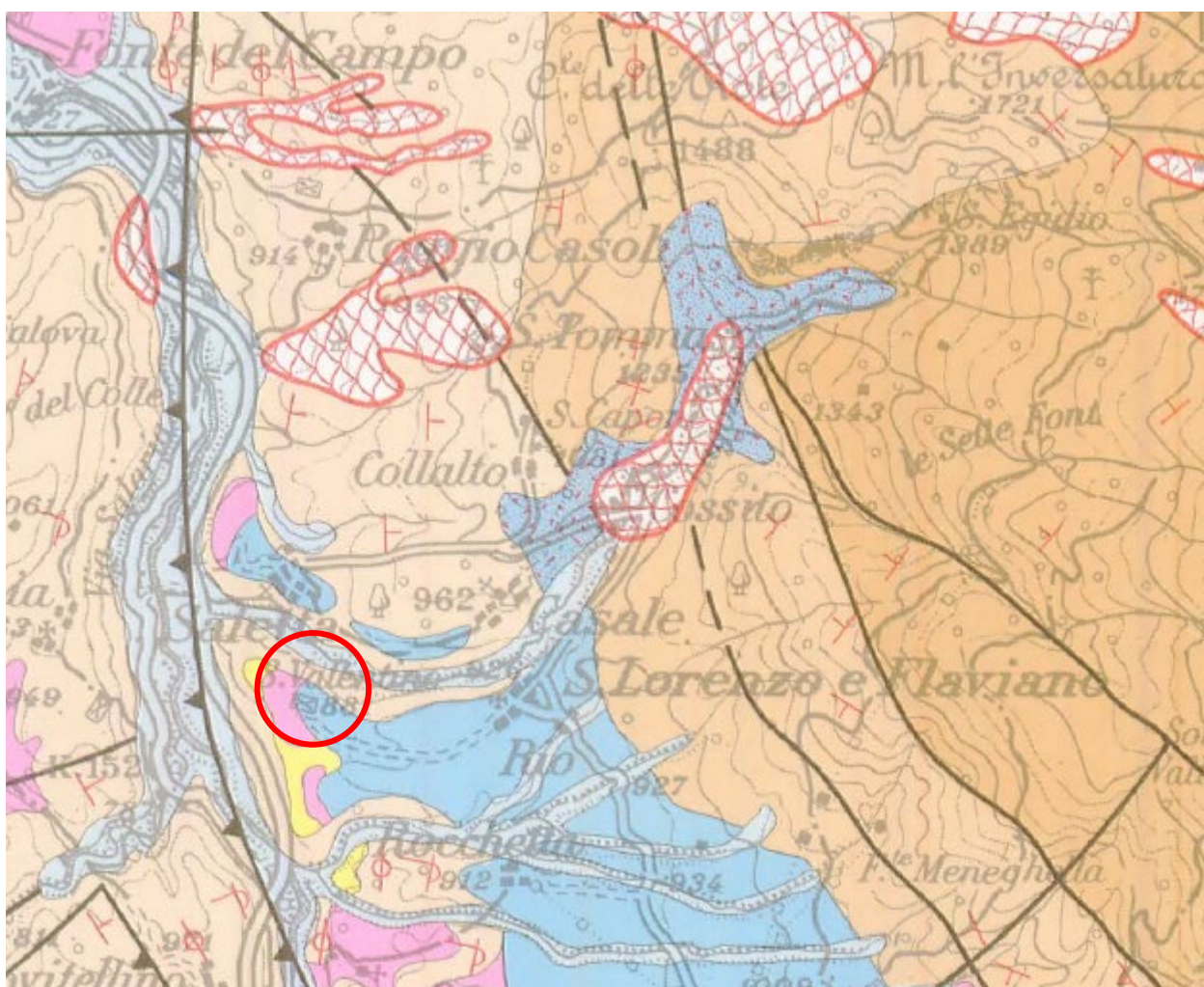
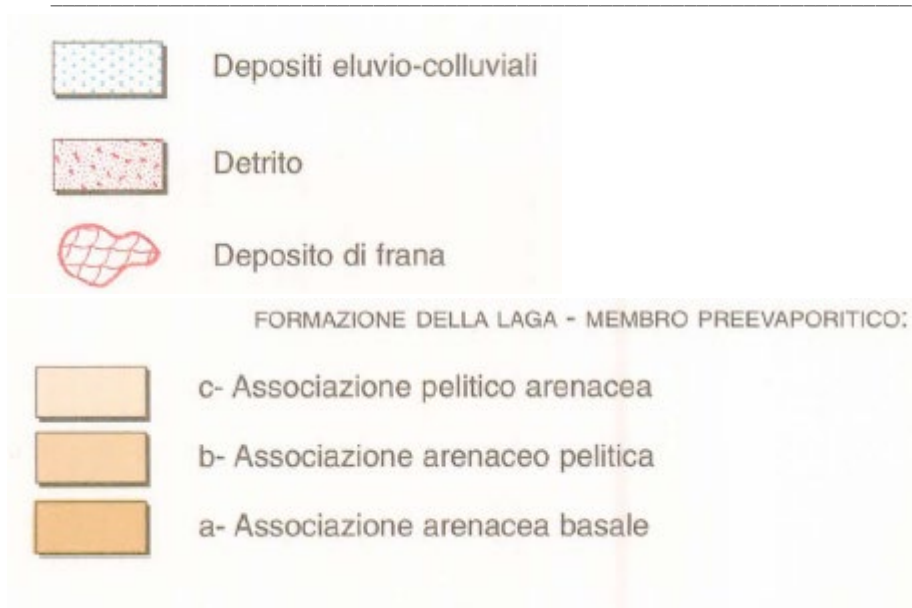


Fig. 4 – Stralcio Carta Geologica



Le formazioni affioranti nel tratto di territorio in studio sono tutte ascrivibili ai Depositi Sin-Orogenetici del Miocene Superiore, rappresentati dalla Formazione della Laga – Membro Preevaporitico.

In particolare la Formazione si distingue in:

Associazione pelitico-arenacea: torbiditi arenaceo-pelitici a granulometria da medio-fine e raramente grossolana in strati da medi a spessi con base netta a geometria tabulare. La porzione laminata (intervallo b) è spesso prevalente. Strutture di fluidificazioni e fughe d'acqua sono talora presenti nella parte superiore degli strati. Il rapporto A/P è compreso tra 1 e 3.

Associazione arenacea-pelitica: arenarie a granulometria fina e media, talora grossolana in strati da medi a spessi, con superficie basale netta talora fortemente erosiva. Gli strati sono generalmente lenticolari alla scala del l'affioramento e sono caratterizzati da una spiccata laminazione interna, da piano parallela in basso e nella porzione mediana a incrociata in alto; quest'ultima mostra spesso convoluzioni, talvolta vergenti. Talora gli strati risultano completamente laminati con lamine spesse che passano rapidamente solo al tetto dello strato a lamine sottili piano parallele e incrociate. Il rapporto A/P è compreso tra 3 e 10.

Associazione arenacea basale: arenarie da medio-grossolane in strati da medi a molto spessi, con base netta e talora erosiva e lenticolari alla scala del l'affioramento; sono frequenti le amalgamazioni, si presentano massive e non gradate talora con scarse o blande laminazioni alla base che passano verso l'alto a laminazioni dapprima piano-parallele a incrociate a grande scala, talora con forme di fondo tridimensionali. Il rapporto A/P >>1 o indefinito.

5.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista morfologico l'area è caratterizzata dalla presenza dei rilievi dei Monti della Laga a Est, con la presenza delle vette più alte del Lazio (Monte Gorzano 2455 m slm), mentre in direzione Ovest i rilievi tendono ad addolcirsi in corrispondenza della valle del fiume Tronto. L'aspetto attuale del territorio è riconducibile a diversi fattori, tra cui i preponderanti sono l'attività tettonica che ha impostato l'attuale assetto strutturale dell'area, anche con importanti dislocazioni verticali, la natura litologica dei terreni in affioramento e l'azione degli agenti esogeni. L'area oggetto di studio si inserisce in area pedemontana, all'interno della

cosiddetta “conca di Amatrice” un’area depressa all’interno dei rilievi appenninici, caratterizzata dalla presenza di modesti rilievi, con quote che vanno da circa 1200 metri s.l.m. alla base dei rilievi fino a circa 750 all’interno della valle del fiume Tronto. L’elemento idrografico fondamentale nell’area è rappresentato dal Torrente Lagozzo affluente in destra idrografica del F. Tronto,

In particolare il sito si presenta nella parte sommitale di un modesto altopiano collinare orientato est – ovest blandamente inclinato, che fa da spartiacque tra il bacino idrografico del Torrente Lagozzo a nord e il Fiume Tronto a sud.

Nel dettaglio dell’area di studio la zona presenta una morfologia lineare senza rotture di pendio ed è posta lontano da rilievi e da elementi morfologici che possano far nutrire dubbi sulla stabilità.

Ad ulteriore conferma della stabilità del territorio in oggetto, come riportato nella carta a Rischio e pericolosità da frana del PAI del Tronto, edita dall’AUBAC, dove per l’area in esame non vengono segnalati fenomeni di dissesto e processi morfogenetici di tipo evolutivo in atto e/o allo stato latente.

Pertanto, l’assetto morfologico generale dell’area, nonché le caratteristiche di resistenza dei terreni in presenza, evidenziano una sostanziale stabilità dell’area e, nel dettaglio dell’opera, i lavori non interferiranno con la stabilità dell’area.

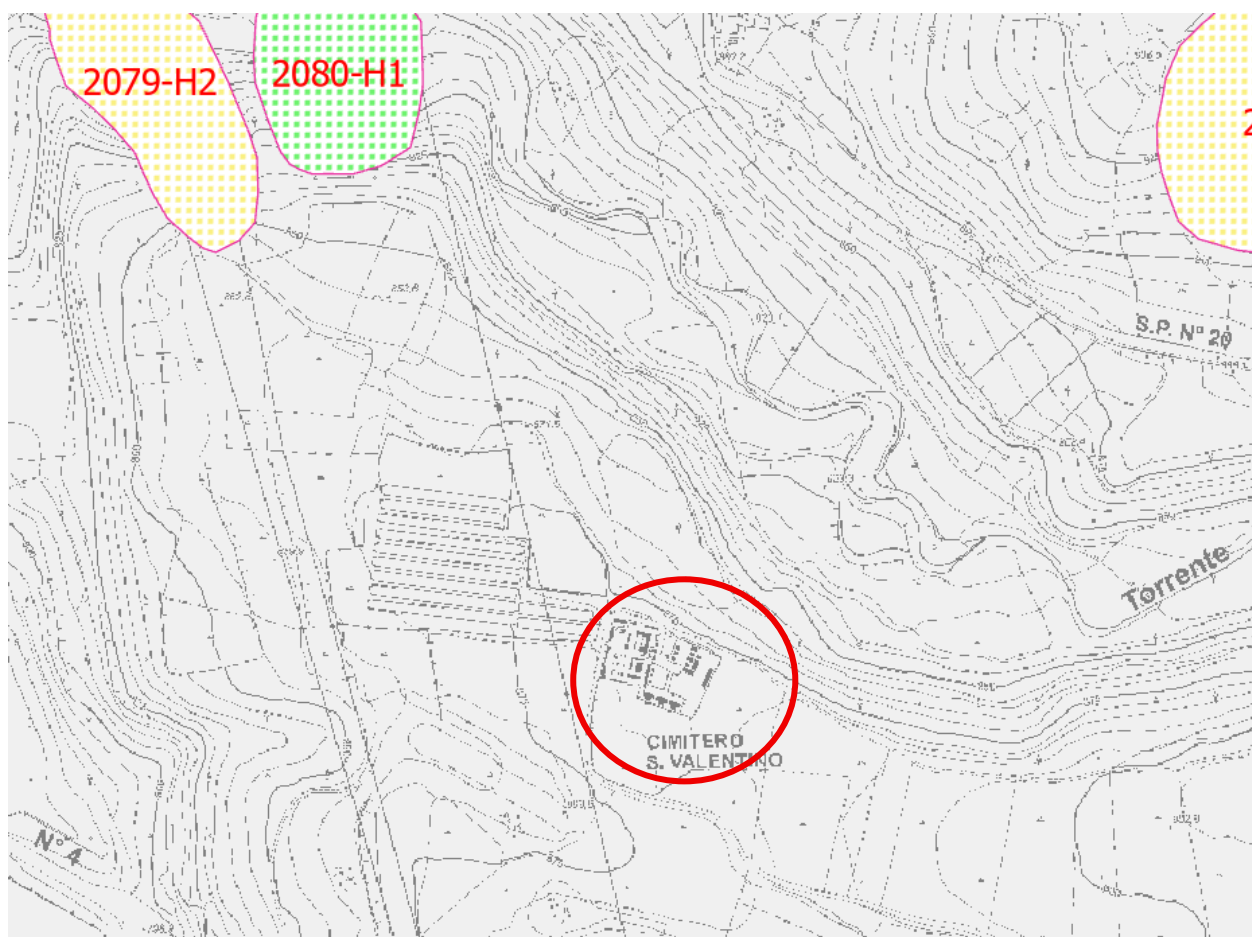






Fig. 5– stralcio carta AUBC – PAI Tronto Aree in frana

PAI Tronto

Aree in frana

Rischio e pericolosità H

-  AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4
-  AREE A RISCHIO ELEVATO - R3
-  AREE A RISCHIO MEDIO - R2
-  AREE A RISCHIO MODERATO - R1

Dal punto di vista idrogeologico l'assetto predominante nell'area è determinato dalla presenza della formazione Flyschoides della Laga.

Il complesso idrogeologico principale nell'area oggetto di studio è quello dei flysch marnoso-arenacei con potenzialità acquifera medio bassa. È composto da associazioni arenaceo-conglomeratiche, arenacee e subordinatamente arenaceo-pelitiche (Flysch della Laga, Macigno e formazione Marnoso Arenacea – Miocene medio-superiore.). Si aggiungono associazione pelitico-arenacea in strati da sottili a medi (Flysch di Frosinone e formazione marnoso-arenacea – Miocene medio-superiore). Lo spessore è di alcune centinaia di metri. Il complesso, privo di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale, può ospitare falde locali e discontinue all'interno degli orizzonti calcarenitici fratturati.

Nel dettaglio il complesso idrogeologico, caratterizzato dal colore giallo e rappresentato in Carta con sigla 14, tratta di formazioni che pur avendo una bassa permeabilità, possiedono una buona capacità di immagazzinamento, con una circolazione sotterranea diffusa, ma quantitativamente molto limitata. Dove le arenarie risultano più fratturate e dove è più sviluppata la coltre di alterazione superficiale si trovano acquiferi epidermici discontinui che alimentano piccole sorgenti e sostengono il flusso di base di corsi d'acqua a regime prevalentemente stagionale. Nelle facies prossimali, la tessitura più grossolana dei litotipi prevalentemente arenacei, accentua la capacità di immagazzinamento e la permeabilità d'insieme favorendo una più attiva circolazione sotterranea diffusa che sostiene un apprezzabile flusso di base, perenne, del reticolo idrografico. Nel loro complesso questi terreni hanno la funzione di 'aquiclude' nei confronti degli acquiferi carbonatici e di base per falde contenute.

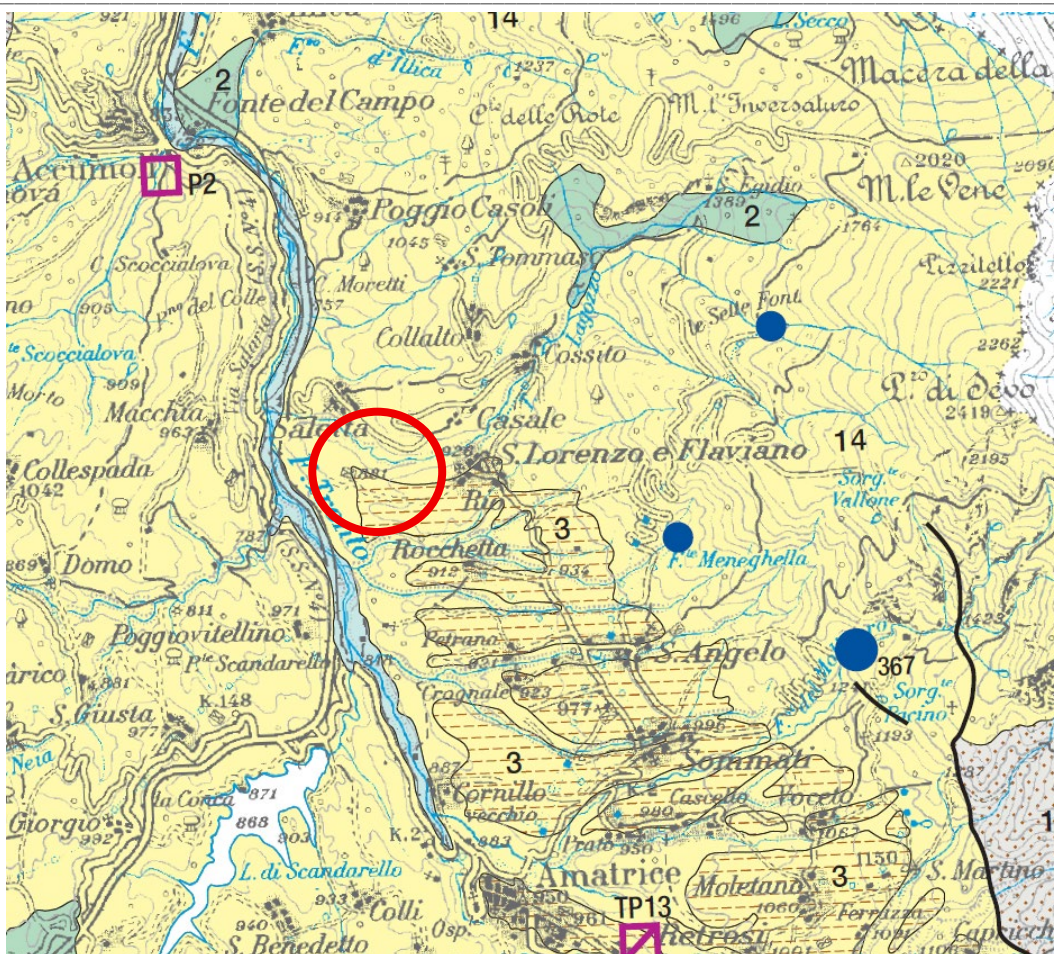


Fig. 6– Carta Idrogeologica Regione Lazio

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

- | | |
|----|--|
| 1 | <p>COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (<i>OLOCENE</i>). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.</p> |
| 2 | <p>COMPLESSO DEI DEPOSITI DETRITICI - potenzialità acquifera medio alta
Detriti di falda e di pendio, depositi morenici, di conoide e di frana e terre rosse (<i>PLEISTOCENE – OLOCENE</i>) con spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove poggia su un substrato più permeabile non contiene falde significative, ma contribuisce alla ricarica delle falde del substrato. Dove è sostenuto da un substrato meno permeabile ospita falde sospese che alimentano sorgenti diffuse a regime generalmente stagionale. Le grandi conoidi possono contenere falde perenni alimentate da infiltrazione zenitale e, localmente, da apporti provenienti dagli acquiferi con cui sono in continuità idraulica.</p> |
| 13 | <p>COMPLESSO DELLE ARGILLE - potenzialità acquifera bassissima
Argille con locali intercalazioni marnose, sabbiose e ghiaiose (<i>PLIOCENE – PLEISTOCENE</i>), argille con gessi (<i>MIOCENE</i>); spessore variabile da decine a centinaia di metri. La prevalente matrice argillosa di questo complesso definisce i limiti di circolazione idrica sotterranea sostenendo gli acquiferi superficiali e confinando quelli profondi. Laddove affiorano i termini ghiaioso-sabbiosi è presente una circolazione idrica di importanza locale (Bacino del Farfa).</p> |
| 14 | <p>COMPLESSO DEI FLYSCH MARNOSO-ARENACEI - potenzialità acquifera medio bassa
Associazioni arenaceo-conglomeratiche, arenacee e subordinatamente arenaceo-pellicche (Flysch della Laga, Macigno e formazione Marnoso Arenacea) (<i>MIOCENE MEDIO - SUP.</i>). Associazione pelitico-arenacea in strati da sottili a medi (Flysch di Frosinone e formazione marnoso-arenacea) (<i>Miocene medio-superiore</i>). Spessore di alcune centinaia di metri. Il complesso, privo di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale, può ospitare falde locali e discontinue all'interno degli orizzonti calcarenitici fratturati.</p> |

5.3 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La zona in oggetto si trova ad una quota di circa 1050 m slm, sulla parte alta di un versante ad una distanza di circa 200 m e un dislivello di circa 40m rispetto ad un'asta idrica secondaria tributaria di destra del T. S.Tommaso, pertanto si escludono possibilità di alluvionamento.

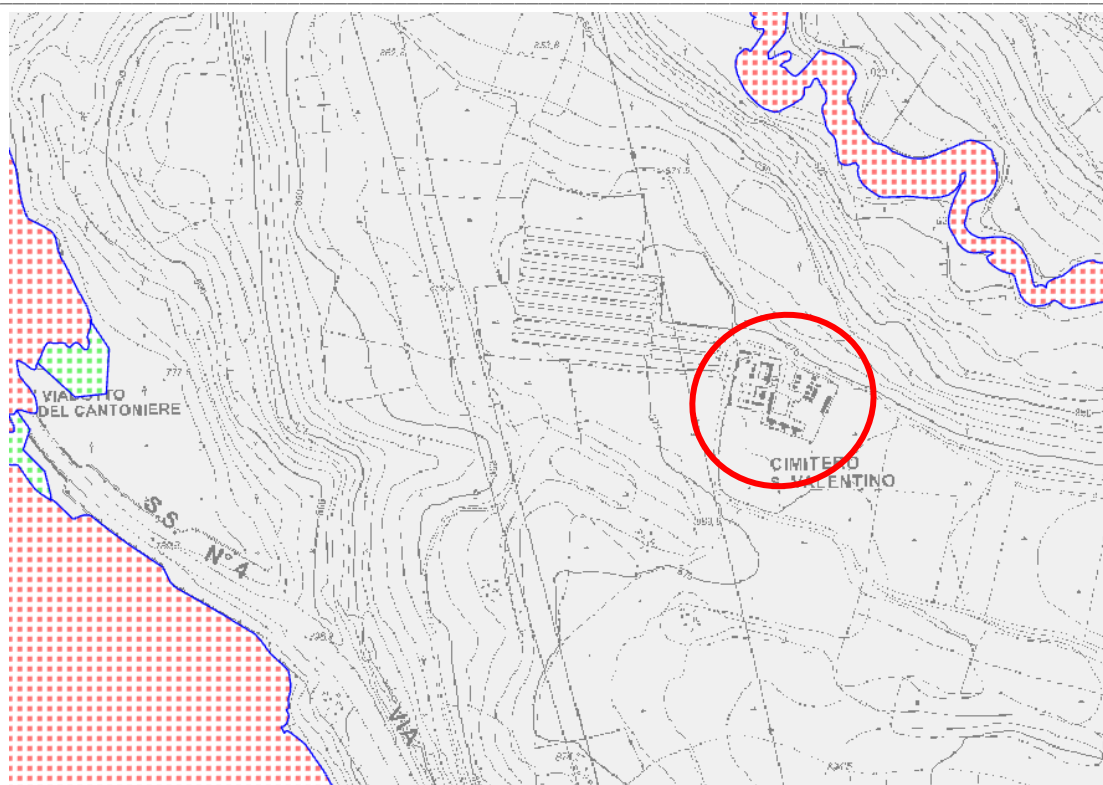






Fig. 7 – Carta AUBC – PAI Tronto Aree rischio idraulico

Aree inondabili

Rischio

-  AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO-E4
-  AREE A RISCHIO ELEVATO-E3
-  AREE A RISCHIO MEDIO-E2
-  AREE A RISCHIO MODERATO-E1

5.4 INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE

Dal punto di vista geologico, geotecnico è stato necessario investigare i terreni in presenza, al fine di verificare le caratteristiche geomeccaniche dei materiali interessati.

La verifica di tali caratteristiche di compressibilità e resistenza è stata effettuata mediante:

- N.2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico il terreno del sedime dell'area;



Foto 3 – Penetrometrica DPSH

5.6 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Per l'analisi della costituzione del sottosuolo, come previsto, si fa riferimento a quanto appurato in fase di rilievo geologico generale e dai risultati delle indagini di cui al punto 5.5 effettuate.

In particolare nell'area è stato possibile, definire un modello geotecnico, costituito, al di sotto di un livello di terreno vegetale superficiale, di spessore inferiore al metro, da n.2 complessi geotecnici; il comportamento di detti materiali può essere riassunto, sulla base dei risultati delle indagini eseguite in sito da altri professionisti, e riportate nella specifica relazione allegata.

Per il calcolo dei parametri geotecnici di progetto si dovrà eventualmente tenere conto, in funzione dell'Approccio utilizzato, del coefficiente parziale γ_M secondo quanto riportato nella tab. 6.2 II.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	C'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	C'_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.0	1.0

Da cui

APPROCCIO1 Combinazione 1 (**A1+M1+R1**) e **APPROCCIO 2** Combinazione (**A1+M1+R3**)

Si hanno i seguenti parametri:

C.1 coltre limoso sabbiosa da -0.0 a -0.2/0.4 m

parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 18.00 kN/mc	= 18.00 kN/mc
angolo di attrito ϕ'	= 25°	= 25°
Coesione c'	= 8 Kpa	= 8 Kpa
Coesione non drenata c_u	= 40 Kpa	= 40 Kpa

C.2 Complesso arenaceo-marnoso da -0.2/0.4 m

Parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 20.00 kN/mc	= 20.00 kN/mc
angolo di attrito ϕ'	= 35°	= 35°
Coesione c'	= 36 Kpa	= 36 Kpa
Coesione non drenata c_u	= 180 Kpa	= 180 Kpa

APPROCCIO1 Combinazione 2(A1+M2+R2)

C.1 coltre limoso sabbiosa da -0.0 a -0.2/0.4 m

Parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 18.00 kN/mc	= 18.00 kN/mc
angolo di attrito ϕ'	= 25°	= 20.45°
Coesione c'	= 8 Kpa	= 6.40 Kpa
Coesione non drenata c_u	= 40 Kpa	= 28.57 Kpa

C.2 Complesso arenaceo-marnoso da -0.2/0.4 m

Parametri	Valori caratteristici	Valori di progetto
peso di volume γ	= 20.00 kN/mc	= 20.00 kN/mc
angolo di attrito ϕ'	= 35°	= 29.25°
Coesione c'	= 36 Kpa	= 28.80 Kpa
Coesione non drenata c_u	= 180 Kpa	= 128.57 Kpa

Si precisa che nella porzione ovest del cimitero, in corrispondenza delle prove DPSH n.5 e n.6 lo spessore della coltre del complesso C.1 presenta spessori più elevati fino ad una profondità di circa -1.20 del piano campagna.

6. AZIONE SISMICA

6.1 SISMICITÀ STORICA

Per gli aspetti sismici specifici, in seguito alla riclassificazione sismica della Regione Lazio di cui alla D.G.R.L. n. 387 del 2009 pubblicata su BURL n. 24 del 27 giugno 2009, il territorio del Comune di Amatrice, dove rientra l'area di studio, è stato incluso nella Zona di sismicità 1 caratterizzata da un valore dell'accelerazione di picco su terreno rigido (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni pari a: $0,25 < a_g < 0,278$.

Zona sismica	Sottozona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]
1		$0.25 \leq a_g \leq 0.278g$ (val Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g \leq 0.25g$
	B	$0.15 \leq a_g \leq 0.20g$
3	A	$0.10 \leq a_g \leq 0.15g$
	B	(val. minimo) $0.062 \leq a_g \leq 0.10g$

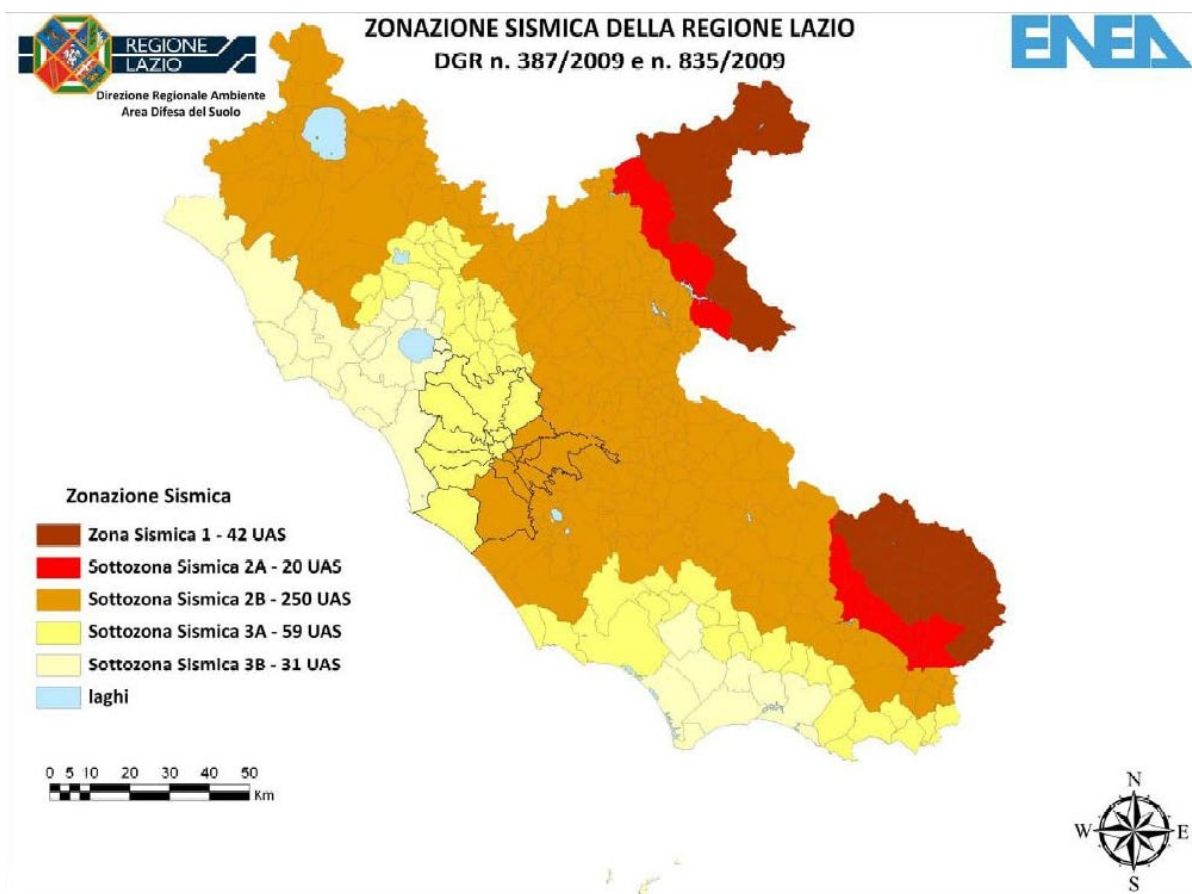


Fig. 8 – classificazione sismica Regione Lazio

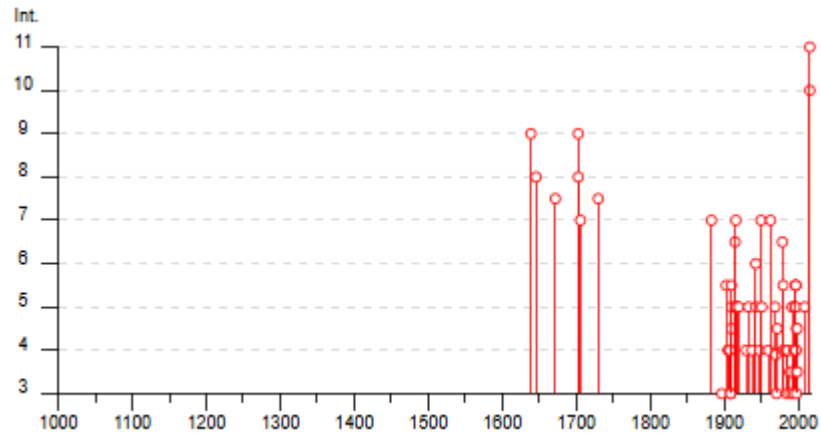
Tuttavia, con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008, e poi con il D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Nella figura sotto si riporta l'elenco dei terremoti significativi per la zona di Amatrice (Fonte Database Macrosismico Italiano 2015 – INGV.it).

Amatrice



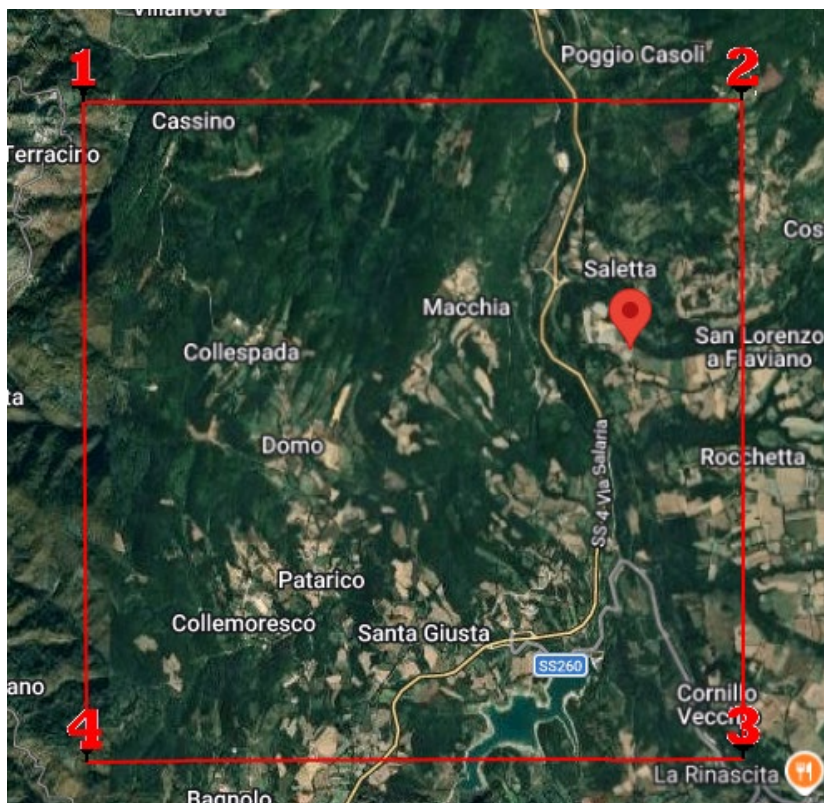
PlaceID IT_53053
Coordinate (lat, lon) 42.628, 13.290
Comune (ISTAT 2015) Amatrice
Provincia Rieti
Regione Lazio
Numero di eventi riportati 84



Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
9	1639	10	07				Monti della Laga	39	9-10 6.21
8	1646	04	28	07			Monti della Laga	10	9 5.90
7-8	1672	06	08	17	30		Monti della Laga	10	7-8 5.33
9	1703	01	14	18			Valnerina	197	11 6.92
8	1703	01	16	13	30		Appennino laziale-abruzzese	22	
7	1706	11	03	13			Maiella	99	10-11 6.84
7-8	1730	05	12	05			Valnerina	115	9 6.04
7	1883	11	07	03			Monti della Laga	4	7 5.10
3	1897	01	19	19	20		Poggiodomo	19	6 4.68
NF	1900	08	10	04	28	1	Teramano	15	5 4.28
NF	1902	10	23	08	51		Reatino	77	6 4.74
5-6	1903	11	02	21	52		Valnerina	33	6 4.81
NF	1904	09	02	11	21		Maceratese	59	5-6 4.63
4	1906	01	29	15	05		Valle del Tronto	50	5 4.28
NF	1906	02	05	16	34		Valnerina	55	5 4.41
4	1906	07	01	00	50		Reatino	41	5 4.29
4	1907	01	23	00	25		Adriatico centrale	93	5 4.75
4	1908	03	17	03	59		Marche meridionali	54	5-6 4.61
3	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7 5.36
3	1909	03	16	15	53		Gran Sasso	19	4-5 4.03
NF	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8 5.34
NF	1910	03	06	22	22		Monti Reatini	15	4-5 3.93
5	1910	12	22	12	34		Monti della Laga	19	5 4.30
4-5	1910	12	22	17	18		Monti della Laga	3	4-5 3.93
5-6	1910	12	26	16	30		Monti della Laga	50	5-6 4.56
6-7	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11 7.08
NF	1915	03	15	11	23		Alta Valle del Chienti	24	7 4.97
5	1916	07	04	05	06		Monti Sibillini	18	6-7 4.82
7	1916	11	16	06	35		Alto Reatino	40	8 5.50
2	1917	01	03	01	35		Marsica	57	
5	1917	03	21	00	30		Monti Sibillini	21	5 4.44
5	1917	07	08	02			Appennino laziale-abruzzese	44	5-6 4.68
5	1920	02	10	23	57		Monti Sibillini	18	5 4.30
4	1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8 5.83
5	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9 5.90
4	1938	08	12	02	28	3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6 4.56
5	1943	01	16				Monti Sibillini	22	6-7 5.04
6	1943	01	29				Monti Sibillini	50	6-7 4.94
4	1948	12	31	03	32		Monti Reatini	95	8 5.42
NF	1949	10	27	19	08		Monti Reatini	9	6-7 4.98
7	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8 5.69
5	1951	08	08	19	56		Gran Sasso	94	7 5.25
2	1957	03	12	16	20		Valnerina	62	5 4.16
4	1960	03	16	01	52	4	Monti della Laga	81	5 4.44
2	1960	07	20	23	09		Ternano	22	7 4.67
2	1961	10	31	13	37		Reatino	84	8 5.09
7	1963	07	21	11	09		Monti della Laga	11	7 4.71

4	📄	1960 03 16 01 52 4	Monti della Laga	81	5 4.44
2	📄	1960 07 20 23 09	Ternano	22	7 4.67
2	📄	1961 10 31 13 37	Reatino	84	8 5.09
7	📄	1963 07 21 11 09	Monti della Laga	11	7 4.71
5	📄	1969 09 26 23 40 3	Teramano	97	5 4.39
F	📄	1970 09 07 14 02 2	Appennino umbro-marchigiano	56	5 4.35
3	📄	1971 04 02 01 43 5	Valnerina	68	6 4.50
4-5	📄	1972 11 26 16 03	Marche meridionali	73	8 5.48
6-7	📄	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9 5.83
5-6	📄	1980 02 28 21 04 4	Valnerina	146	6 4.97
4	📄	1980 05 24 20 16 0	Monti Sibillini	58	5-6 4.48
4	📄	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8 5.86
4	📄	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7 5.47
3	📄	1985 05 20 10 00 2	Aquilano	29	5-6 4.51
4	📄	1986 10 13 05 10 0	Monti Sibillini	322	5-6 4.46
3-4	📄	1989 12 22 06 48 1	Valle Umbra	114	5 4.44
3	📄	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375	5.77
3-4	📄	1992 08 25 02 25 4	Aquilano	63	5 4.11
5	📄	1992 10 24 18 44 4	Monti della Laga	32	5 4.08
3	📄	1994 01 05 08 49 2	Monti della Laga	23	4-5 3.47
2-3	📄	1994 06 02 16 41 2	Aquilano	60	4-5 3.99
4	📄	1994 06 02 17 38 1	Aquilano	106	5 4.21
5	📄	1996 10 20 19 06 5	Appennino laziale-abruzzese	100	5 4.36
5-6	📄	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8 5.66
5-6	📄	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 5.97
4	📄	1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro-marchigiano	490	5.22
5	📄	1997 10 06 23 24 5	Appennino umbro-marchigiano	437	5.47
5-6	📄	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786	5.62
4	📄	1997 11 09 19 07 3	Valnerina	180	4.87
NF	📄	1998 02 16 13 45 1	Valnerina	33	3.75
4-5	📄	1998 03 21 16 45 0	Appennino umbro-marchigiano	141	5.00
3	📄	1998 04 05 15 52 2	Appennino umbro-marchigiano	395	4.78
3-4	📄	1998 08 15 05 18 0	Reatino	233	5-6 4.42
4-5	📄	1999 10 10 15 35 5	Alto Reatino	79	4-5 4.21
3-4	📄	1999 11 29 03 20 3	Monti della Laga	62	5-6 4.15
NF	📄	2004 12 09 02 44 2	Teramano	213	5 4.09
NF	📄	2005 04 12 00 31 5	Maceratese	131	4 3.74
NF	📄	2005 12 15 13 28 3	Val Nerina	350	5 4.14
5	📄	2009 04 06 01 32 4	Aquilano	316	9-10 6.29
10	📄	2016 08 24 01 36 3	Monti della Laga	221	10 6.18
11	📄	2016 10 30 06 40 1	Valnerina	379	6.61

6.1 PERICOLSITA' SISMICA DI BASE



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 42,666088
longitudine: 13,274254
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 24971	Lat: 42,6846	Lon: 13,2180	Distanza: 5035,966
Sito 2	ID: 24972	Lat: 42,6848	Lon: 13,2860	Distanza: 2288,565
Sito 3	ID: 25194	Lat: 42,6348	Lon: 13,2862	Distanza: 3617,076
Sito 4	ID: 25193	Lat: 42,6346	Lon: 13,2183	Distanza: 5761,291

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):
 Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,078 g
 Fo: 2,392
 Tc*: 0,273 [s]

Danno (SLD):
 Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,103 g
 Fo: 2,322
 Tc*: 0,280 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
 Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,258 g
 Fo: 2,362
 Tc*: 0,341 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
 Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,331 g
 Fo: 2,399
 Tc*: 0,359 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
 Cc: 1,430
 St: 1,000
 Kh: 0,019
 Kv: 0,009
 Amax: 0,915
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
 Cc: 1,420
 St: 1,000
 Kh: 0,030
 Kv: 0,015
 Amax: 1,210
 Beta: 0,240

SLV:

Ss: 1,160
 Cc: 1,360
 St: 1,000
 Kh: 0,084
 Kv: 0,042
 Amax: 2,937
 Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,080
 Cc: 1,350
 St: 1,000
 Kh: 0,100
 Kv: 0,050

Amax: 3,509
Beta: 0,280

6.2.1 RISULTATI INDAGINI GEOFISICHE EFFETTUATE



Foto 4 – profilo masw/rifrazione



Foto 5 – indagine HVSR

La prova MASW elaborata, come riportato nella specifica relazione, ha dato i seguenti risultati:

MASW1 - V_{SEQ} : 463 m/s
MASW1 - V_{SEQ} : 378 m/s
MASW1 - V_{SEQ} : 378 m/s
MASW1 - V_{SEQ} : 437 m/s
MASW1 - V_{SEQ} : 479 m/s

Pertanto con approccio conservativo secondo le NTC18 la categoria di sottosuolo è "B". La categoria topografica risulta essere "T1"

Per i risultati sintetici delle prove con i rispettivi diagrammi e ogni ulteriore dettaglio circa le prove si faccia riferimento alla specifica relazione "REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE NEI CIMITERI DELLE FRAZIONI DI SAN LORENZO EFLAVIANO, SAN TOMMASO, SANTA GIUSTA, PATARICO (LOTTO 2)".

7. PRESEMA DI ZONE SIMOGENETICHE

Per la stabilità geologico-tecnica del sito in esame si è anche focalizzata l'attenzione nel verificare la presenza di faglie sismogenetiche attive che potessero originare rotture in superficie. I dati della bibliografia

ufficiale in particolare dal catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie, che interessano il territorio italiano. ITHACA è uno strumento fondamentale per l'analisi di pericolosità ambientale e sismica, per la comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, per la pianificazione territoriale e per la gestione delle emergenze di Protezione Civile.

Dalla consultazione del database, l'area in esame ricade all'interno della sorgente sismogenetica, ITCS128: Accumuli - Amatrice.

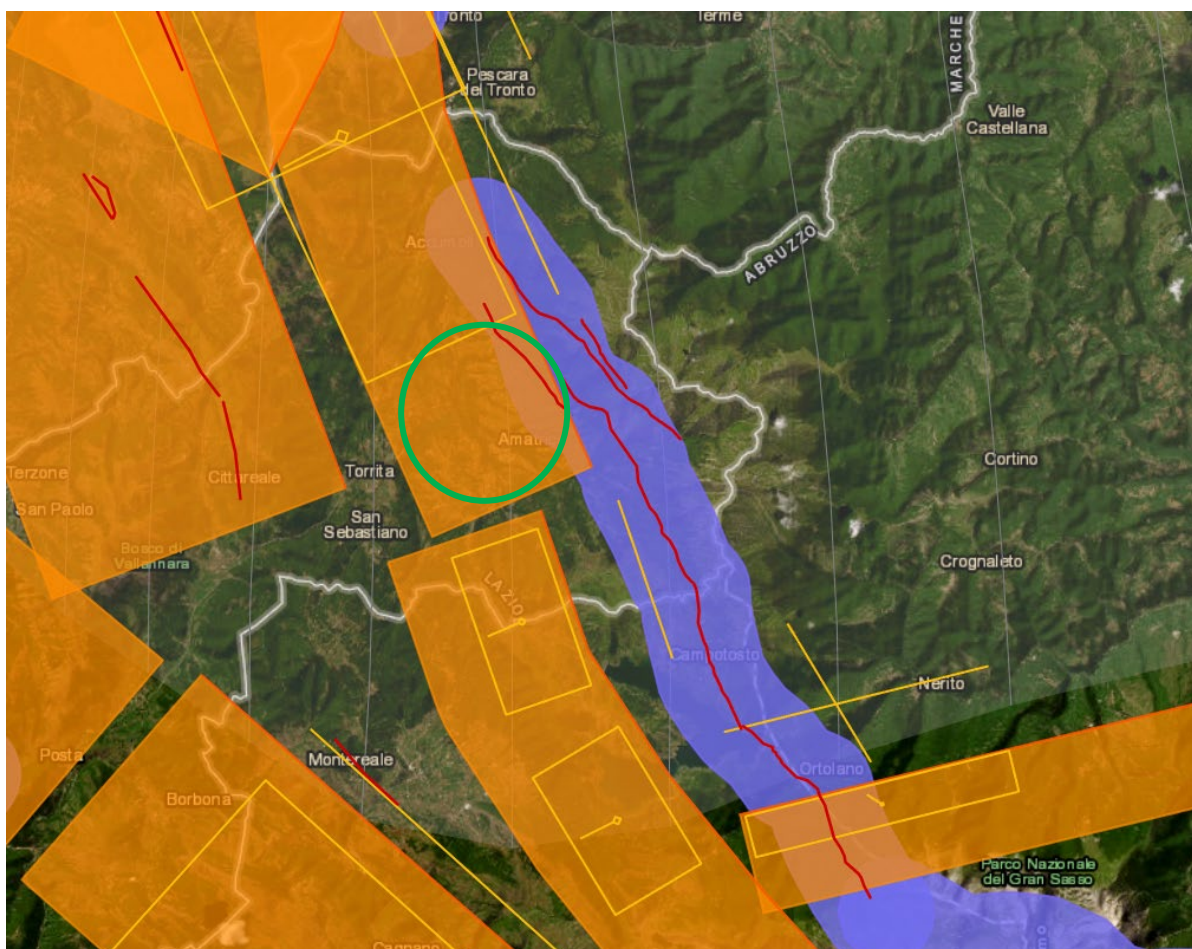


Fig. 9 – Stralcio mappa database of individual Seismogenic sources

8. CONCLUSIONI

La presente relazione costituisce lo studio geologico e geotecnico comprendente l'analisi delle risultanze ottenute nell'ambito delle indagini geognostiche relative ai lavori di recupero del cimitero della Frazione di San Lorenzo a Flaviano nel comune di Amatrice (RI).

Per quanto concerne la parte geologica, le indagini eseguite hanno evidenziato che il sottosuolo dell'area è costituito, al di sotto di uno strato di terreno vegetale di spessore decimetrico, per i prim 0.40/1.20 m di profondità, da limo-sabbioso (Complesso C.1) a cui segue il sub-strato (Complesso C.2) rappresentato dalla formazione flyschoida arenacea-marnosa consistente.

Si rimanda alle successive fasi progettuali, per la definizione delle tipologie di intervento più idonee a garantire la funzionalità e il livello di sicurezza richiesti per le opere in questione.

Tanto in assolvimento dell'incarico professionale conferitoci.