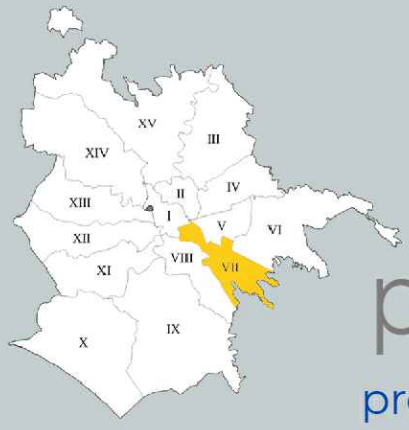
ROMA

RISORSE PER ROMA



15 MUNICIPI 15 PROGETTI per la città in 15 MINUTI

progetti di riqualificazione dello spazio pubblico

MUNICIPIO VII - **AMBITO GREGNA S. ANDREA**

RIQUALIFICAZIONE DEGLI SPAZI APERTI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

T04 - RELAZIONE GEOLOGICA

Roma Capitale
Assessore all'Urbanistica: Maurizio Veloccia
Assessore al Decentramento, Partecipazione e Servizi al Territorio per la Città dei 15 minuti: Andrea Catarci
Direttore Dipartimento Programmazione e Attuazione Urbanistica: Gianni Gianfrancesco
Direttore Trasformazione Urbana: Paolo Ferraro

Responsabile Unico del Procedimento: Enrica De Paulis

Municipio VII
Presidente: Francesco Laddaga
Assessore ai Lavori Pubblici, Patrimonio: Antonella Di Giacomo

Risorse per Roma SpA
Amministratore Unico: Simone De Santis
Direttore Area Territorio: Massimo Mengoni
Unità Pianificazione e Progettazione Urbana: Marco Tamburini

Gruppo di lavoro
Staff dell'Assessore all'Urbanistica:
Elena Andreoni
Staff Presidenza Municipio: Alessandra Cazzola
Dipartimento Programmazione e Attuazione Urbanistica:
Pietro Menichelli; Maria Rita Schirru
Risorse per Roma SpA:
Mariangela Meola (Responsabile di Progetto)
Claudia S. Giordano; Cristina Campanelli

Studio di progettazione STUDIOUAP

Responsabile di progetto: arch. Silvia Cioli
Gruppo di progettazione: arch. Silvia Cioli, arch. Luca D'Eusebio, arch Andrea Mangoni

Impianti: ing. Pasquale Auteri
Strutture: ing. Dario D'Innocenzo
Geologia: dott. geol. Simone D'Innnocenzo
Archeologia: ARCHEOGEOS archeologia & geofisica di Diego Blanco
Coordinamento della Sicurezza: arch. Carlo Zaffina

00 - emissione a Roma Capitale il 29.04.2024

studio uap

Indice

1. PREMESSE 2
2. BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE 3
3. LEGGI E REGOLAMENTI 4
4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 4
5. EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA E INQUADRAMENTO GEOLOGICO 7
6. GEOMORFOLOGIA – CAVITA' 10
7. ASSETTO IDRAULICO 11
8. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO E PRG 12
9. IDROGEOLOGIA DELL'AREA 15
10. PERICOLOSITA' DA EMISSIONE DI SOSTANZE GASSOSE 17
11. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE 20
12. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA 21
12.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE (MACROZONAZIONE) 21
12.2. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE O RISPOSTA SISMICA LOCALE) 22
12.3. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI 23
13. FUTURO PIANO D'INDAGINE 24
13.1. D.G.R. LAZIO n°189/2021 – LIVELLO DI RISCHIO SISMICO DELLE OPERE 25
14. FATTIBILITA' DELLE OPERE 27

1. PREMESSE

La presente relazione è redatta dal dott. geol. Simone D'Innocenzo, iscritto all'Ordine dei Geologi del Lazio dal Settembre 1995 con il n°A1049 a corredo della documentazione progettuale per i lavori di rigenerazione di spazi pubblici comunali nell'ambito del *Programma della Città dei 15 minuti*. Più specificatamente il presente lavoro si riferisce all'*Ambito Gregna Sant'Andrea* nel *Municipio VII* e quindi alla sistemazione delle aree esterne dell'*Istituto Comprensivo "Via del Calice", plesso "Via della Seta"*.

Le aree comunali in questione sono impiegate come Scuola dell'Infanzia e prevedono la riqualificazione delle aree esterne con una serie di interventi e di piccole infrastrutture che servono a rendere gli ambienti maggiormente vivibill e godibili per la collettività.

Come detto l'area in questione d'intervento ricade nel Municipio VII - ex X - mentre la particella interessata risulta essere la n°1184 del Foglio n°1005 del catasto terreni (vedi fig. 01).

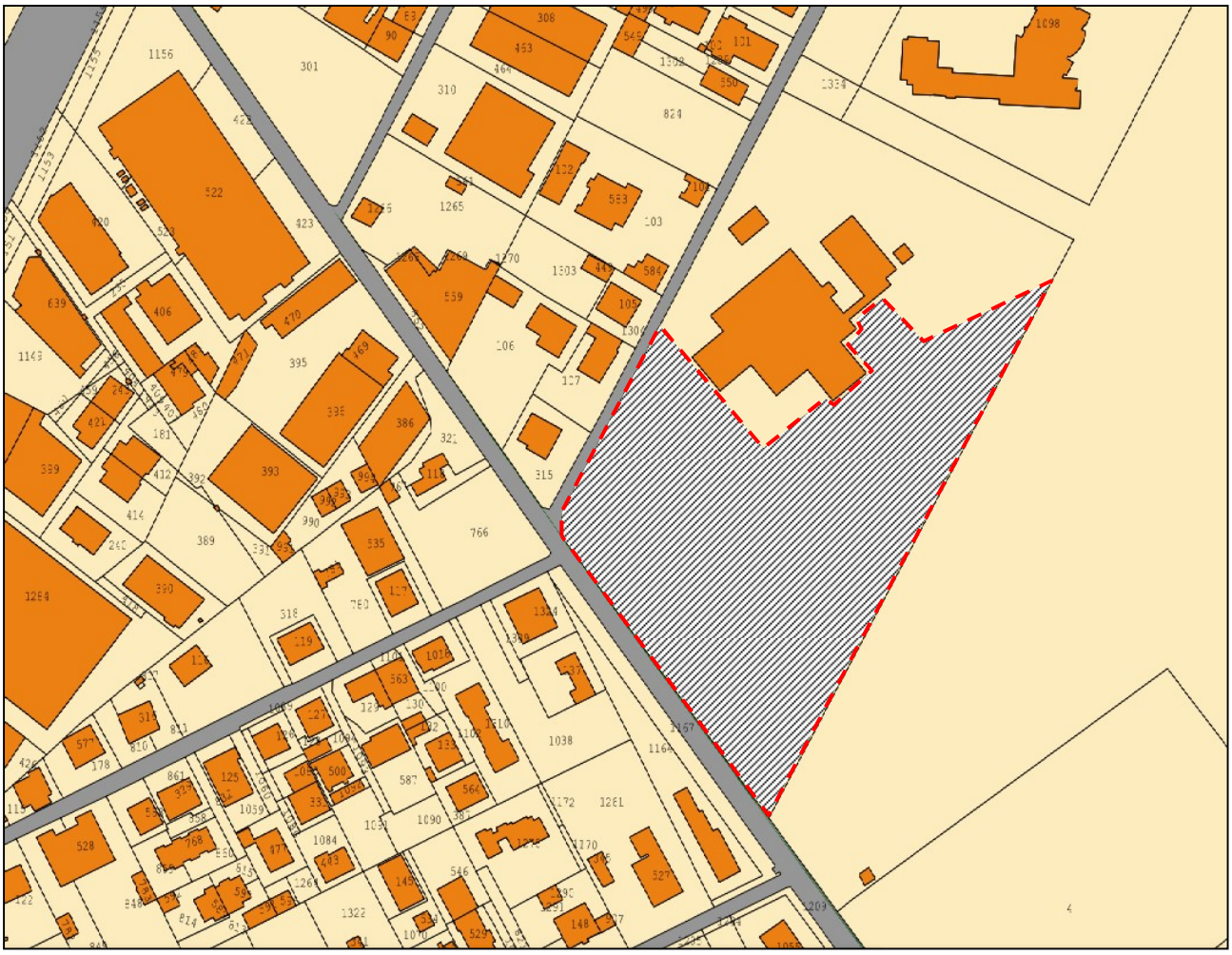


Fig.01: Stralcio del Foglio Catastale n°1050, con le particelle in oggetto (n°1184) con indicata l'area del plesso scolastico (Fonte Geoportale Regione Lazio).

Nella figura che precede appare chiaro come il plesso scolastico, e quindi i suoi immobili, non siano ancora presenti cartograficamente ai fini catastali.

Per la redazione della presente è stato effettuato un sopralluogo nel sito in oggetto ed una accurata ricerca bibliografica inerente alla geologia e le eventuali cavità segnalate nell'area.

****

Così come meglio specificato nel seguito, si ricorda:

1. l'inserimento del territorio del Comune di Roma in zona sismica di classe 2 e 3 a seconda del Municipio di appartenenza (il territorio dell'ex X Municipio del Comune di Roma - ora VII – ricade in zona sismica di classe 2B).
2. che il presente lavoro non è valido ai fini della compilazione/redazione del Fascicolo del Fabbricato (qualora questo valido strumento venisse riattivato);
3. che ai fini autorizzativi gli interventi previsti in questa fase progettuale non hanno una loro valenza di carattere ingegneristico strutturale e quindi il presente lavoro non deve rispondere ai dettami dei RR n.26/2020 e 07/2021 e quindi al "*Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico*".

2. BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE

Come già anticipato l'intervento previsto consiste nella riqualificazione delle aree esterne al plesso scolastico.

In questa fase progettuale sono previsti realizzazione di aule all'aperto, la messa in opera di attrezzature per lo sport e la creazione di una riqualificazione energetica.

Il layout che segue riporta gli interventi da realizzare.

Al riguardo si sottolinea come alcuni interventi che hanno una valenza di tipo strutturale ed una interazione con il suolo (tunnel di collegamento coperto tra due corpi di fabbrica ed aule all'aperto) verranno meglio approfonditi sia dal punto di vista ingegneristico sia geologico in una successiva fase progettuale e comporteranno, di fatto, l'esecuzione dei necessari approfondimenti di indagine come da DM 2008 e dal RR Lazio 07/2021.

Fig.02: layout dell'area scolastica e dei suoi interventi nelle sue aree esterne.

3. LEGGI E REGOLAMENTI

Nell'approccio geologico e geotecnico del presente studio sono state tenute in considerazione le seguenti Norme Tecniche:

- D.P.R. n°328 del 05.01.2001: "Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti";
- Delibera della Giunta Regionale Lazio n. 387 del 22.05.2009: "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03".
- D.M. 17.01.2018: aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni";
- Circolare n.7 del 29.01.2019: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al DM 17.01.2018";
- Delibera Giunta Regionale Lazio n°793 del 05.11.2020 e n°489 del 17.10.2012: "Modifica dell'Allegato 2 della DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009".
- R.R. Lazio n°26/2020 (e DGR 724/2020): "Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico. Abrogazione del regolamento regionale 13 luglio 2016, n.14 e successive modifiche";
- R.R. 07/2021 (e DGR Lazio 189/2021): adozione del regolamento regionale concernente "Modifiche al Regolamento Regionale 26 ottobre 2020, n. 26".

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Dal punto di vista geografico l'area in cui sorge il plesso scolastico è posta nella località denominata "Gregna Sant'andrea", un'area esterna al Grande Raccordo Anulare e racchiusa tra questo, la via Anagnina e la via Appia.

Detta zona ricade nella tavoletta 150 III NE "Frascati" della Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare (scala 1:25.000) di cui si riportano due stralci in fig. 02a e 02b, rispettivamente relativi agli anni 1872-3 e 1949, allindomani della II Guerra Mondiale. In entrambe si può osservare che la zona in studio era sostanzialmente quasi non antropizzata.

A seguire si riportano uno stralcio della Carta Tecnica Regionale dell'anno 1990 (dalla scala 1:10.000) e dell'anno 2014 (dalla scala 1:5.000) che permettono di comprendere l'evoluzione antropica delle aree. Una ripresa attuale da satellite (Geoportale del Lazio) descrive le aree come sono ora.

Dal confronto tra questi supporti grafici si può notare come in queste aree l'urbanizzazione della Città sia stata molto importante e come essa limitatamente alla zona in studio si sia sviluppata in un arco temporale abbastanza recente, successivo alla II guerra mondiale. In questo contesto gli aspetti ambientali dell'area, in particolar modo quelli di natura idraulica, sono stati in buona parte ignorati e sottomessi dall'urbanizzazione.

Fig. 02a: Stralcio della Carta Topografica d'Italia edita dall'IGMI (tavoletta 150 III NE "Frascati" dalla scala 1:25.000 anno 1872-3), con indicata l'area afferente al plesso scolastico.

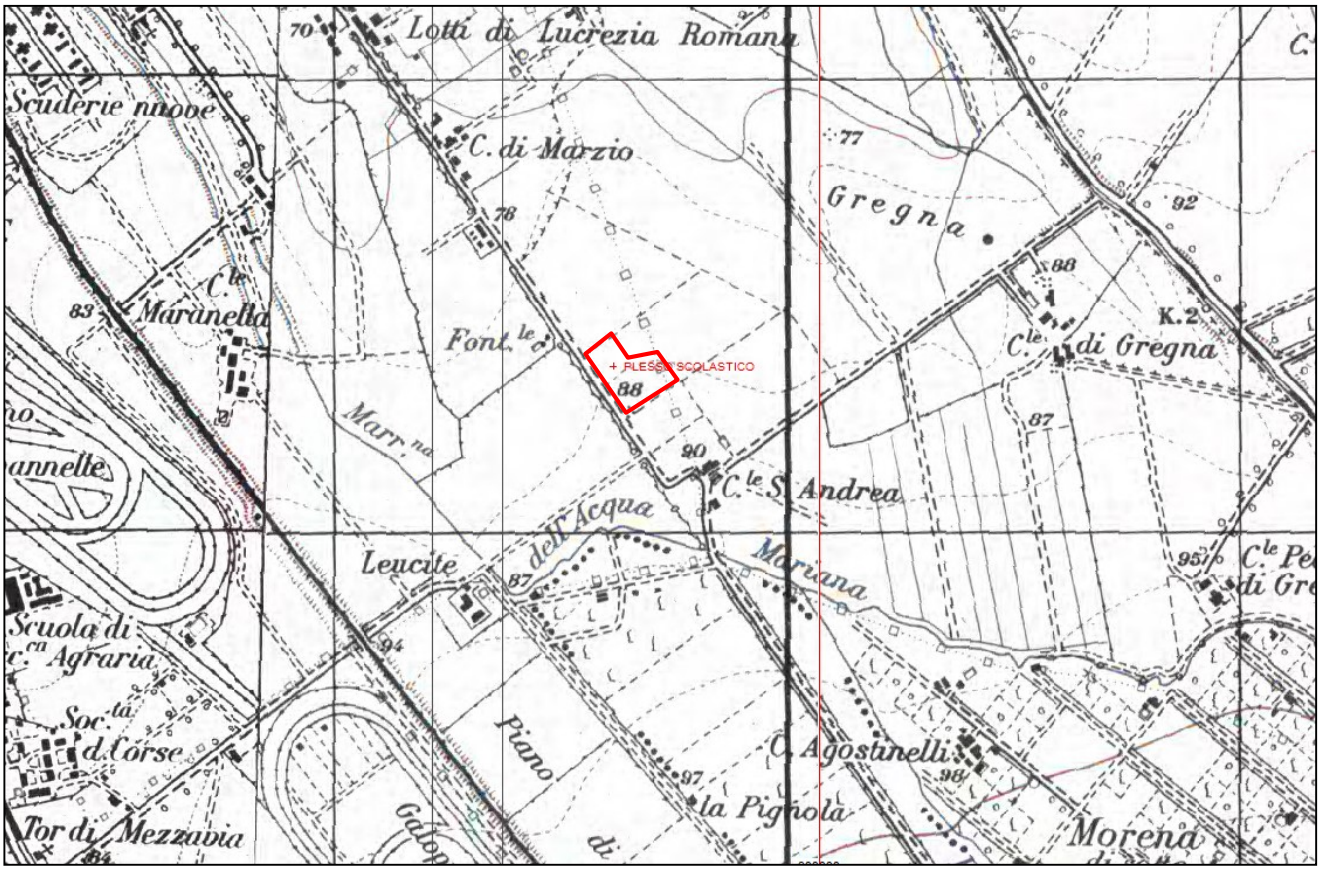


Fig. 02b: Stralcio della Carta Topografica d'Italia edita dall'IGMI (tavoletta 150 III NE "Frascati" dalla scala 1:25.000 anno 1949), con indicata l'area afferente al plesso scolastico.

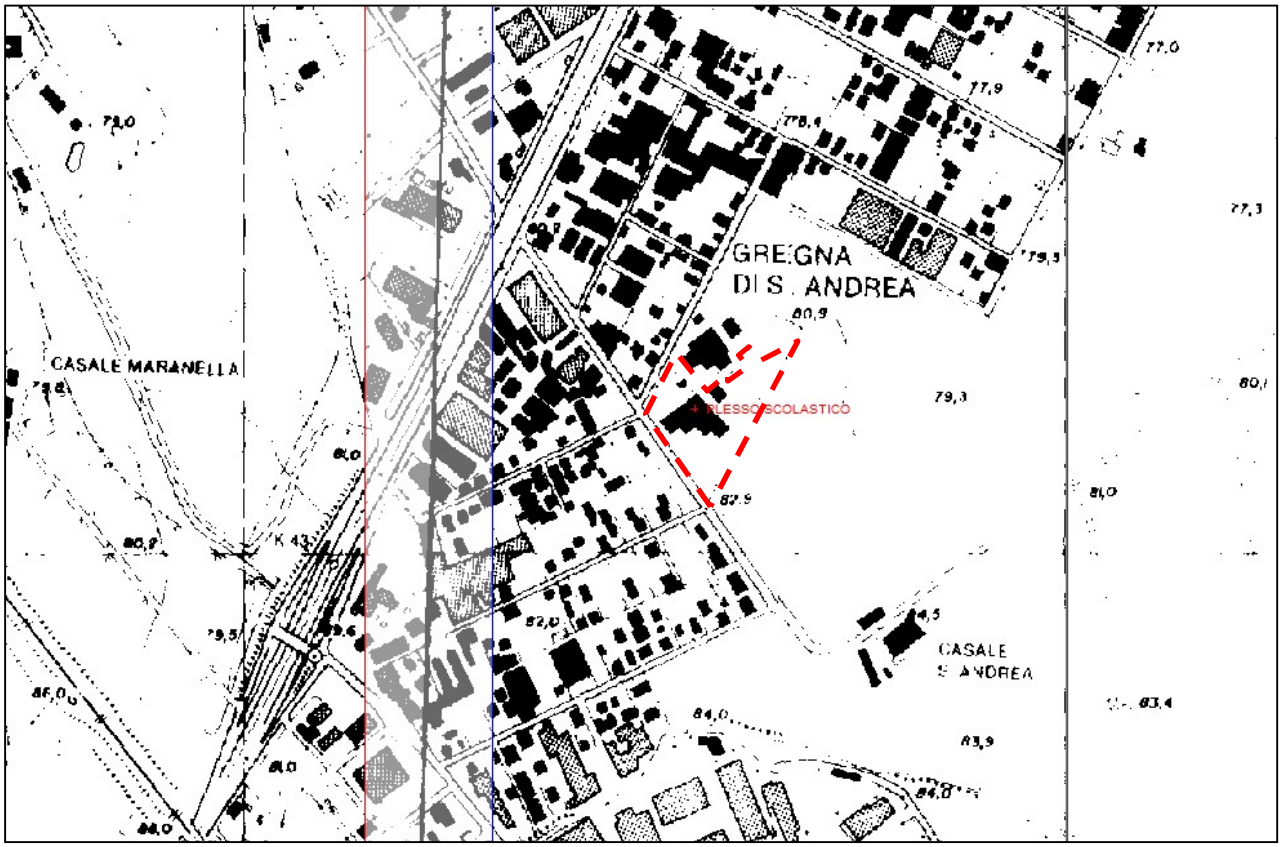


Fig. 02c: Stralcio della Carta Tecnica Regionale (Sezione 374160 - dalla scala 1:10.000 – Edizione 1990), con indicata l'area afferente al plesso scolastico.

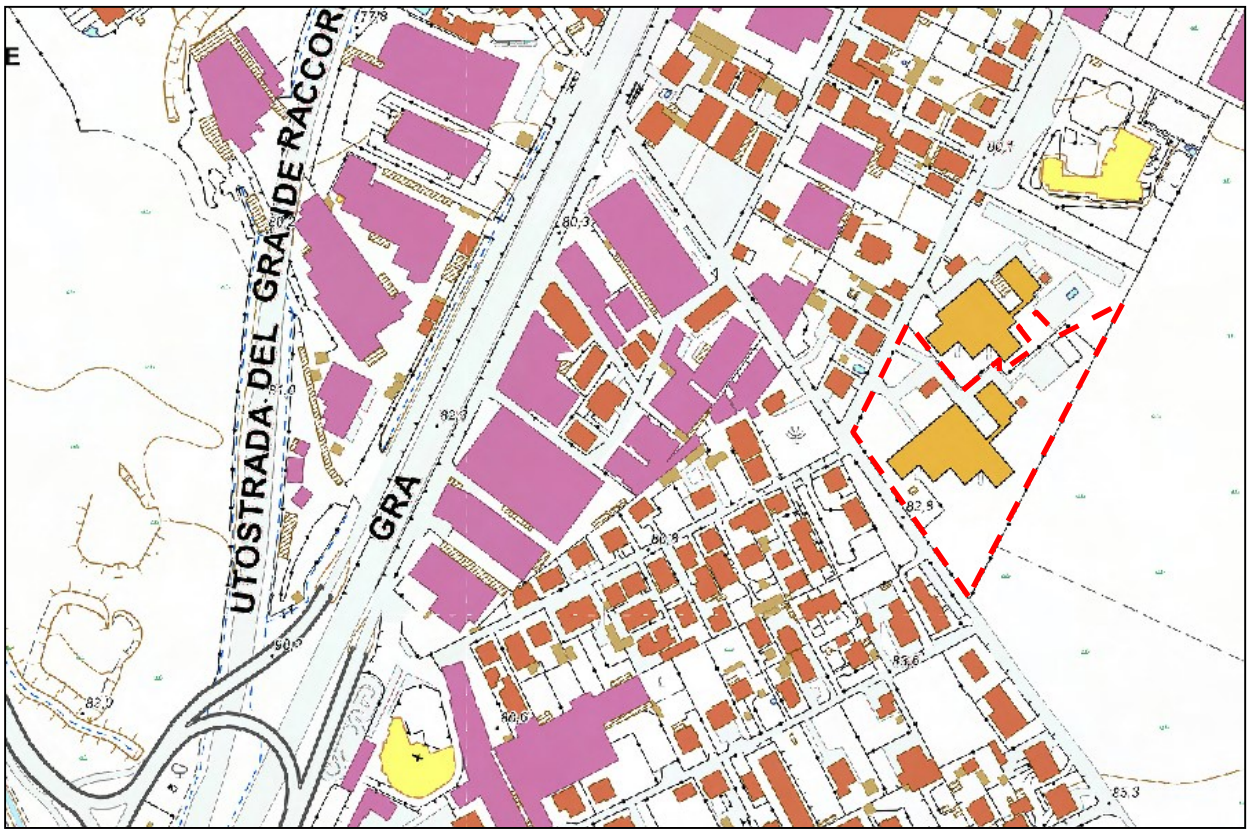


Fig. 02d: Stralcio della Carta Tecnica Regionale (dalla scala 1:5.000 – Edizione 2014), con indicata l'area afferente al plesso scolastico.

Fig. 02e: Stralcio di ripresa fotografica da satellite (Geoportale Regione Lazio - 2017) con indicata l'area afferente al plesso scolastico.

5. EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA E INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico l'area in esame risulta compresa nel settore centro occidentale del foglio n°150 "Roma" della Carta Geologica d'Italia alla scala di circa 1:100.000 edita dal Servizio Geologico d'Italia.

I terreni che costituiscono il substrato profondo dell'area romana sono rappresentati da sedimenti pliocenici di ambiente marino ("Unità di Monte Vaticano"), costituiti da argille e sabbie con abbondanti microfaune a Foraminiferi (su cui è basata la loro attribuzione cronostratigrafica). Si tratta del vero e proprio bedrock di Roma che, in alcune parti della città, raggiunge uno spessore di quasi 800m e che costituisce il livello impermeabile di base di tutta l'area.

A partire da 0.8 MA (milioni di anni) mutano le condizioni paleogeografiche e si passa ad un ambiente di sedimentazione di tipo fluvio-palustre con deposizione di terreni alluvionali antichi ad opera del "Paleotevere". Si tratta essenzialmente di ghiaie, sabbie e di argille ("Unità del Paleotevere 2") caratterizzate da frequenti variazioni litologiche e da complessi rapporti stratigrafici.

Nel lasso di tempo compreso tra 0.6 e 0.3MA si sviluppa l'attività dei vulcani laziali. Il carattere prevalentemente esplosivo dei due principali distretti vulcanici che circondano l'area romana (Distretto Vulcanico dei Sabatini a NW e Distretto vulcanico dei Colli Albani a SE) determina la messa in posto di notevoli quantità di prodotti, sia sotto forma di piroclastiti di ricaduta che di ignimbriti. I più antichi depositi vulcanici presenti nell'area sono rappresentati da tufi lapidei, lave leucititiche e piroclastiti stratificate ("Unità delle piroclastiti di ricaduta"). Seguono pozzolane scoriacee ("Pozzolane Rosse" e "Pozzolane Nere"), piroclastiti pedogenizzate ed argillificate ("Tufi pedogenizzati") e tufi a matrice cineritica o granulari ("**Unità eruttiva di Villa Senni**").

Questi depositi giocano un ruolo fondamentale nella trasformazione dei caratteri morfologici del territorio, mutandone radicalmente la topografia e l'idrografia. La loro messa in posto, infatti, determina una modificazione del Paleotevere che viene definitivamente confinato nel corso attuale.

Durante la messa in posto delle principali unità piroclastiche prosegue la normale sedimentazione attraverso cicli deposizionali controllati da variazioni eustatiche ("Alluvioni sinvulcaniche"). I rapporti stratigrafici tra questi ultimi sedimenti ed i litotipi vulcanici sono piuttosto complessi.

In corrispondenza dell'ultima fase glaciale würmiana (circa 18.000 anni fa) la forte regressione del livello marino determina una notevole erosione dei terreni sino a quel momento deposti, con formazione di paleoalvei che, in seguito al successivo innalzamento del livello marino, verranno colmati da depositi alluvionali a carattere prevalentemente argilloso ("Alluvioni recenti dei fossi").

I terreni che chiudono la successione stratigrafica, noti come "Riporti antropici", hanno ricoperto quasi totalmente l'area urbana, con spessori variabili da 0 a 16m. Si tratta di accumuli di macerie derivanti da colmamento e canalizzazione dei corsi d'acqua o fossi, opere di sbancamento finalizzate alla costruzione di edifici e di riempimenti a scopo di bonifica. In relazione alla loro diversa origine, la coltre dei riporti è costituita da materiali eterogenei ed eterometrici in una matrice più fine, costituita da terreni vulcanici e/o sedimentari rimaneggiati. Questi terreni possono essere considerati, a tutti gli effetti, come il più recente degli orizzonti stratigrafici presenti nell'area.

La figura che segue riporta un piccolo stralcio della Carta Geologica del Comune di Roma alla scala 1:10.000 (tavola 374160) edita dal Comune di Roma in collaborazione con l'Università di Roma Tre ed il Servizio Geologico d'Italia assieme ad una sezione geologica che passa vicino al punto di intervento e che può essere utile a comprendere in modo schematico l'assetto stratigrafico dell'area.

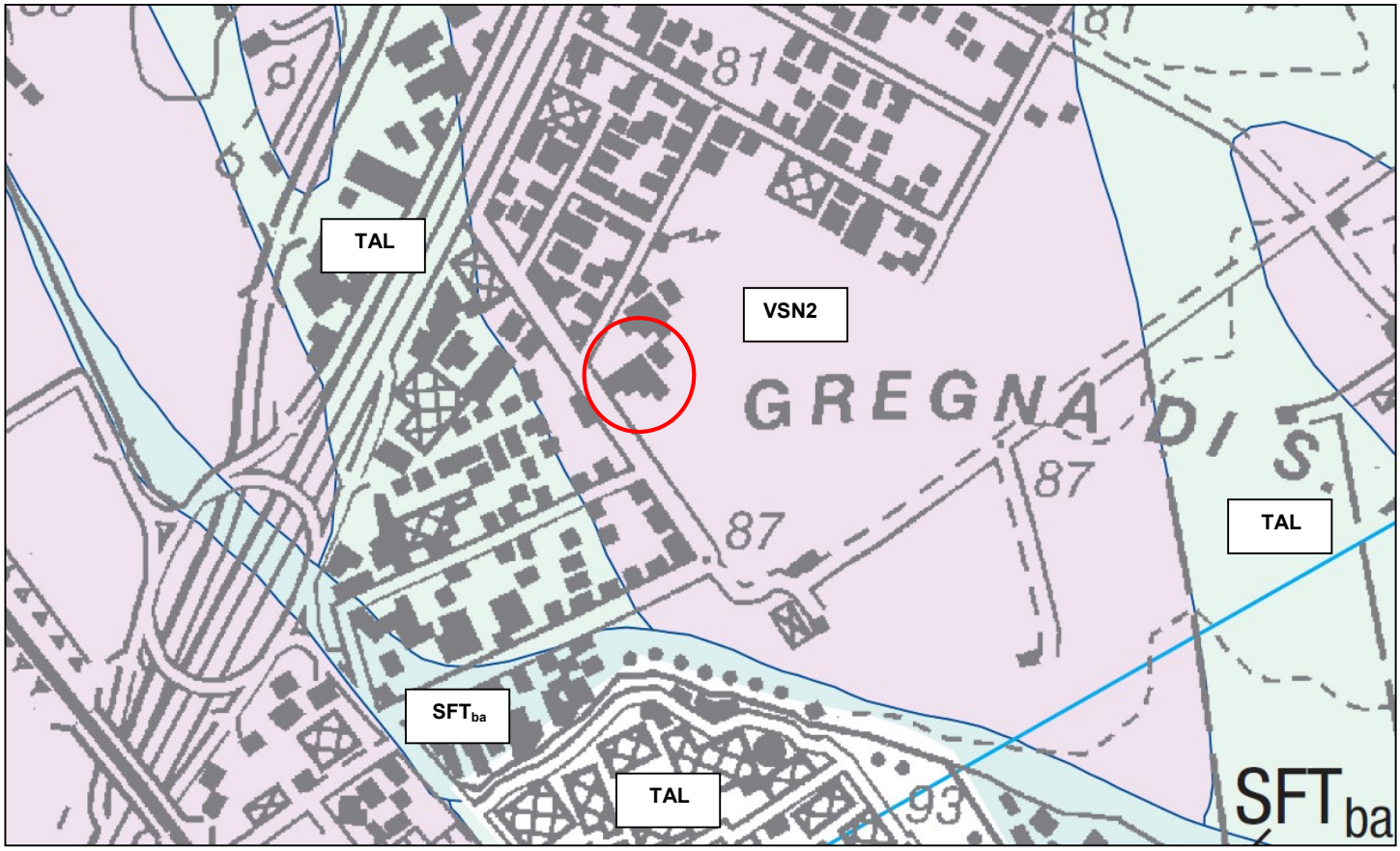
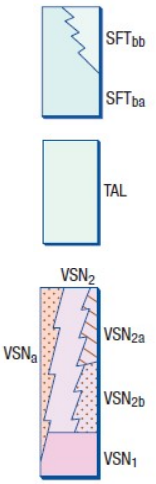


Fig. 03a: stralcio della carta e della sezione geologica estratta da "La Geologia del Comune di Roma" (edita da Comune di Roma e Univ. Di Roma Tre) e con evidenziata l'area in studio ed una traccia di sezione (linea celeste).



deposito alluvionale
Sabbie, silt, argille con livelli ricchi di materia organica all'interno degli argini (SFT_{bb}).
Depositi siltoso-sabbiosi e siltoso-argillosi (SFT_{ba}). ***OLOCENE***

alluvial deposits
Sand, silt and clay with organic component inside the river channels (SFTbb)

FORMAZIONE DEL TAVOLATO
Depositi da *lahar* da massivi a malstratificati, sabbioso-ghiaiosi; (5.8±0.1 ka).
OLOCENE - PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.
TAVOLATO FORMATION
Coarse to medium grained lahar deposits, from poorly to moderately sorted, from massi

FORMAZIONE DI VILLA SENNI
Pozzolanelle (VSN_2). Ignimbrite pozzolanacea da tefri-fonolitica a fono-tefritica; (357±2ka).
litofacies Occhio di Pesce (VSN_{2a}). Facies di VSN_2 con > 30% di cristalli di leucite.
Breccia di Colle Fumone (VSN_{2b}). Breccia co-ignimbritica.
Tufo Lionato (VSN_1). Ignimbrite litoide, da K-foiditica a tefri-fonolitica.
litofacies ghiaioso-sabbiosa (VSN_a). Ceneri e scorie rimaneggiate.
PLEISTOCENE MEDIO p.p.

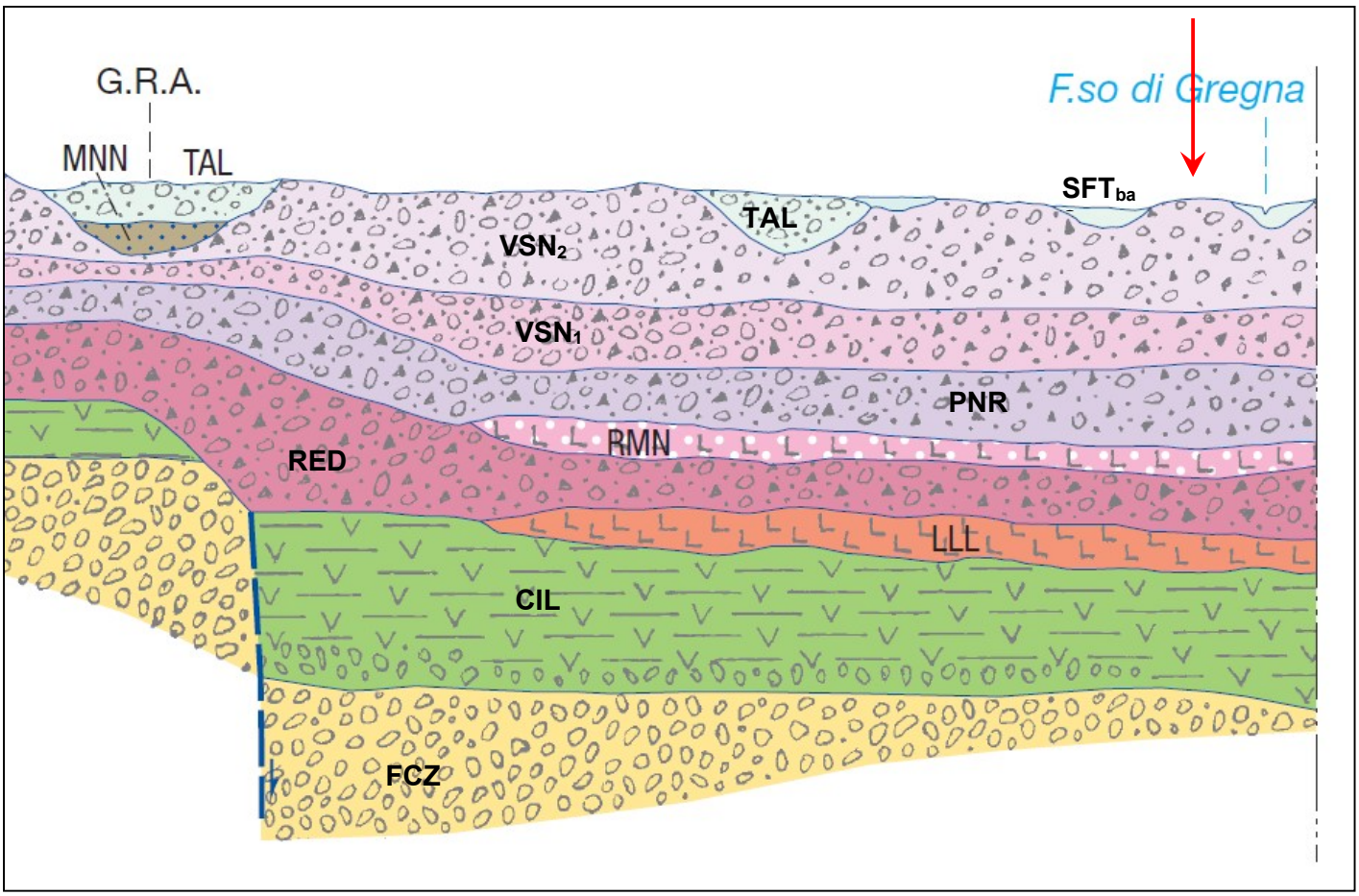


Fig. 03b: segue.

Nelle linee generali la situazione stratigrafica può ritenersi relativamente omogenea: è infatti presente uno spessore molto ridotto di *terreni di riporto* e poi le sottostanti formazioni continentali piroclastiche provenienti dall'apparato vulcanico Laziale (*Formazione di Villa Senni* – Unità VSN1 e 2).

Più specificatamente nell'area in questione affiorano i materiali definiti con la sigla VSN2 costituiti dal *Membro delle Pozzolanelle*, ossia da pozzolane addensate del Pleistocene Medio. Questi sono i materiali coinvolti dalle prove geotecniche eseguite in sito, unitamente ad una loro piccola porzione più superficiale alterata.

A seguire si rinvengono una serie di prodotti piroclastici dell'apparato vulcanico laziale (VSN1: Tufo Lionato; PNR: Pozzolane Nere; RED: pozzolane Rosse) alternati a due eventi lavici (RMN: lave di Fosso dei tre Rami; LLL: lave di Vallerano) ed infine i materiali del Paleotevere costituiti dalle Formazioni di Santa Cecilia (CIL) e di Fosso della Crescenza (FCZ).

I terreni piroclastici di fondazione sono generalmente molto buoni: va segnalata però la presenza di livelli lavici che determinano delle inversioni del segnale sismico ossia una irregolarità nel profilo delle Vs nel sottosuolo dando adito a probabili amplificazioni del segnale di cui parlerà meglio nello specifico paragrafo.

6. GEOMORFOLOGIA e CAVITA'

Dal punto di vista topografico l'area è definibile come abbastanza pianeggiante seppur leggermente modificata dall'attività antropica e posta ad una quota di circa **83m. s.l.m**.

L'intervento antropico è abbastanza accentuato e recente (dagli anni 1950 in poi). La morfologia è infatti caratterizzata dalla presenza di reti di servizio, strade anche di notevole importanza, immobili a numerosi piani, linee ferroviarie etc.

La cartografia dell'IGM e della CTR permettono di notare come l'intervento antropico sia stato molto intenso sebbene esso abbia oggi raggiunto un limite oramai definibile di quasi equilibrio.

Contrariamente ad altre zone della Città in queste aree l'urbanizzazione non ha comportato l'apporto di grossi quantitativi di terreni di riporto che hanno potuto celare la morfologia originale delle aree ben evidente nelle carte topografiche antecedenti l'urbanizzazione. Limitatamente alla zona d'intervento detto apporto si ritiene sia quasi assente.

In questo contesto, fortemente coinvolto in epoche recenti, è comunque possibile affermare che non sono presenti indizi di dissesto geomorfologico: in altre parole nelle immediate vicinanze dell'immobile non sono presenti elementi che lascino presupporre la sussistenza di una pericolosità di natura geomorfologica in atto o potenziale Ciò è anche certificato da quanto è possibile osservare sia nel geoportale (webgis) dell'ABDAC (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale) sia sul Geoportale dell'ISPRA in relazione al progetto IFFI e a quello sulle Pericolosità di natura geomorfologica ed idraulica.

La carta geomorfologica allegata al PRG del Comune di Roma (ges-2020-G9_2_06) riporta solo indicazioni circa una possibile pericolosità idraulica di cui si parlerà meglio nel seguito.

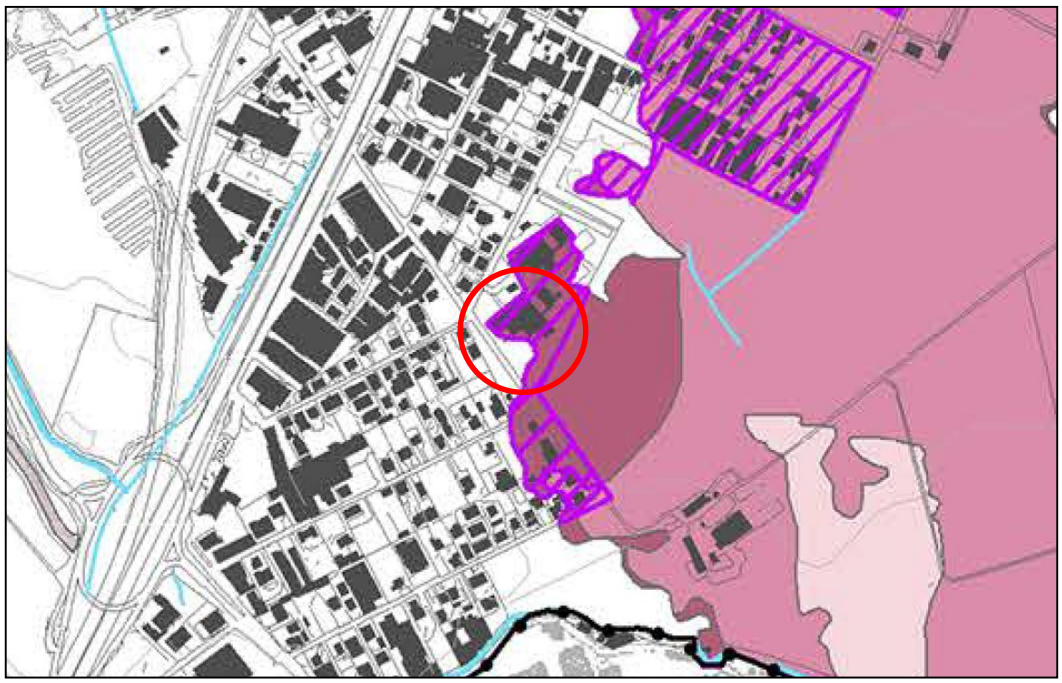


Fig. 04: stralcio carta geomorfologica allegata al PRG del Comune di Roma con indicate le aree oggetto d'intervento.

Sempre nell'ambito degli aspetti geomorfologici bisogna analizzare il rischio connesso alla presenza di cavità che non può essere ritenuto del tutto assente in questo caso.

Le cavità di queste zone sono di natura antropica e sono state realizzate per la coltivazione in sotterraneo di materiali di natura vulcanica da reimpiegare nell'edilizia: il materiale estratto era infatti costituito da tufi o pozzolane da utilizzare come inerti o come negli impasti nelle murature portanti.

Detti materiali sono qui presenti in abbondanza e costituiscono quindi una predisposizione per l'area per lo sfruttamento minerario.

Purtroppo nessuno studio specifico si è esteso alle aree periferiche prossime al GRA e può quindi essere considerato utile a tali scopi: va però sottolineato che la cartografia del PRG di cui sopra non riporta neanche indicazioni circa possibili cavità sotterranee, evidenziate invece per aree comunque distanti dalla nostra.

7. ASSETTO IDRAULICO

L'Area in studio rientra nel bacino del Fiume Tevere e più specificatamente nel Bacino n°12 ripresa da una valida suddivisione del territorio della Provincia di Roma effettuata nel testo del prof. U. Ventriglia (ed. 2002).

La rappresentazione grafica di detta della zona di ns interesse è riportata nella figura che segue, nella quale viene indicata la posizione della zona in cui sorge l'immobile.

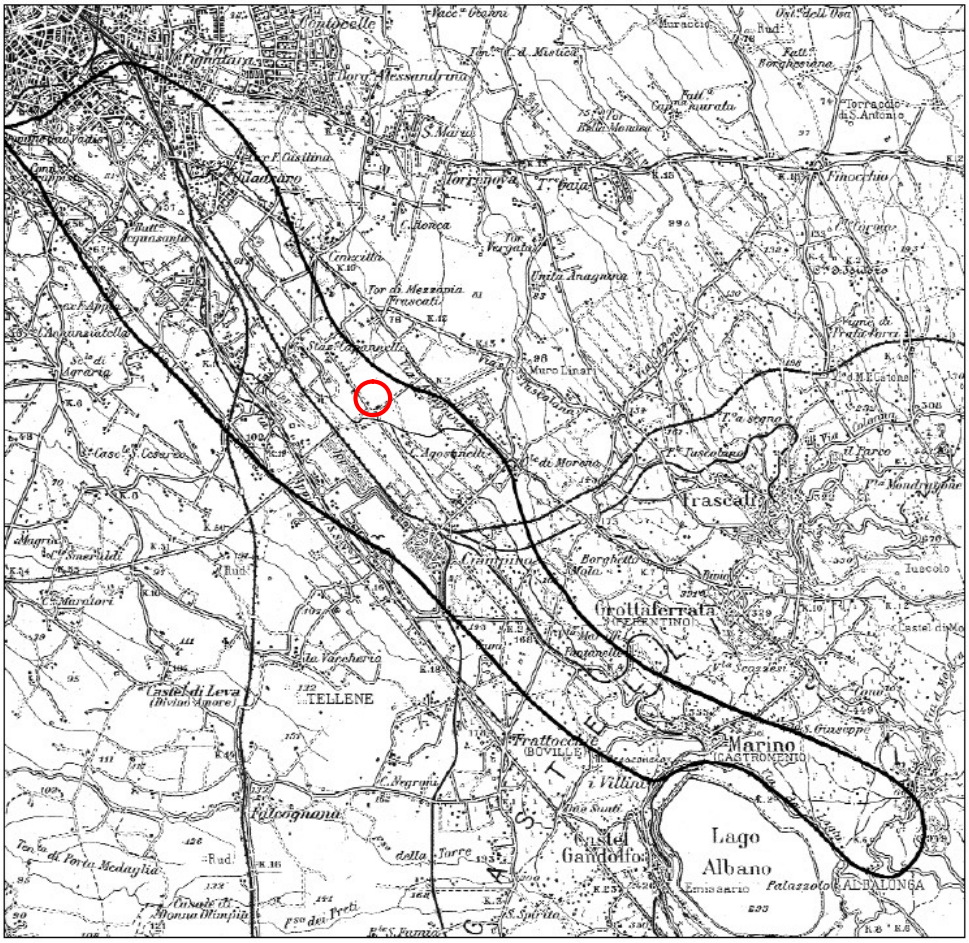


Fig. 05 Bacino del Fiume Aniene (bacino n°120), Ventriglia U. (2002); l'area in studio è indicata con il cerchio rosso.

Il bacino in questione è drenato dalla marrana della Caffarella e dalla marrana dell'Acqua Marciana – distante poche centinaia di metri dal plesso scolastico - che dalle pendici dell'apparato vulcanico dei Colli Albani, a circa m. 400 s.l.m., giunge fino alla periferia di Roma, a circa m. 18 s.l.m., ad una distanza di circa 2 km dal fiume Tevere.

Il bacino imbrifero ha forma molto allungata in direzione sud est - nord ovest. La sua lunghezza è di 22 km e la sua larghezza massima è di 4 km. Esso occupa una regione collinare con versanti mediamente acclivi o acclivi nell'alto bacino, ed una regione bassa dolcemente ondulata nel basso bacino.

Il bacino comprende i sobborghi meridionali, Quadraro e Cinecittà della città di Roma, le borgate Capannelle, Morena ed i paesi di Ciampino e di Marino; il limite del bacino, procedendo dalla sezione più a valle, in senso orario, passa per Tor Pignattara.

Per quanto riguarda la permeabilità le alluvioni, le pozzolane ed il tufo di Villa Senni sono mediamente permeabili per porosità, il peperino di Albano è da mediamente a poco permeabile per fratturazione ed i modesti affioramenti di lava sono mediamente permeabili per frattura.

La falda acquifera principale, che poggia sui sedimenti impermeabili sottostanti alle vulcaniti, presenta una discreta potenzialità e da essa possono essere emunte, con pozzi, portate dell'ordine anche di una decina di litri al secondo. Possono incontrarsi anche modeste faldine sospese al contatto fra livelli diversi di tufi. Sono molto abbondanti in tutto il bacino acque mineralizzate acidule, carbonate, frizzanti per anidride carbonica libera.

L'immobile è comunque in posizione molto vicina e poco rialzata rispetto a detto reticolo e può subire conseguenze del non corretto deflusso delle acque o degli effetti di una urbanizzazione non rispettosa del naturale sfogo delle acque meteoriche.

8. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO E PRG

L'area in studio ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Tevere, ormai in buona parte nascosto dall'antropizzazione e comunque gestito dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, poi ABDAC ed ora AUBAC. Il Piano di Bacino assume la valenza di Piano sovraordinato ed è lo 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 ed alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisico-ambientali del bacino idrografico interessato.

Essendo un piano sovraordinato, tutti gli strumenti attuativi (a cominciare dai PRG Comunali) vi si devono adeguare.

Il Piano di Bacino ha visto nel corso degli anni degli studi di approfondimento ben definiti per determinate aree (Piani Stralcio), laddove le emergenze conseguenti a fenomeni di dissesto idrogeologico potevano comportare danni più importanti.

Nel corso degli ultimi anni, dopo aver effettuato un approfondimento di studio assai importante ed incisivo sull'analisi dei rischi per esondazione delle aste fluviali principali, l'Autorità ha concentrato l'attenzione sugli aspetti connessi con le aste fluviali secondarie e minori alle quali era stato dato inizialmente un peso ed importanza minore (se non altro una "priorità secondaria").

Non stupisce quindi come in questo processo di continua evoluzione del Piano di Bacino ci si accorga di come la pericolosità idraulica interessi via via sempre maggiori porzioni di territorio: in ciò anche recependo quanto evidenziato in occasione di alcuni recenti eventi meteorici quasi del tutto straordinari (e sempre più frequenti) che hanno comportato danni nella Città e nella Provincia testimoniando la labilità del sistema idraulico in essere.

Con questo scopo sono stati quindi redatti il Piano Stralcio per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce - PS5 – (Progetto di aggiornamento adottato dal Comitato Istituzionale il 22.12.2014) ed il Decreto Segretariale n°32/2015 del 8 giugno 2015 che ridefinisce le aree allagabili in alcuni casi ritenuti di importanza rilevante. Il Decreto ha quindi cercato di accelerare l'iter approvativo imponendo dei vincoli che sono sembrati particolarmente importanti dal punto di vista gestionale e di pericolosità idraulica.

Per quanto riguarda l'aspetto idraulico si segnala che una pericolosità idraulica viene indicata per l'area in studio; le figure che seguono sono estratte dal portale Digital Twin dell'AUBAC nella quale si è sovrapposta l'estensione di massima dell'area del plesso scolastico.

Figura 06a Stralcio del Portale Digital Twin dell'AUBAC con indicata la pericolosità idraulica; ubicazione dell'area in esame indicata in rosso.

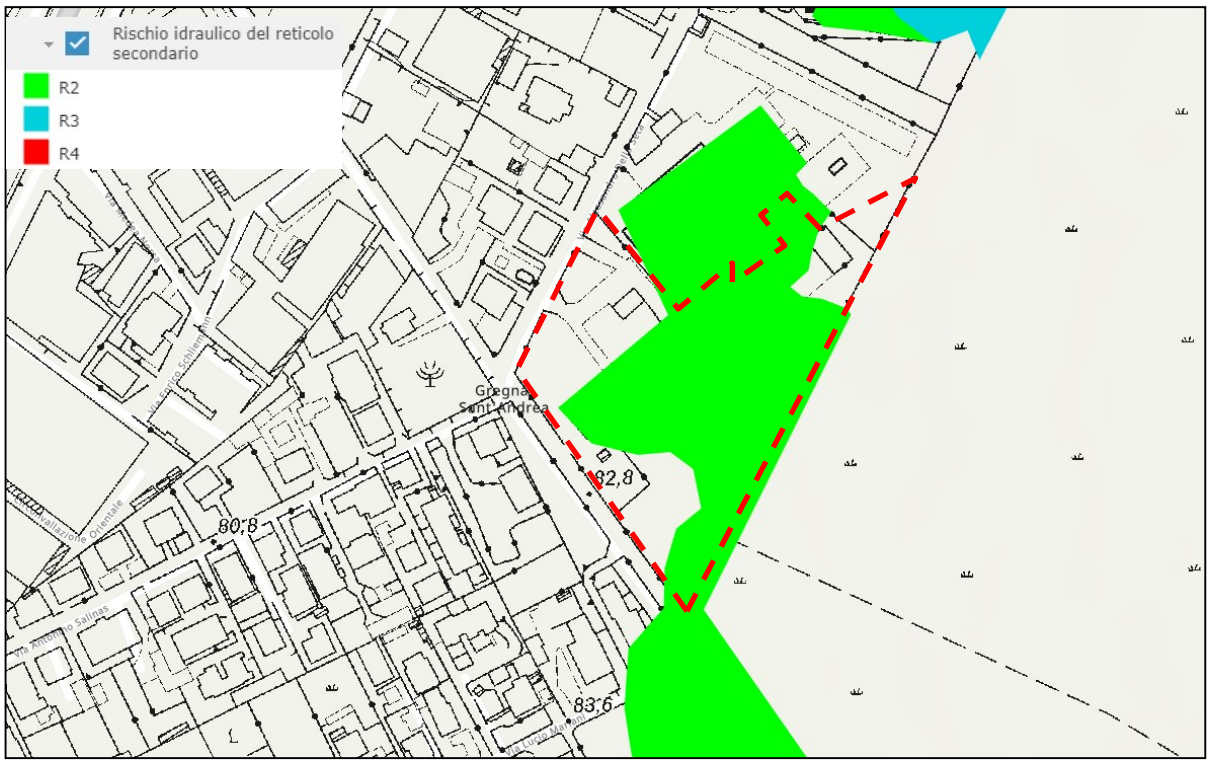
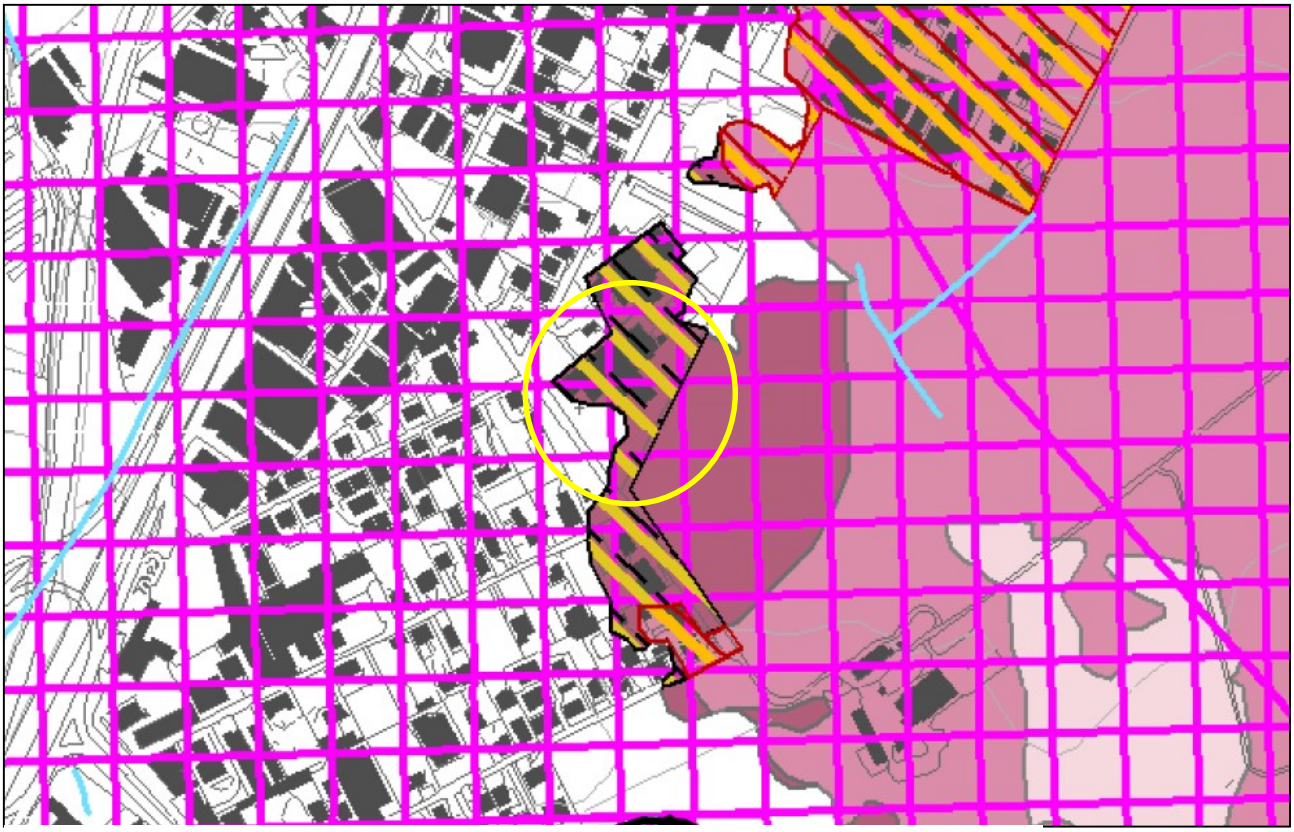


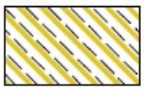
Figura 06b Stralcio del Portale Digital Twin dell'AUBAC con indicato il rischio idraulico; ubicazione dell'area in esame indicata in rosso.

L'area rientra pertanto nella Fascia C delle Norme Tecniche Attuative del Piano di Bacino e ad essa corrisponde un Rischio Idraulico di tipo R2.

Anche nei documenti pianificatori previsti dal Comune di Roma per l'area in oggetto viene confermata la presenza di Rischio Idraulico; la tavola di riferimento è la G9.5.06 (Carta della pericolosità e vulnerabilità geologica del territorio di Roma Capitale), rivisitata dal Comune di Roma nel 2020.

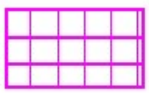


Fascia C, area di esondazione diretta e indiretta delle piene con Tr =500 anni e area marginale con Tr=200 anni; non sono previste limitazioni delle attività antropiche ma sussiste la necessità di piani di protezione civile; in queste aree si deve assicurare la sicurezza alle popolazioni insediate, ai beni e ai luoghi mediante la predisposizione dei Piani di Emergenza di cui alla Legge 225/92



Zona a rischio idraulico medio R2 per la quale è necessaria la gestione attraverso i piani di protezione civile

Aree critiche e aree di attenzione riguardanti il prelievo per l'uso compatibile della risorsa idrica degli acquiferi sotterranei (Autorità di Bacino del Fiume Tevere - Autorità dei Bacini Regionali - Università degli Studi Roma Tre, Piano Stralcio dell'Uso Compatibile della Risorsa Idrica, PUC)



Area critica, in cui la concentrazione dei prelievi determina un depauperamento della circolazione idrica sotterranea e un'alterazione dei livelli piezometrici significativamente superiore a quella delle aree circostanti, con rischio di compromissione, in tempi brevi, dell'approvvigionamento idrico delle attività che vi insistono

Figura 06c Stralcio della tavola la G9.5.06 (Carta della pericolosità e vulnerabilità geologica del territorio di Roma Capitale) con ubicazione dell'area in esame indicata in giallo.

La cartografia di cui sopra conferma la pericolosità (e quindi il rischio) conseguente ad eventi di piena molto rari e con tempi di ritorno elevati. Al tempo stesso si segnala come debbano essere adottati piani di protezione civile in caso di piena che portino alla evacuazione delle aree.

Infine si segnala come le aree ricadano in una zona di protezione dagli emungimenti e conseguenti ad un fenomeno di sfruttamento della risorsa idrica assolutamente incontrollato il quale sta determinando un abbassamento del livello delle falde idriche nel sottosuolo.

9. IDROGEOLOGIA DELL'AREA

L'assetto idrogeologico e lo schema di circolazione delle acque sotterranee nel territorio di Roma sono condizionati dall'assetto strutturale, dai rapporti di scambio idrico tra cinque diverse Unità Idrogeologiche e dalla presenza di due importanti corsi d'acqua perenni (CAPELLI et alii, 2008).

Le depressioni e le elevazioni strutturali, unitamente alle differenti permeabilità che caratterizzano alcuni principali complessi idrogeologici, determinano i limiti tra i grandi acquiferi e le linee di flusso delle acque sotterranee in essi presenti.

Nel territorio di Roma Capitale si incontrano domini geologici diversi, che danno luogo a cinque Unità Idrogeologiche:

- Unità Idrogeologica dei Monti Sabatini
- Unità Idrogeologica dei Colli Albani
- Unità Idrogeologica dei depositi continentali prevulcanici
- Unità Idrogeologica dei depositi alluvionali recenti e attuali
- Unità Idrogeologica del Delta del Fiume Tevere

I molteplici acquiferi presenti in queste idrostrutture hanno una circolazione complessa che tende a raccordarsi con le quote dei livelli di base fondamentali, costituiti dai fiumi Tevere, Aniene ed il mare.

Le Unità Idrogeologiche del territorio romano sono limitate inferiormente dal substrato a bassa permeabilità costituito da un Complesso argilloso-sabbioso basale (formazione di Monte Vaticano, di Monte delle Piche e dai livelli inferiori della formazione di Monte Mario) che funge da aquiclude[1].

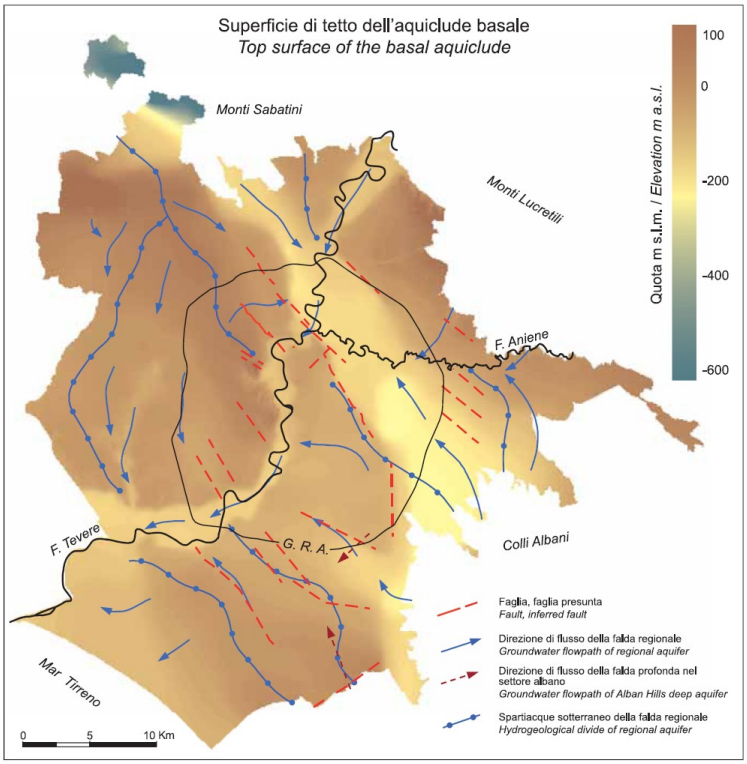


Fig. 07a Superficie di tetto dell'aquiclude basale - Stralcio della Carta idrogeologica di Roma, La Vigna F. e Mazza R. (2015)

Il tetto dell'aquiclude basale ha una superficie fortemente articolata, derivante dalle condizioni morfo-strutturali e dall'azione di modellamento del reticolo idrografico antecedente alla messa in posto dei depositi vulcanici. Nella figura che segue si notano due incisioni principali: la prima è costituita da una depressione controllata da tettonica ad andamento "appenninico" SE-NW collocata in corrispondenza dei settori orientali della Città (Graben del Paleotevere Auct.); la seconda è costituita dall'incisione del Fiume Tevere avvenuta durante un periodo di basso stazionamento marino durante l'ultima era glaciale (fase

[1] Dimasi M., Mancini M., Mazza R. (2015) - Superficie di tetto dell'Aquiclude basale – Note integrative alla carta idrogeologica di Roma, 2015, pag. 17-18.

Wurmiana). La circolazione delle acque sotterranee, negli acquiferi maggiormente profondi, è ovviamente influenzata dalla presenza di questo substrato a bassissima permeabilità.

L'area in studio appartiene all'Unità Idrogeologica dei Colli Albani, dominio in cui il substrato argilloso prevulcanico, con funzioni di acquiclude, risulta mediamente molto depresso come quota, impostando il drenaggio degli acquiferi verso i fiumi Tevere e Aniene e verso il Fosso di Malafede senza particolari ostacoli alla circolazione idrica sotterranea. In questo settore sono riscontrabili tre circolazioni idriche prevalenti riferibili a:

- falda superiore del settore albano;
- falda regionale;
- falda profonda del settore albano.

La prima circolazione idrica (Falda superiore del settore albano), relativa alle vulcaniti più superficiali dell'Unità Idrogeologica dei Colli Albani, ha un andamento centrifugo rispetto all'edificio vulcanico e parte da quote piezometriche attorno ai 100 m s.l.m. fino a quote di circa 25 m s.l.m. dove si raccorda con la falda regionale sottostante. Lungo i fianchi dell'edificio vulcanico, la circolazione viene drenata dai corsi d'acqua.

La seconda (falda regionale) è una circolazione che si riscontra in modo continuo su tutta l'area e che può essere identificata come circolazione a carattere regionale. Parte dai settori più periferici con quote attorno ai 60 m s.l.m. e si raccorda con i livelli di base dei corsi d'acqua principali e con il mare lungo la costa.

La terza ed ultima circolazione si riscontra solo al di sotto delle vulcaniti a profondità molto elevate. È caratterizzata da gradiente idraulico molto basso, con quote che si aggirano attorno ai 20 m s.l.m.

Nell'ambito della circolazione idrica regionale si riscontrano due limiti di potenziale che di fatto separano tre sottozone: il primo è il Fosso di Malafede, che separa l'Unità Idrogeologica dei Colli Albani da quella del Delta del Fiume Tevere; la seconda è il Fiume Aniene, che separa la zona prettamente vulcanica da un settore dove le Unità idrogeologiche vulcaniche si interdigitano con l'Unità dei depositi continentali prevulcanici.

Le caratteristiche di ***permeabilità*** dei terreni ivi affioranti sono estremamente variabili con valori che vanno da $1x10^{-3}$ cm/sec. per i terreni vulcanici a granulometria più grossolana (specie per le pozzolane) a $1x\ 10^{-7}$ cm/sec. o più per i terreni a granulometria più fine (le vulcaniti dell'apparato dei Colli Albani); la permeabilità varia sia verticalmente sia lateralmente a causa della variabilità della stratigrafia. In ogni caso si tratta essenzialmente di una permeabilità di tipo primario per porosità o di tipo secondario – per fessurazione (generalmente di tipo verticale) – per il tufo lionato.

Per la descrizione dell'idrogeologia dell'area in studio si è deciso di fare riferimento alla cartografia più recente pubblicata: si riporta quindi uno stralcio della Carta Idrogeologica di Roma, edita nel 2015 dal Comune di Roma ed alla scala di 1:50.000[2].

Dalla cartografia sopracitata si può notare come le aree abbiano un drenaggio SE-NW, e come ci si trovi in prossimità dello spartiacque sotterraneo.

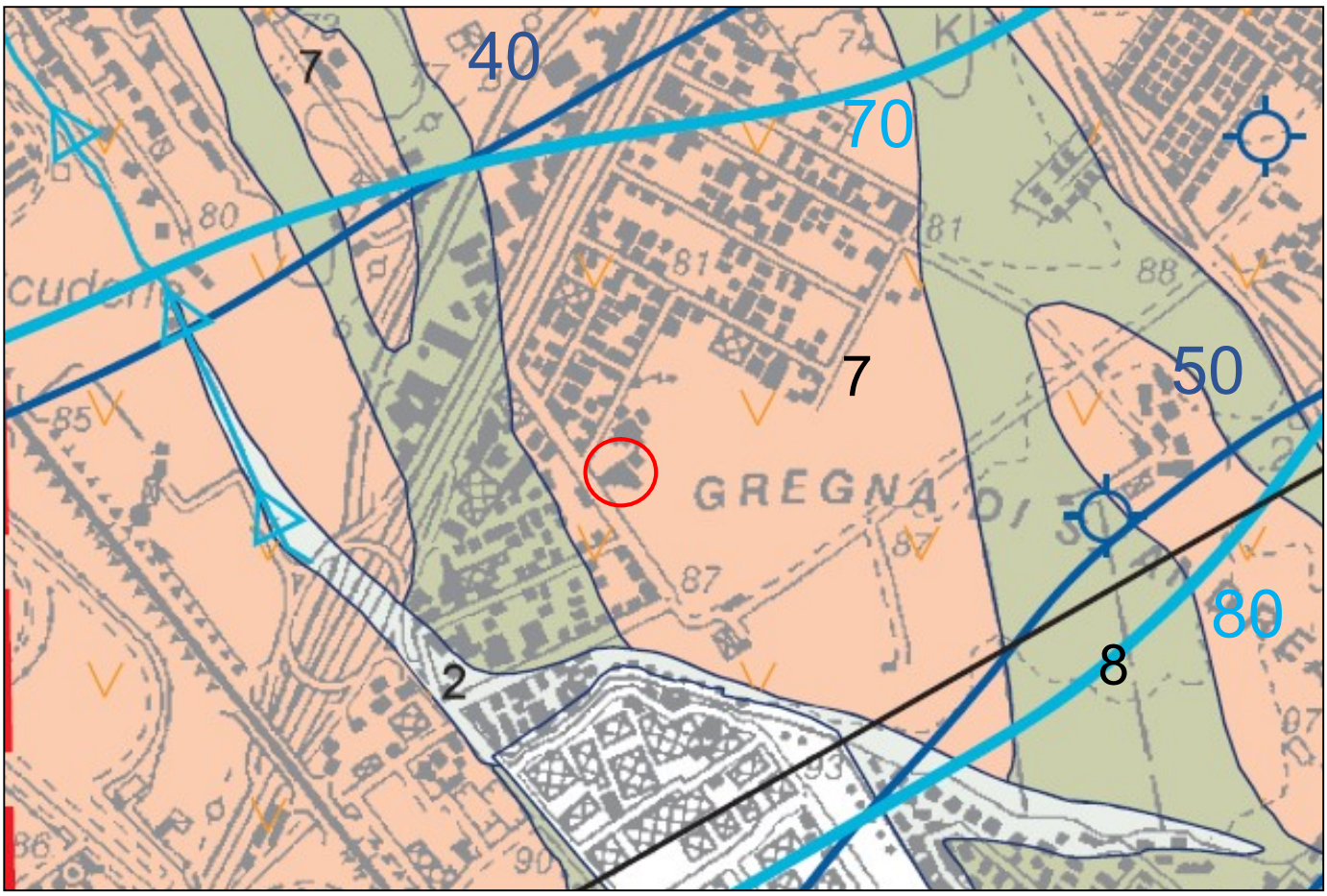
Nell'area dovrebbero essere presenti due livelli di falda di cui il più superficiale rappresentato dalla isopieza di colore celeste (Falda superiore del Settore Albano) ed è posto a circa 75m. slm.,

[2] La Vigna F., Mazza R. (Ed) (2015). Carta Idrogeologica di Roma – Scala 1:50.000. Roma Capitale.

ed un livello più profondo rappresentato dalla isopieza di colore blu (Falda Regionale) posta a poco più di 45m. slm.

Il livello delle acque nel sottosuolo più superficiale dovrebbe quindi attestarsi a profondità di poco inferiori ai 10m. dal piano campagna.

La permeabilità dei terreni, di tipo primario per porosità, è da considerarsi come buona seppure sia sempre presente una modesta per la coltre di alterazione superficiale con minore permeabilità.



Complesso delle vulcaniti albane altamente permeabili
Comprende i termini della successione vulcanica albana caratterizzati da elevata permeabilità (FKB$_{2b}$, SLV$_b$, VSN$_2$, VSN$_{2a}$, VSN$_{2b}$, IEM, NCF, FTR, FTR$_2$, PNR, RED). E' costituito da depositi di colata piroclastica genericamente massivi e caotici, da incoerenti a litoidi, da coni di scorie e dai relativi prodotti vulcanoclastici. Gli spessori sono variabili in funzione della differente natura delle litologie costituenti il complesso e vanno da qualche metro a oltre 50 m. Il complesso affiora in modo esteso lungo tutto il settore orientale della carta in corrispondenza dei versanti del vulcano albano. La geometria dei depositi che costituiscono il complesso è anch'essa variabile, poiché la maggior parte dei prodotti emessi si è deposta tendendo a livellare la paleomorfologia. Il complesso è sede della falda regionale presente in riva sinistra del Tevere ed è, laddove in contatto stratigrafico, in connessione idraulica con il Complesso ghiaioso-sabbioso della formazione del Fosso della Crescenza. La porzione più superficiale del complesso, lungo le pendici del Vulcano dei Colli Albani, è sede della falda superiore del settore albano, sostenuta da interdigitazioni del Complesso del Tufo Lionato. Le principali sorgenti puntuali e lineari presenti nella carta in sinistra Tevere sono alimentate da questo complesso. Il grado di permeabilità relativa è alto per porosità e subordinatamente per fratturazione (AP).

Complesso delle vulcaniti albane scarsamente permeabili
Nel complesso sono stati accorpati i depositi vulcanici del Distretto dei Colli Albani a bassa permeabilità (*KKA, PTI, TDC, VLC, ICA, MAK, MNN$_a$, PRK, PSK, TAL, DSN)*, sia di deposizione primaria, costituiti prevalentemente da ignimbriti da prossimali a distali, sia da prodotti rimaneggiati. Gli spessori sono variabili, con valori massimi di 10-15 m, che però a volte raggiungono i 30-40 m. E' presente prevalentemente nei settori centrali e sud-orientali della carta, in genere con limitate estensioni, ad eccezione dell'area più prossimale ai centri di emissione nei pressi del confine con il Comune di Ciampino, dove gli affioramenti hanno estensione relativamente maggiore. La geometria dei depositi che costituiscono il complesso è variabile poiché deriva da colate ignimbritiche che hanno colmato le paleomorfologie. Dal punto di vista della circolazione idrica sotterranea, la porzione inferiore di questo complesso, che rappresenta la parte basale della serie vulcanica albana, laddove è presente con maggiore continuità, sostiene gli acquiferi presenti nel Complesso delle vulcaniti albane altamente permeabili e confina la falda profonda del settore albano; la porzione relativa agli ultimi prodotti vulcanici albani riveste invece modesta importanza idrogeologica. Il grado di permeabilità relativa è scarso (SP).

Fig. 07b: Stralcio della Carta Idrogeologica di Roma, dalla scala 1:50.000, La Vigna F., Mazza R. (Ed) (2015) – Roma Capitale, con legenda ed area in studio.

10. PERICOLOSITA' DA EMISSIONE DI SOSTANZE GASSOSE

Nel Lazio, ed in particolare nella zona del Vulcano Laziale e dei Monti Ceriti e Sabatini, sussistono problematiche legate alla emissione di sostanze gassose: ci si riferisce alla emissione dell'Anidride Carbonica CO_2 ed Idrogeno Solforato H_2S (gas velenosi specie se in concentrazioni elevate) e del Radon Rn (elemento radioattivo).

La normativa a livello regionale (Determinazione Regione Lazio n°271 del 19.01.2012) impartisce delle specifiche tecniche in fase di pianificazione territoriale per le emissioni della ***CO_2***: le aree interessate da approfondimenti di studio in fase di attuazione degli strumenti urbanistici non riguardano proprio l'ex X Municipio, laddove insiste l'immobile in studio, peraltro prossimo al Comune di Ciampino laddove tale pericolosità è oramai conclamata.

Per quanto riguarda il ***Radon*** la Legge Regionale n°14 del 31.03.2005 prevedeva che in due anni fosse attuato un Piano regionale di prevenzione e riduzione dei rischi connessi all'esposizione al gas radon: così non è stato ed alcuni Comuni (es. Ciampino, Marino) hanno predisposto ordinanze sindacali specifiche per il rilascio delle licenze edilizie e per colmare la lacuna normativa.

Nel mentre il DLgs 230/95 ed il suo successivo 241/2000 imponevano già alle Regioni di individuare le zone ed i territori in cui sussisteva un "*alta elevata probabiità di alte concentrazioni di attività di radon*".

Nel territorio Comunale di Roma, ed in particolare in alcuni municipi, sono presenti emissioni gassose di Radon che seppur in piccole percentuali non devono essere trascurate.

La direttiva europea Euroatom 59 2013 e poi il D.Lgs 101 del 31.07.2020 fissava i livelli di riferimento per la media annua della concentrazione di questo gas negli ambienti di lavoro come pari a 300Bq/m^3. Per quanto riguarda gli ambienti chiusi la medesima direttiva lasciava campo libero alla determinazione dei vari stati membri fermo restando che il limite massimo deve essere sempre di massimo 300Bq/m^3. Nel D.Lgs 101/2020 per le abitazioni ed i luoghi di lavoro esistenti il limite è fissato in 300Bq/m^3 mentre per le abitazioni costruite dopo il 31.12.2024 il livello sarà ridotto a 200Bq/m^3.

Attualmente si è una situazione normativa di enpasse nella quale non è stata eseguita una precisa ed estesa campagna di misure che riesca a definire territorialmente il grado di emissione di questi gas nocivi ed al tempo stesso le auspicate riforme ai vari PRG dei Comuni interessati da tali emissioni non sono stati ancora attuate non potendo quindi definire il rischio dell'area.

Di conseguenza, in assenza di normative di carattere regionale e/o comunali cogenti che impongano verifiche delle emissioni gassose e di studi sulla distribuzione delle emissioni gassose nel territorio, si rimanda ad ogni singola attività edilizia il prevedere eventuali strumenti ed accorgimenti esecutivi atti al contenimento delle concentrazioni gassose negli immobili.

Relativamente al sito in studio mentre non si notano criticità per i due gas sopra citati (CO_2 e H_2S), un approfondimento va fatto invece in relazione al Radon.

Mentre l'analisi delle tavole 6 e 5 del documento emesso dall'Arpa Lazio permette di affermare che la probabilità di superamento del livello di riferimento rispettivamente di 500 e 300Bq/m^3 per l'area in studio è inferiore al 5% (o al massimo compreso tra 5 e 10% per i 300Bq/m^3), nella tavola 4 (vedi figura che segue relativa alla probabilità di superamento del livello di riferimento rispettivamente di 100Bq/m^3) si evidenzia come l'area è caratterizzata da una percentuale di superamento compresa tra il 20 ed il 30%.

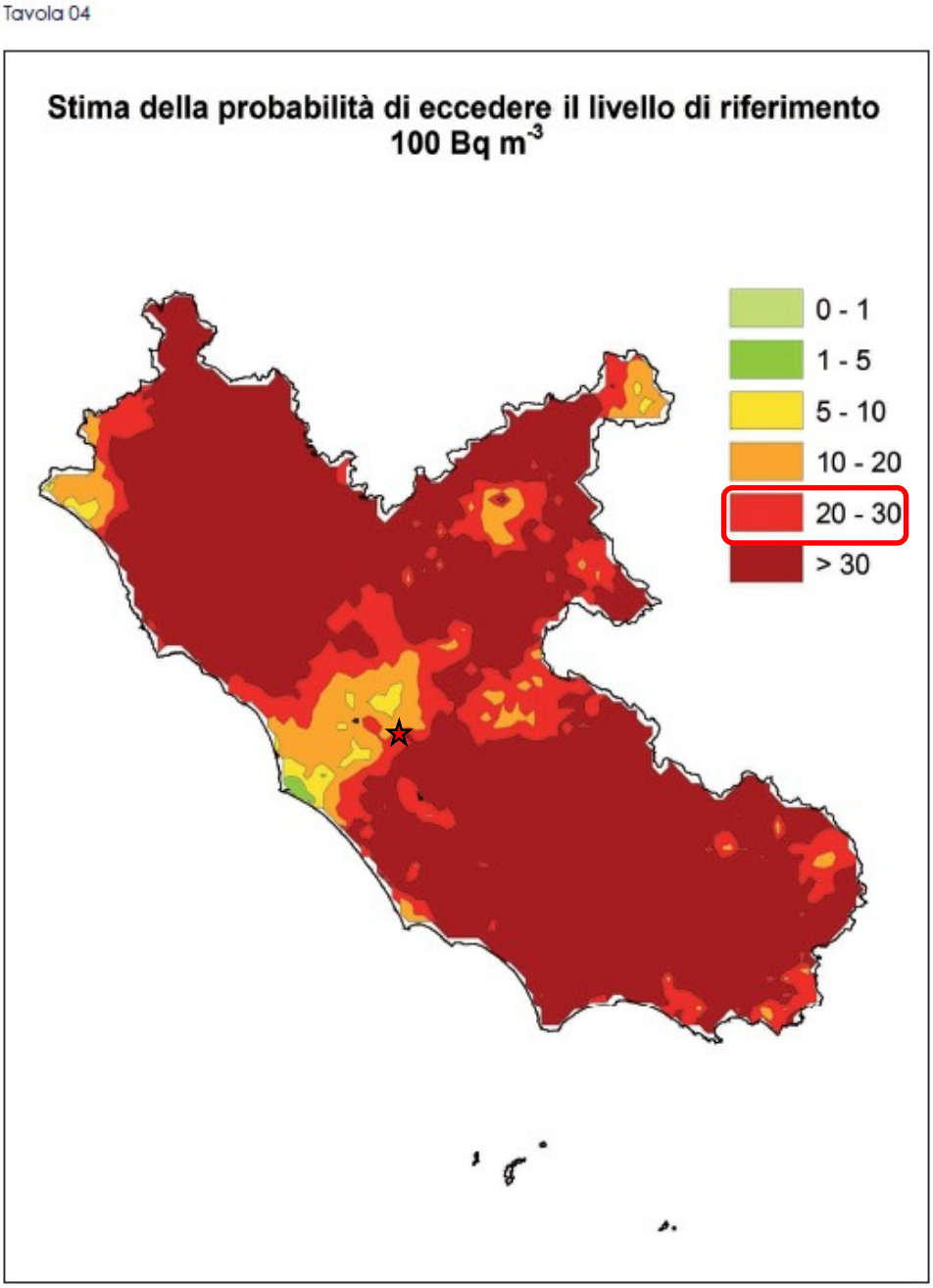


Fig. 08 Stralcio della Tavola 04 de "Il monitoraggio del gas radon nel Lazio" (ARPALAZIO e ISPRA – 2013) con indicata la zona d'intervento.

Si ritiene, quindi di poter inquadrare la Classe di Rischio come "Bassa", in quanto la stima della probabilità di superamento della soglia del 10% avviene solo per il livello di riferimento di 100Bq/m^3 Oltretutto gli interventi previsti sono tutti realizzati all'aria aperta e quindi non chiusi e quindi soggetti a potenziali aumenti della concentrazione.

Fatte queste considerazioni, si ricorda anche che il Ministero della Transizione Ecologica (MITE), in attuazione del Codice degli appalti (D.Lgs. 50/2016), ha approvato il Decreto 23 giugno 2022 n. 256, relativo ai criteri ambientali minimi per l'edilizia - CAM: tra essi (criterio 2.4.12) vi è proprio il rispetto del requisito relativo alla concentrazione del Radon.

La tipologia d'intervento permette però di non imporre particolari prescrizioni.

11. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE

Nel presente paragrafo si analizzeranno le caratteristiche fisiche (intese come peso di volume, granulometria e consistenza) e meccaniche (parametri attritivi e deformativi) dei materiali più superficiali coinvolti con i lavori previsti.

Venendo a mancare l'esecuzione di specifiche indagini geognostiche si è ritenuto opportuno riferirsi ai parametri fisico-meccanici espressi in bibliografia il cui migliore riferimento è costituito da quanto sintetizzato dal Prof. U. Ventriglia nella "Geologia del territorio del Comune di Roma" edito dall'Amministrazione Provinciale di Roma nel 2002.

Nel caso specifico si è di fronte ad una situazione stratigrafica tipica composta da una coltre di terreno vegetale e/o di riporto anche molto recente in una matrice di natura piroclastica a cui seguono dei materiali piroclastici pozzolanici e tufacei granulari molto buoni a parte una modesta copertura più fine e pedogenizzata.

Questi sono rappresentati nella loro più superficiale ed interagente con le strutture di fondazione dai terreni della Formazione di Villa Senni e più nello specifico dalle Pozzolanelle e dal sottostante Tufo Lionato.

Tab. 2.36 *Caratteristiche tecniche dei riporti costituiti di materiali piroclastici*

peso specifico reale γ_r	2,50 - 2,70	gr/cm³
peso dell'unità di volume γ	1,00 - 1,40	gr/cm³
contenuto naturale d'acqua w_n	15 - 60	%
Granulometria molto variabile:		
ghiaia	15 - 40	%
sabbia	10 - 75	%
limo	0 - 50	%
argilla	10 - 40	%
coefficiente di permeabilità k	1.10^{-3} - 1.10^{-9}	cm/sec
In terreni di riporto costituiti di materiali piroclastici profondamente alterati («argillificati») è risultato inoltre:		
limite di liquidità LL	70 - 90	%
limite di plasticità LP	25 - 35	%
indice di plasticità IP	35 - 65	%
modulo di compressibilità E	100 - 200	kg/cm²
carico di rottura a dilatazione naturale libera σf	0 - 2	kg/cm²
angolo di attrito φ	18° - 23°	
coesione c	0 - 0,6	kg/cm²

Tab. 01a: Ventriglia 2002: parametri geotecnici per i ***terreni di riporto*** con matrice prevalente di natura piroclastica.

b 1) CARATTERISTICHE FISICHE				
peso specifico reale	(gr/cm³)	2.56 - 2.94	valori più frequenti	2.66 - 2.68
peso dell'unità di volume	(gr/cm³)	1.40 - 1.95	valori più frequenti	1.50 - 1.69
contenuto naturale d'acqua	(%)	15 - 60	valori più frequenti	28 - 40
porosità	(%)	40 - 65	valori più frequenti	45 - 55
saturazione		0.70 - 1	valori più frequenti	0.80 - 0.92
b 2) CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE				
ghiaia	(%)	0 - 35	valori più frequenti	12 - 30
sabbia	(%)	20 - 90	valori più frequenti	40 - 65
limo	(%)	5 - 55	valori più frequenti	15 - 45
argilla	(%)	0 - 32	valori più frequenti	2 - 15

Località di prelievo	Coesione (kg/cm²)	angolo d'attrito
Torrenova	0.05 - 0.1	25° - 27°
Torrenova	0.1 - 0.4	22° - 27°
L'Annunziatella	0.0 - 0.30	25° - 38°
L'Annunziatella	0.0 - 0.25	37° - 44°
Tor Bella Monaca	0.0 - 0.1	27° - 35°
Roma Sud Est	0.0 - 0.3	30° - 40°

Tab. 2.11 *Caratteristiche geotecniche del tufo "litoide" lionato*

Caratteri fisici				
peso spec. reale	(gr/cm³)	2.41 - 2.68	valori più frequenti	2.60 - 2.66
peso dell'unità di volume	(gr/cm³)	1.51 - 1.94	valori più frequenti	1.55 - 1.65
peso dell'unità di volume	(gr/cm³)	1.20 - 1.32		
porosità	(%)	40 - 53		
Prove di compressione a d.l.l.				
materiale asciugato in stufa a 50°				
resistenza alla rottura	(kg/cm²)	88 - 239	valori più frequenti	115 - 130
assorbimento di acqua(1)				
(percento in peso)		1 - 10		
materiale dopo 90 giorni di immersione in acqua				
resistenza	(kg/cm²)	10 - 45	valori più frequenti	20 - 35
umidità	(%)	25 - 38		
coefficiente di compressibilità(2)	(cm²/kg)(2)	6.10^{-6} - 3.10^{-5}		

Tab. 02b: Ventriglia 2002: parametri geotecnici per le Pozzolanelle (sopra a sinistra) e per il Tufo Lionato (a destra).

Lo spessore della coltre di alterazione superficiale e di riporto può essere stimata in circa 1m. mentre la Formazione delle Pozzolanelle a circa 15-17m. Dovrebbe poi seguire la Formazione del Tufo Lionato per uno spessore di poco superiore ai 10m. ed infine le Pozzolane Nere con un potente spessore di circa altri 15-18m.

Dopo le Pozzolane Nere si ritrova il primo banco lavico che, potenzialmente costituisce un primo salto delle Onde Sismiche di Taglio Vs.

12. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

In questa sezione si riportano gli aspetti salienti riguardanti la sismicità di base della zona (macrozonazione) e quella specifica della zona di intervento (microzonazione).

Per il territorio comunale dell'ex X Municipio non è stata prodotta una cartografia di microzonazione sismica di I livello.

12.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE (MACROZONAZIONE)

Con l'ordinanza ministeriale relativa alla nuova mappa sismica del territorio nazionale, per la Regione Lazio si sono aggiunti nuovi comuni.

Viene anche introdotto un riferimento agli intervalli di accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g), attesi per ogni zona.

In particolare il comune di Roma è stato classificato – DGR 766-2003 - in zona 3 con accelerazione di picco al suolo compresa tra 0.05g e 0,15g (con g=9.81 m/sec, accelerazione di gravità).

Nella riclassificazione della DGR del Lazio n°387 del 22.05.2009 (aggiornata col DGR 493/2019) si è ulteriormente suddiviso il territorio in aree di uguale sismicità, recependo le indicazioni ed i dettami forniti dal DM 14.01.2008. Le zone precedentemente definite come 2 e 3 sono ora state suddivise rispettivamente in 2A e 2B nonché 3A e 3B. Il territorio dell'ex X Municipio (ora VII) di Roma Capitale è stato determinato come appartenente alla **zona sismica 2** ed in particolare alla **2B** e quindi con accelerazione di picco al suolo compresa tra 0.15g e 0,20g (con g=9.81 m/sec, accelerazione di gravità).

La Macrozonazione Sismica costituisce una stima quantitativa dello scuotimento atteso per il sito in un intervallo temporale di riferimento (compreso tra 30 e 2475 anni) in condizioni di suolo rigido (suolo di categoria A) ed in assenza di irregolarità geomorfologiche.

I parametri del sisma atteso sono stati determinati a larga scala dall'INGV per l'intero territorio nazionale secondo una maglia chilometrica quadrata di lato pari a 5,5km. e sono state calcolate in base al tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche nonché dalla energia e frequenza dei terremoti registrati nel passato.

I parametri che descrivono la pericolosità sismica di base possono essere sintetizzati come nella figura che segue.

In questa stima dell'azione sismica si è ipotizzato che:

- la distribuzione delle Vs nel sottosuolo sia tale da poter adottare un Approccio Semplificato secondo il DM2018 e più in particolare di una Categoria di Sottosuolo di Tipo C ed una Categoria Topografica di Tipo T1;

- lo Studio di Risposta Sismica Locale previsto dal DGR 189/2021 e dal DGR 793/2020 confermi la possibilità di adottare detto Approccio Semplificato.

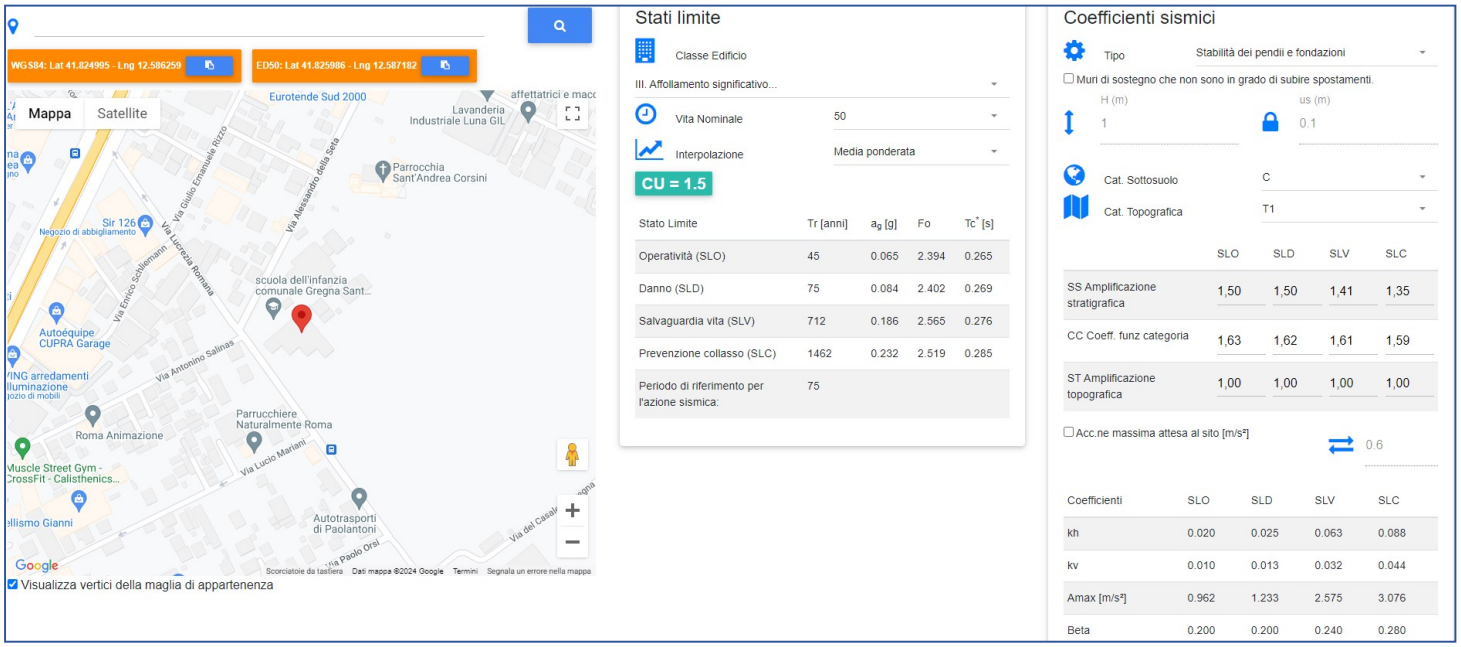


Fig. 09a: parametri sismici per il sito d'intervento (CU=III; Vn=50 anni; Categoria di Sottosuolo C; Categoria Topografica T1).

12.2. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE O RISPOSTA SISMICA LOCALE)

Costituisce la componente di pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali e quindi alle caratteristiche litostratigrafiche, morfologiche, tettoniche e geotecniche che modificano il moto sismico proveniente dal bedrock inducendone una eventuale amplificazione di:

- ampiezza;
- frequenza;
- durata;

dello scuotimento sismico.

Per amplificazione si intende il rapporto tra il moto sismico registrato in superficie e quello ipotetico che si potrebbe registrare per il medesimo punto su un ipotetico affioramento di roccia rigida e morfologia piana.

Al fine di determinare la risposta sismica locale si dovranno analizzare gli aspetti introdotti dapprima con l'Ordinanza del 2003, poi rivisitati fino al più recente DM 2018.

Nella figura che segue si riporta una rappresentazione grafica che aiuta nella comprensione del fenomeno.

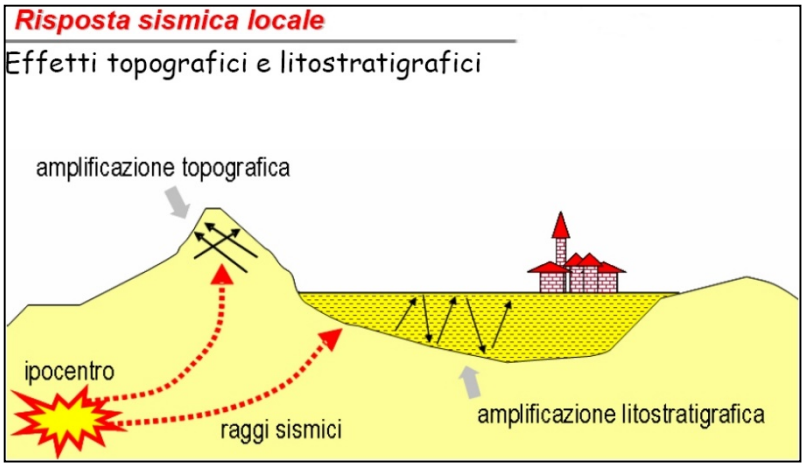


Fig. 09.b: significato schematico della risposta sismica locale.

Detta semplice ricostruzione grafica fa comprendere come l'accelerazione registrata in superficie dipenda, per il caso in questione, essenzialmente dalla distribuzione delle Vs nel sottosuolo.

Al riguardo si sottolinea come nell'esame della geologia di sito si sia evidenziato come sulla verticale del sito d'intervento siano presenti orizzonti lavici caratterizzati sicuramente da valori delle Vs molto elevati che si alternano a livelli maggiormente "teneri" e con Vs minori (materiali piroclastici, pozzolanici).

Si ribadisce quindi che per alcune lavorazioni che in futuro verranno progettate e caratterizzate da una spiccata valenza strutturale e di interazione col sottosuolo, la determinazione della accelerazione di sito dovrà essere determinata da uno specifico studio di risposta sismica locale, cosi come dettato anche dalle normative regionali richiamate nel precedente paragrafo.

Per immobili in Classe d'Uso III e adibiti ad Istituti per l'Istruzione detta verifica è peraltro obbligatoria.

12.3. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

La suscettibilità alla liquefazione denota una diminuzione della resistenza al taglio dovuta all'aumento di pressione interstiziale (o neutra) in un terreno saturo non coesivo durante un evento sismico tale da generare deformazioni permanenti significative. La condizione per cui questo fenomeno possa realizzarsi è, quindi, che lo strato di terreno potenzialmente liquefacibile sia di almeno 1m. di potenza, che sia saturo, in falda e che possieda delle caratteristiche granulometriche che ne determinino un comportamento da terreno "granulare".

Nella figura che segue si riporta una rappresentazione grafica che aiuta nella comprensione del fenomeno.

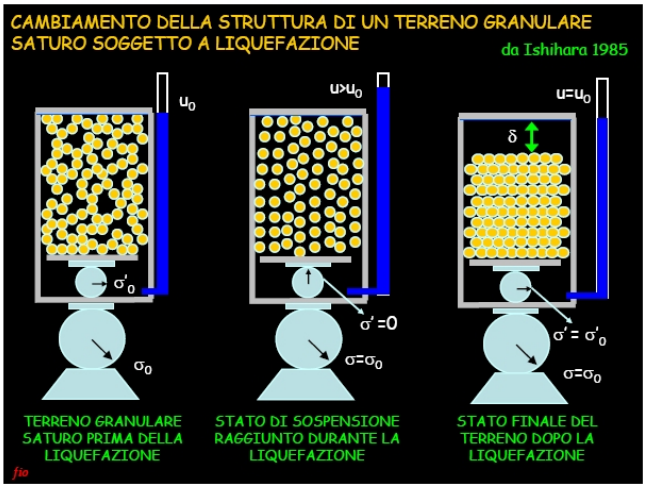


Fig. 09c: significato schematico del fenomeno della liquefazione.

Esistono alcuni metodi (es. Sherif & Ishibashi) che ammettono che si possano verificare fenomeni di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- siano costituiti da sabbie o sabbie limose;

- si trovino sotto il livello statico della falda;

- gli strati di copertura non abbiano spessore maggiore di 3 metri.

Nel DM 2018, come anche nel DM2008, al punto 7.11.3.4 e 7.11.3.4.2. si indicano le metodologie di verifica della sicurezza nei confronti della liquefazione nonché le 5 condizioni per cui detto fenomeno non può verificarsi ed in cui può essere omessa:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) delle NTC 2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 e in Fig. 7.11.1(b) delle NTC 2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.

Nel caso in oggetto la possibilità che in caso di sisma si possa verificare un fenomeno di liquefazione non è trascurabile vuoi perché l'azione sismica è senz'altro superiore al limite minimo indicato normativamente, sia perché il livello di falda è relativamente superficiale.

Anche questo argomento, alla pari di quello della Risposta Sismica Locale, dovrà essere affrontato allorquando in fasi progettuali successive si procederà alla modellazione di opere che abbiano una valenza di natura strutturale.

13. FUTURO PIANO D'INDAGINE

Come già anticipato il lavori previsti in questa fase progettuale non hanno una valenza dal punto di vista ingegneristico-strutturale e pertanto non prevedono significative interazioni terreno/struttura. Non si sono quindi previste indagini geognostiche in questa fase.

Con le prossime fasi progettuali si prevede, però, di realizzare opere che interagiscono con il terreno: ci si riferisce ad un tunnel di collegamento tra due corpi di fabbrica (che sarà costituito da un manufatto strutturalmente isolato rispetto agli altri manufatti) e dalle aule all'aperto, strutture in legno o in acciaio con pergolato a copertura di superficie superiore ai 20mq (e quindi che non rientrano nell'art. 8 del DGR 189/2021).

Nel paragrafo che segue si definisce quindi il piano d'indagine necessario per la progettazione delle future opere, in osservanza alle norme tecniche di livello nazionale e regionale vigenti. In questa definizione si terrà conto di alcuni aspetti salienti:

1) trattasi di manufatti monopiano che applicheranno sul suolo dei modesti incrementi tensionali;
2) i terreni di fondazione sono costituiti da materiali piroclastici aventi buone caratteristiche fisico-meccaniche, specialmente in relazione alle caratteristiche delle opere da realizzare e della loro possibile interazione col sottosuolo;
3) le normative regionali impongono l'esecuzione di uno specifico studio di risposta sismica locale ed i valori dell'accelerazione così determinata dipendono fortemente dalla esatta distribuzione delle Vs nelle prime decine di metri di sottosuolo: in questo senso la determinazione di un valido ed oggettivo profilo sismo-stratigrafico appare fondamentale e quindi l'esecuzione di una prova sismica Down-Hole è, oltre che obbligatorio per legge, scientificamente fondamentale;
4) la determinazione del livello di falda appare fondamentale per poter eseguire le verifiche a liquefazione.

13.1. D.G.R. LAZIO n°189/2021 – LIVELLO DI RISCHIO SISMICO DELLE OPERE

Al fine di poter di poter meglio inquadrare i futuri interventi secondo la normativa vigente si riportano alcune indicazioni utili ai Tecnici del Genio Civile per comprendere la Classe di Rischio Geologico e dedurre, quindi, le indagini minime richieste.

I fattori condizionanti dal punto di vista geologico sono infatti i seguenti:

- Unità Amministrativa Sismica: Comune di Roma Municipio VII (ex X);
- Zona Sismica: 2;
- Sottozona Sismica: B (0.15 ≤ ag ≤ 0.20);
- Classe D'Uso: III (*costruzioni rilevanti* ai fini di protezione civile in caso di evento sismico);
- Vita Nominale: 50 anni
- non si può escludere a priori che l'area di intervento sia soggetta a liquefazione;
- non ci sono evidenze di fenomeni di subsidenza o cedimenti differenziali conseguenti alla presenza di terreni fortemente compressibili e/o sinkhole;
- la verticale d'intervento non risulta bibliograficamente interessata da cavità ma la pericolosità non può essere considerata nulla;
- non sono stati riscontrati situazioni di rischio di dissesto e/o di frana;
- per il Municipio ex X non risulta eseguito uno Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 validato dall'Ufficio Geologico e Sismico Regionale ai sensi del DGR Lazio 545/2010 ma si può presumere che il sito d'intervento sarebbe stato definito come soggetto ad amplificazione locale;
- l'area interessata dai lavori non si trova in area prossima a FAC, Faglie Attive e Capaci come segnalate dall'INGV e ISPRA (progetto ITHACA);
- la zona di intervento non ricade in aree delimitate come R3 ed R4 dei Piani dell'Autorità di Bacino competente (in questo caso quella del Bacino del F. Tevere ora AUDAC) ma è comunque caratterizzata da un rischio per motivi idraulici di livello medio, R2.
- Tipologia di opere da realizzare:
  - Opera Pubblica;
  - Interventi di Nuova Costruzione.

Il progetto per propria natura appartiene a quelli definibili, secondo l'art.4, del R.R. n.07/2021 come "Rilevanti" (vedi tabella A allegata) e in base all'art.6 comma 1 lett. C) il progetto dovrà essere depositato agli Uffici del Genio Civile e sottoposto a controllo obbligatorio, al fine di ottenere autorizzazione sismica (e non un semplice attestato di deposito).

CLASSE D'USO	INTERVENTO	ZONA SISMICA 1	ZONA SISMICA 2a	ZONA SISMICA 2b	ZONA SISMICA 3a	ZONA SISMICA 3b
CLASSE I E II	MIGLIORAMENTO SISMICO §8.4.2 NTC ADEGUAMENTO SISMICO §8.4.3 NTC	RILEVANTE	RILEVANTE	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA
CLASSE II	NUOVE COSTRUZIONI DI PARTICOLARE COMPLESSITA'	RILEVANTE	RILEVANTE	RILEVANTE	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA
CLASSE III E IV	NUOVE COSTRUZIONI ADEGUAMENTO SISMICO §8.4.3 NTC MIGLIORAMENTO SISMICO §8.4.2 NTC	RILEVANTE	RILEVANTE	RILEVANTE	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA
TUTTE	RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE §8.4.1 NTC	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA
CLASSE I E II	NUOVE COSTRUZIONI	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA	MINORE RILEVANZA

Tab. 03a: Tabella A allegata al R.R. n.26/2020 (e 07/2021).

Fatte queste premesse sulla scorta della tabella presente nell'allegato C della normativa regionale vigente si ritiene di poter definire il ***Livello di Rischio Sismico dell'Opera*** come ***Medio:*** da ciò

consegue la necessità di eseguire almeno le indagini geognostiche previste dall'allegato C (vedi tabella a lato – caso "***Terreni***").

	PERICOLOSITA'				
	Zona Sismica				
PROGETTI	1	2a	2b	3a	3b
CLASSI D'USO I e II	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
CLASSE D'USO III	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
CLASSE D'USO IV	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

Livello di Rischio Sismico

MEDIO

TERRENI

a) Almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU) , dinamica, (DPSH) o dilatometriche DMT, oppure, almeno 2 Prove Penetrometriche statiche (CPT, CPTE, CPTU) o dinamiche (DPSH), che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.

b) In sostituzione delle prove di cui alla lett. a) che precede, solo per le classi III e IV: almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU), dinamica (DPSH) o dilatometriche DMT, che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.

c) Nel caso di esecuzione del Sondaggio Geognostico: prelievo di campioni quando la litologia consente un campionamento indisturbato o almeno significativo, del terreno fondazionale da sottoporre a Prove Geotecniche di laboratorio, certificate ai sensi dell'articolo 59 del DPR 380/2001, per la definizione delle caratteristiche fisicomeccaniche e dinamiche (Prova di Taglio Diretta, Prova Edometrica, Prova Triassiale, Prova di Taglio Ciclico, Colonna Risonante, ecc.);

d) Almeno 2 Prova Sismiche in sito attive (MASW, SASW, MFT, FTAN, ecc.) o passive (REMI, SPAC, ESAC, f-k, MAAM, ecc.), possibilmente perpendicolari tra di loro per la definizione del profilo di velocità dell'onda S;

e) Almeno 1 Acquisizione di Microtremore Sismico a stazione singola (HVSR), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno;

f) Almeno una prova sismica diretta in foro (DH, CH, SDMT) eseguita fino alla profondità pari al raggiungimento del bedrock sismico o comunque fino alla profondità di almeno 30 metri i, in tutti i casi in cui dovrà essere eseguito uno studio di Risposta Sismica Locale (RSL) per le classi d'uso III e IV.

g) Analisi della Risposta Sismica Locale, per tutte le classi d'uso III e IV come previsto dalla DGR 493/19 ed in tutti i casi in cui (es. inversioni di velocità, bruschi passaggi di rigidezza, ecc.) il sottosuolo non è classificabile nelle categorie di cui alla Tabella 3.2.II delle NTC'18, eseguita tramite:

- codice di calcolo 1D unicamente per sottosuoli costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica piana;
- codice di calcolo 2D da eseguire per sottosuoli non costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica non pianeggiante..

Tab. 03b: allegato C al R.R. n.26/2020: Livello di Rischio Sismico ed indagini minime obbligatorie.

Considerando gli scarsi carichi in fondazione esercitati dalle future strutture (presumibilmente monopiano ed in acciaio), le discrete caratteristiche fisico-meccaniche attese per i terreni di sedime e la ridotta superficie d'intervento si suggerisce l'esecuzione delle seguenti attività di indagine, di poco superiore al minimo di legge:

a) rilievo con georadar al fine di escludere la presenza di sottoservizi su n.4 piazzole laddove si eseguiranno i successivi fori nel sottosuolo;

b) prescavo a mano fino a 1m. di profondità al fine di escludere la presenza di sottoservizi su n.4 piazzole laddove si eseguiranno i successivi fori nel sottosuolo (nelle aree prima controllate col geoaradar);

c) n.1 sondaggio geognostico meccanico a rotazione con prelievo di 2 campioni indisturbati successivamente analizzati in laboratorio (con prove di caratterizzazione fisica e meccanica), esecuzione di n.4 prove SPT ed installazione di tubo in PVC pesante per la successiva Down-Hole;

d) misurazione del livello di falda nel corso della perforazione;

e) disposizione dei materiali estratti in cassette catalogatrici;

f) n.3 prove penetrometriche dinamiche continue pesanti (DPSH) per determinare i parametri geotecnici dei terreni fino a 15m. di profondità o a rifiuto strumentale;

g) n.1 prova geofisica Down-Hole al fine di determinare il Vs_{eq} e quindi la categoria di sottosuolo

h) n°2 prove geofisiche del tipo sismico MASW+REMI al fine di determinare il Vs_{eq} e quindi la categoria di sottosuolo;

i) n°1 prova geofisica del tipo sismico HVSR al fine di determinare la frequenza di sito e tarare meglio il Vs_{eq} (e quindi la categoria di sottosuolo).

****

Ovviamente la presente relazione andrà aggiornata e, come detto più volte, integrata con lo Studio di Risposta Sismica Locale.

14. FATTIBILITA' DELLE OPERE

Le attività previste in questa fase progettuale non necessitano il rispetto di quanto prescritto dall'Allegato C del Regolamento Regionale n°26/2020 e 07/2021 in relazione al Livello di Rischio Sismico delle Opere (ndr.: comunque definibile come *Medio*).

Dal punto di vista stratigrafico l'area interessata dai lavori è presumibilmente caratterizzata dalla presenza di una ridottissima coltre di terreni movimentati durante l'urbanizzazione (terreni di Riporto e/o di alterazione, eluvium), a cui seguono materiali di natura piroclastica granulare di buone caratteristiche fisico-meccaniche specialmente in relazione agli interventi che si intendono affrontare.

Per quanto riguarda le caratteristiche geomorfologiche non si ravvedono controindicazioni nella realizzazione delle opere in oggetto.

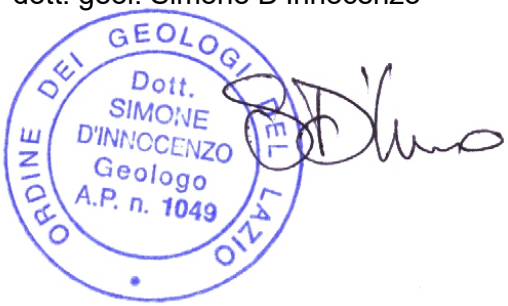
Ciò vale anche per quanto riguarda gli aspetti idraulici per i quali si segnala invece come le aree rientrino nelle fasce di pericolosità indicate dall'Autorità di Bacino competente a causa della presenza di un reticolo fluviale secondario afferente al Fiume Tevere che può coinvolgere il sito in studio nel caso di eventi straordinari, con tempo di ritorno superiori ai 500anni.

Il PRG in questo senso segnala come debbano essere adottati piani di protezione civile in caso di piena che portino ad una veloce ed efficace evacuazione delle aree.

In relazione alle opere da realizzare nelle pertinenze esterne del plesso scolastico si deve però sottolineare come esse non abbiano però una particolare vulnerabilità in caso di evento di piena e non determinano significative variazioni al flusso idrico: ciò sia per la loro sostanziale trasparenza idraulica (e quindi assenza di variazione della velocità di flusso) sia perché non determinano una significativa riduzione della capacità di invaso.

Infine si segnala come il livello di falda nel terreno dovrebbe essere invece posto a poco meno di 10m. dal finito del calpestio stradale, con delle modeste fluttuazioni nell'arco dell'anno che non ne determinano comunque una diretta interazione con le opere qui da realizzare.

Nel paragrafo che precede viene infine indicata la campagna di indagini geognostiche da affrontare per le successive fasi progettuali in cui verranno introdotte alcune opere minori (e quindi con valenza ingegneristica strutturale) per le quali sarà necessario il rispetto del DM2018 e del DGR Lazio 189/2021: sarà quindi necessaria l'esecuzione di una indagine nel sottosuolo, la redazione di uno Studio di Risposta Sismica Locale e l'integrazione del presente elaborato.

Redatto

dott. geol. Simone D'Innocenzo