

COMMITTENTE



INGEGNERIA E INVESTIMENTI STAZIONI - INVESTIMENTI STAZIONI ROMA E SUD

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

VIA
INGEGNERIA
Via Ingegneria S.R.L.
Via Flaminia Vecchia, 999
00189 Roma (RM) Italia
Tel: +39 06 3327441 -
Fax: +39 06 33219798
via@via.it

VIA Ingegneria S.R.L

MANDANTE



INTERA S.R.L

INTERA S.R.L.
Viale Castrense, 8
00182 Roma (RM) Italia
Tel: +39 06 70613211 -
Fax: +39 06 70399382
segreteria@interasrl.it

MANDANTE



SM INGEGNERIA S.R.L

SM INGEGNERIA S.R.L.
Via dell'Artigianato, 7
37066 Caselle di Sommacampagna (VR) Italia
Tel: +39 045 8581711 -
Fax: +39 045 8589182
infovr@smingegneria.it

SOGGETTO TECNICO

DIREZIONE STAZIONI - INGEGNERIA E INVESTIMENTI STAZIONI - PROGETTAZIONE STAZIONI

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
FERMATA "DIVINO AMORE"**

STRUTTURE

Relazione geologica e idrogeologica

SCALA -

PROGETTO	ANNO	SOTTOPROG.	LIVELLO	O.PRN.	DISCIPL.	TIPO ELB.	F. FUNZ.	PROGRESSIV.	REV.
350724		S09	PF	00	ST	RT	00	001	A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato il progettista	Data	Autorizzato Il Soggetto Tecnico	Data
A	Emissione per Enti	M. TONELLI	02/08/24	F. LOZANO	02/08/24	M. LANZINI	02/08/24	R. VANGELI	



POSIZIONE ARCHIVIO

LINEA

L546

SEDE TECNICA

TR5777

NOME DOC.

NUMERAZIONE

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	CARATTERI IDRO-GEO-MORFOLOGICI GENERALI.....	4
2.1	Localizzazione, morfologia	4
2.2	Inquadramento geologico.....	7
2.3	Inquadramento idrogeologico	8
3	INQUADRAMENTO SISMICO.....	11
3.1	Regolamento Regionale n. 26 del 26/10/2020	11
3.2	Indagini previste.....	13
3.3	Indagini pregresse e di letteratura.....	15
3.4	Dati geotecnici	16
4	STRATIGRAFIA.....	17
5	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	18
6	SISMICITA'	21
6.1	Caratteri macrosismici dell'area	21
6.2	Risposta sismica locale.....	29
7	CONCLUSIONI	34
8	BIBLIOGRAFIA	35

1 PREMESSA

La presente relazione descrive i caratteri idro-geo-morfologici e sismici dell'area interessata dal Progetto Definitivo della nuova fermata "“Divino Amore”", che sorgerà sulla linea ferroviaria regionale FL7/FL8 (Roma-Napoli via Formia). La nuova fermata sarà ubicata tra le stazioni Roma Torricola, a nord, e Santa Palomba, a sud.

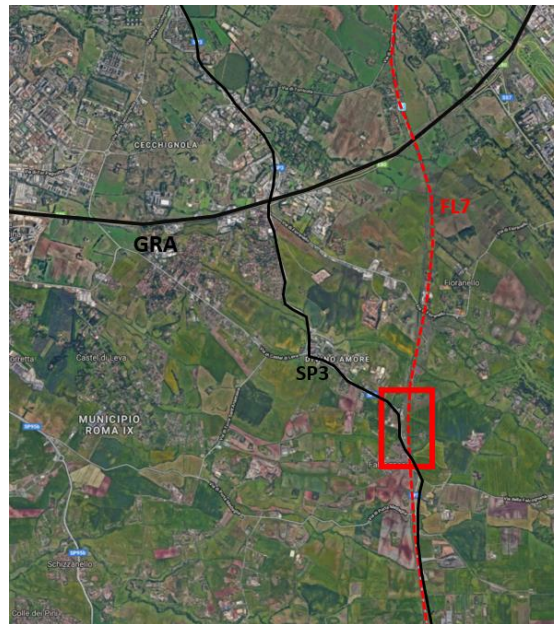


Figura - Vista satellitare generale con ubicazione della zona in oggetto (origine Google Maps)

Il progetto contempla la realizzazione di un nuovo manufatto per la Stazione ed un parcheggio auto di scambio; si prevede un sottopasso pedonale di collegamento fra le 2 direttrici ferroviarie.

	FERMATA DIVINO AMORE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA	
	Relazione geologica e idrogeologica	
	3507-24-S09-PF-00-GG-RT-00-001-A	3 di 37

Il presente rapporto è basato su dati di letteratura ed in possesso dello scrivente, in attesa che siano eseguite le indagini geognostiche previste.

Dal punto di vista normativo si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emanato il 17/1/2018 e nella Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni", nonché al RR della Regione Lazio n. 26 del 26/10/2020

L'analisi della sismicità fa riferimento all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, confermata successivamente con il DGR della Regione Lazio n. 766 del 1/8/2003, ed al DGR della regione Lazio n. 387 del 22 Maggio 2009 ed il DGR n. 571 del 2 Agosto 2019.

La presente relazione sviluppa i seguenti argomenti:

- Inquadramento geomorfologico, geologico, idrogeologico dell'area;
- Indagini pregresse, di letteratura e previste;
- Stratigrafia locale;
- Caratteristiche geotecniche dei terreni;
- Sismicità generale e locale;
- Indicazioni su eventuali problematiche geologiche.

2 CARATTERI IDRO-GEO-MORFOLOGICI GENERALI

2.1 Localizzazione, morfologia

L'area in esame è localizzata nel settore meridionale della Città di Roma, esternamente al GRA, ad est dell'area urbana della Falcognana ed a sud-est del Santuario del Divino Amore (Figura 1).

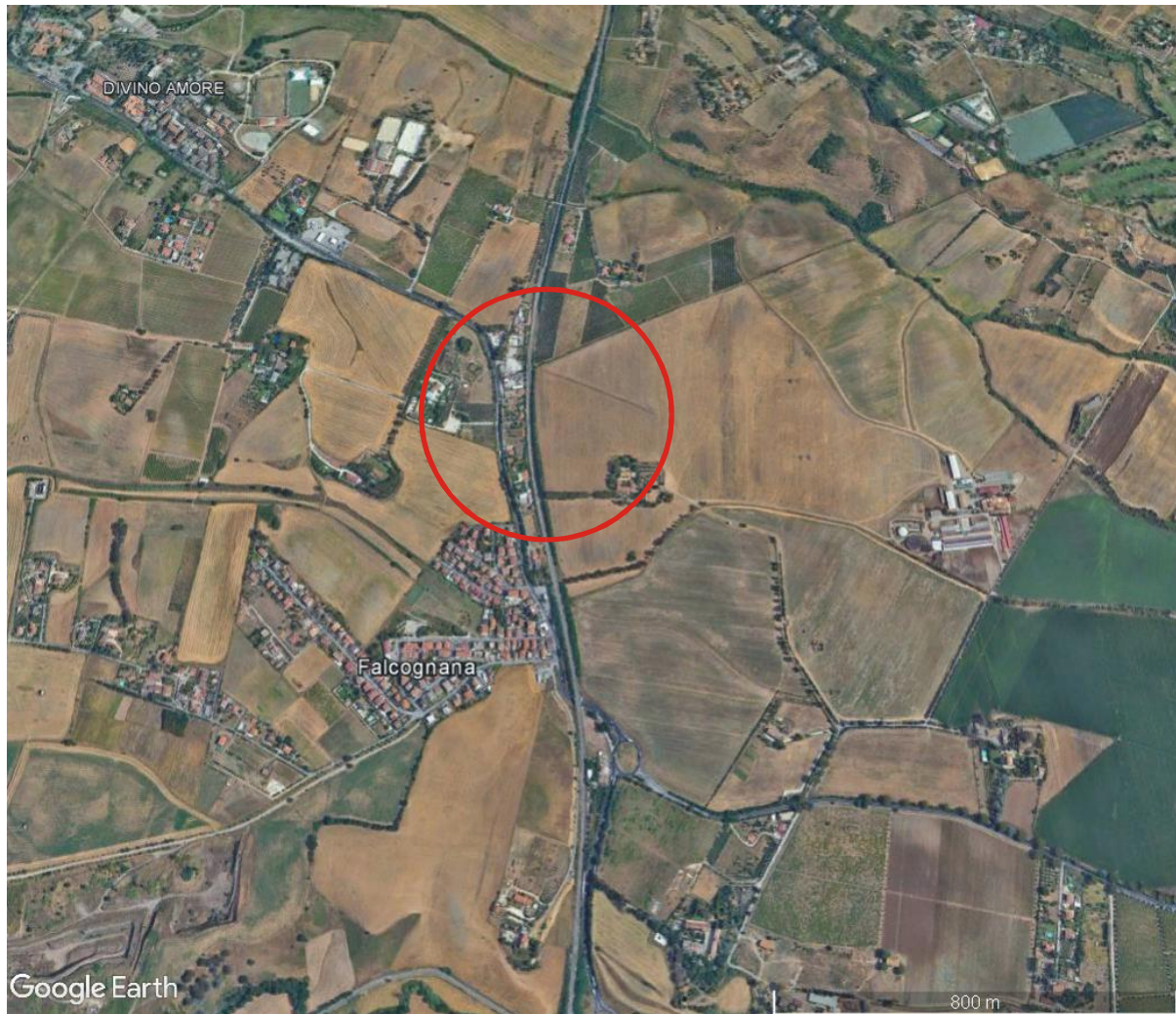


Figura 1 – Ubicazione nuova stazione “Divino Amore”

L'area ove è prevista la nuova stazione si sviluppa in corrispondenza di una morfologia generale da sub-orizzontale a blandamente acclive con quote intorno a 115-120 che degradano ad ovest a quote 108-112 m slm; in tale contesto morfologico il fascio binari (quote intorno a 108-110 m slm) presentano tratti in rilevato e tratti in trincea. (Figura 2).

La Figura 3 mostra il contesto morfologico, precedente alle urbanizzazioni, nella TAV, 1:25000 aggiornata al 1949 (IGM – TAV. 150-III-no).

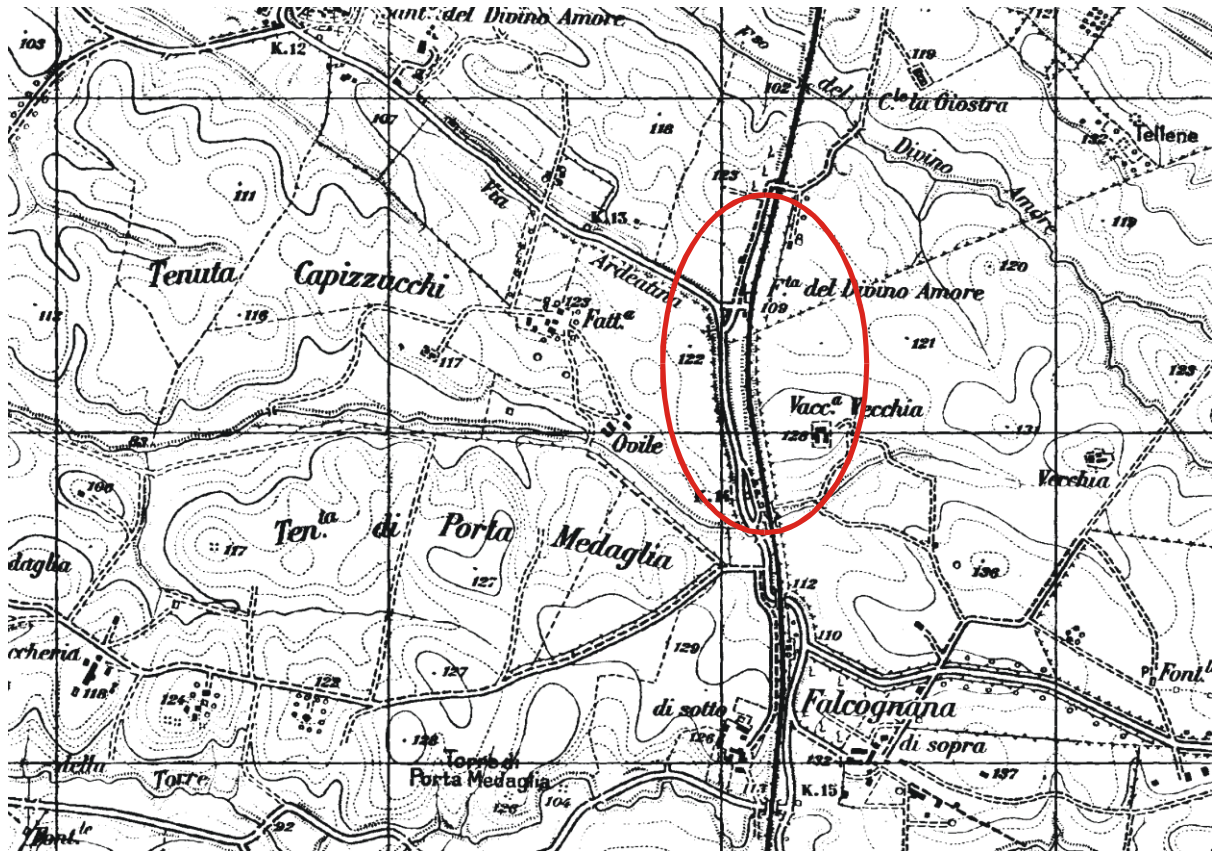


Figura 3 – Area in esame al 1949 (IGM – TAV. 150-III-no)

Data la morfologia presente si escludono significative dinamiche geomorfiche e di franosità.

2.2 Inquadramento geologico

Da un punto di vista geologico l'area è localizzata in corrispondenza di depositi di origine piroclastica, costituiti dal Tufo di Villa Senni (Pozzolanelle - VSN2); la serie stratigrafica prosegue verso il basso con l'Unità del Tufo Lionato (VSN1) e la formazione delle Pozzolane Nere (PNR) che affiorano più ad ovest lungo il Fosso Casale Vanni.

La Figura 4 mostra l'area in esame nel contesto geologico locale (CARG-FOGLIO 387 – Albano).

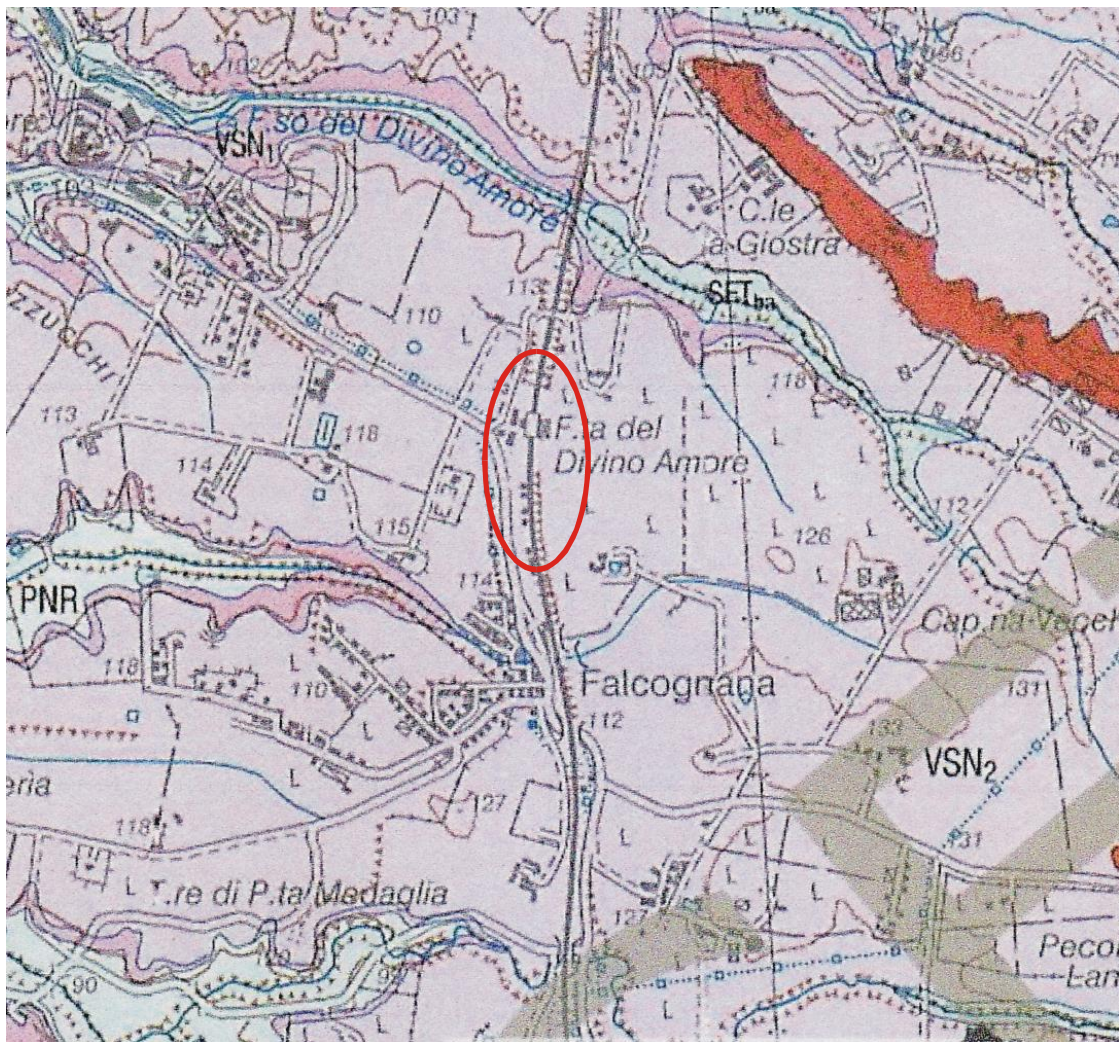


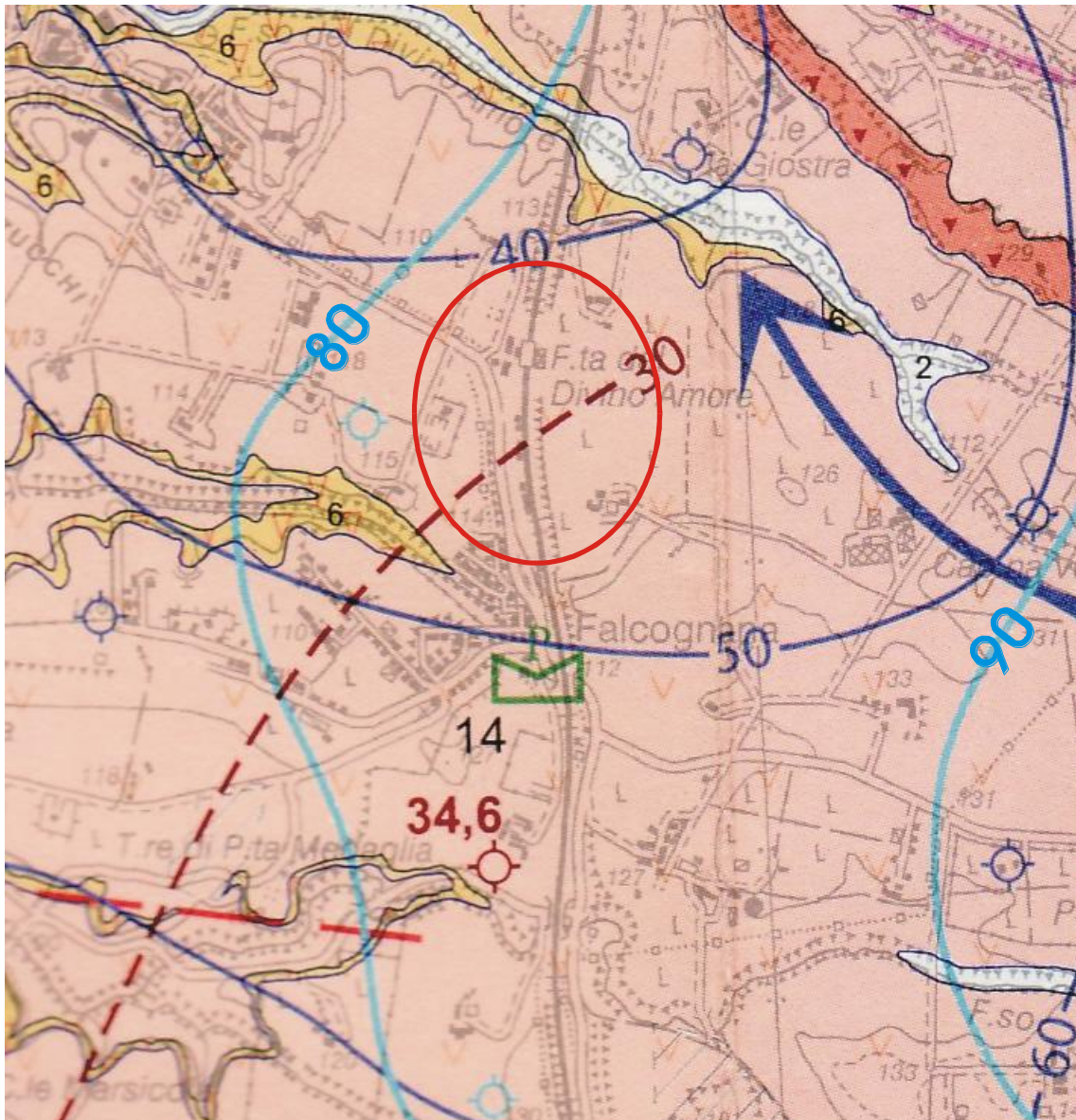
Figura 4 – Localizzazione dell'area in esame nella cartografia geologica (CARG – Foglio 387-Albano)

Nella cartografia geologica CARG il fosso che attraversa l'abitato di Falcognana è denominato Fosso della Castelluccia.

Nel suddetto contesto geologico il binario è ubicato al di sopra dei Tufo di Villa Senni (VSN2).

2.3 Inquadramento idrogeologico

Dalla Cartografia Idrogeologica (Mazza, 2015) in corrispondenza dell'area in esame risulta una isopieza della falda superiore a circa 85 m slm e pertanto a circa 20 m dal p.c., riferita ad una circolazione idrica all'interno di depositi piroclastici pozzolanacei, relativamente più permeabili (Figura 5).



Falda superiore



Falda inferiore

Figura 5 – Caratteri idrogeologici generali (Mazza, 2015)

Dal punto di vista idraulico l'area in esame è morfologicamente delimitata a nord-est da Fosso del Divino Amore ed a sud-ovest dal Fosso della Torre, distanti circa 900-1200 m dalla stazione.

Si sottolinea la presenza locale di un fosso di minori dimensioni (Fosso di Casale Vanni) che si sviluppa attraverso il centro abitato della Falcognana e prosegue ad est, sottopassando la Via Ardeatina e la ferrovia, con il nome di Fosso della Falcognana, .

La Figura 6 mostra la localizzazione dell'area in esame nell'ambito del reticolo idrografico sopra descritto (carta CTR 387030 – 1:10000).

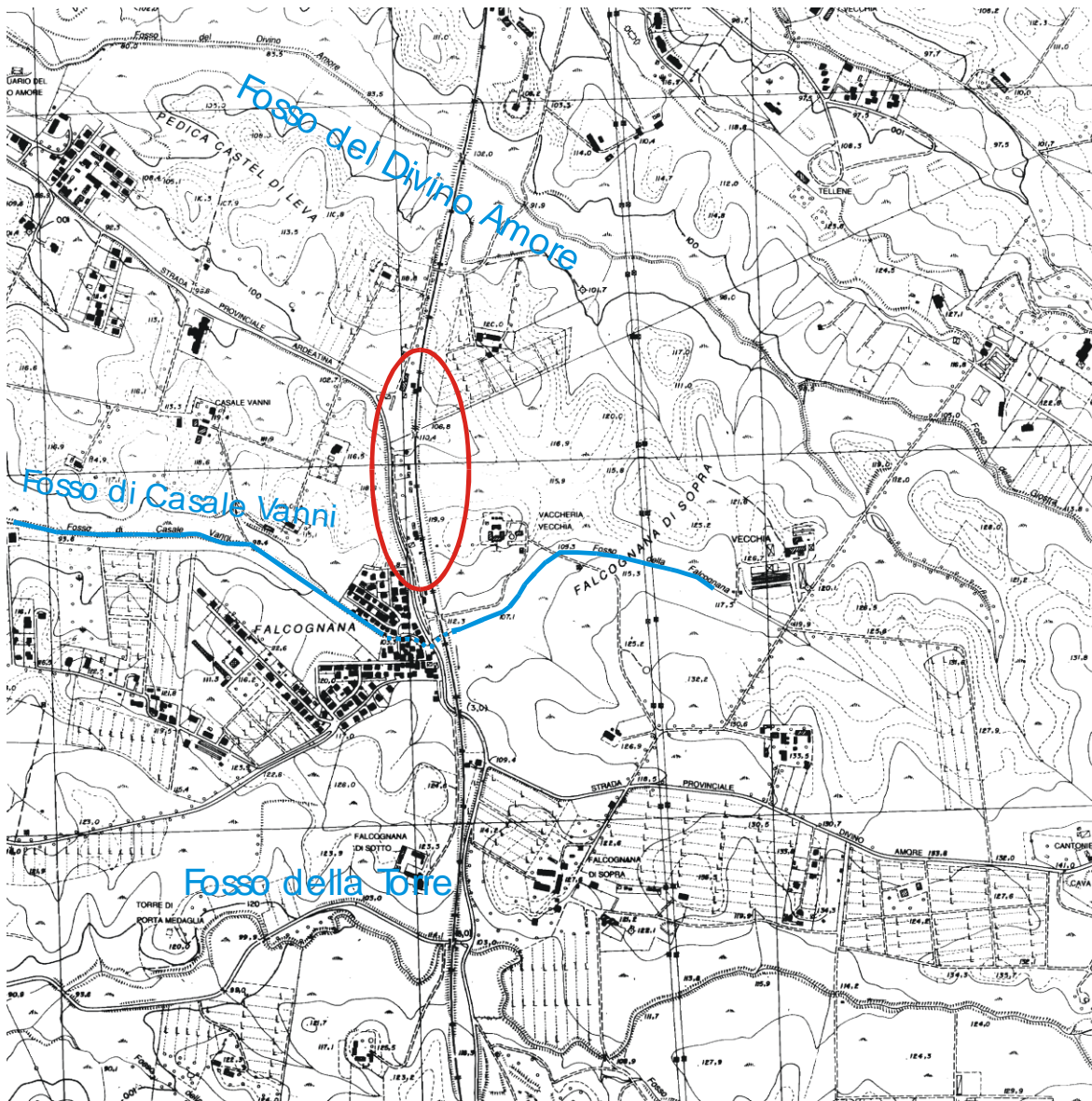


Figura 6 – Reticolo idrografico (CTR – 387030 - 1:10000)

Dal punto di vista del rischio idraulico si sono esaminate le cartografie PAI, con riferimento alle fasce e rischio del reticolo secondario (TAV. PB80), da cui emerge l'assenza di zone a rischio idraulico (Figura 7).

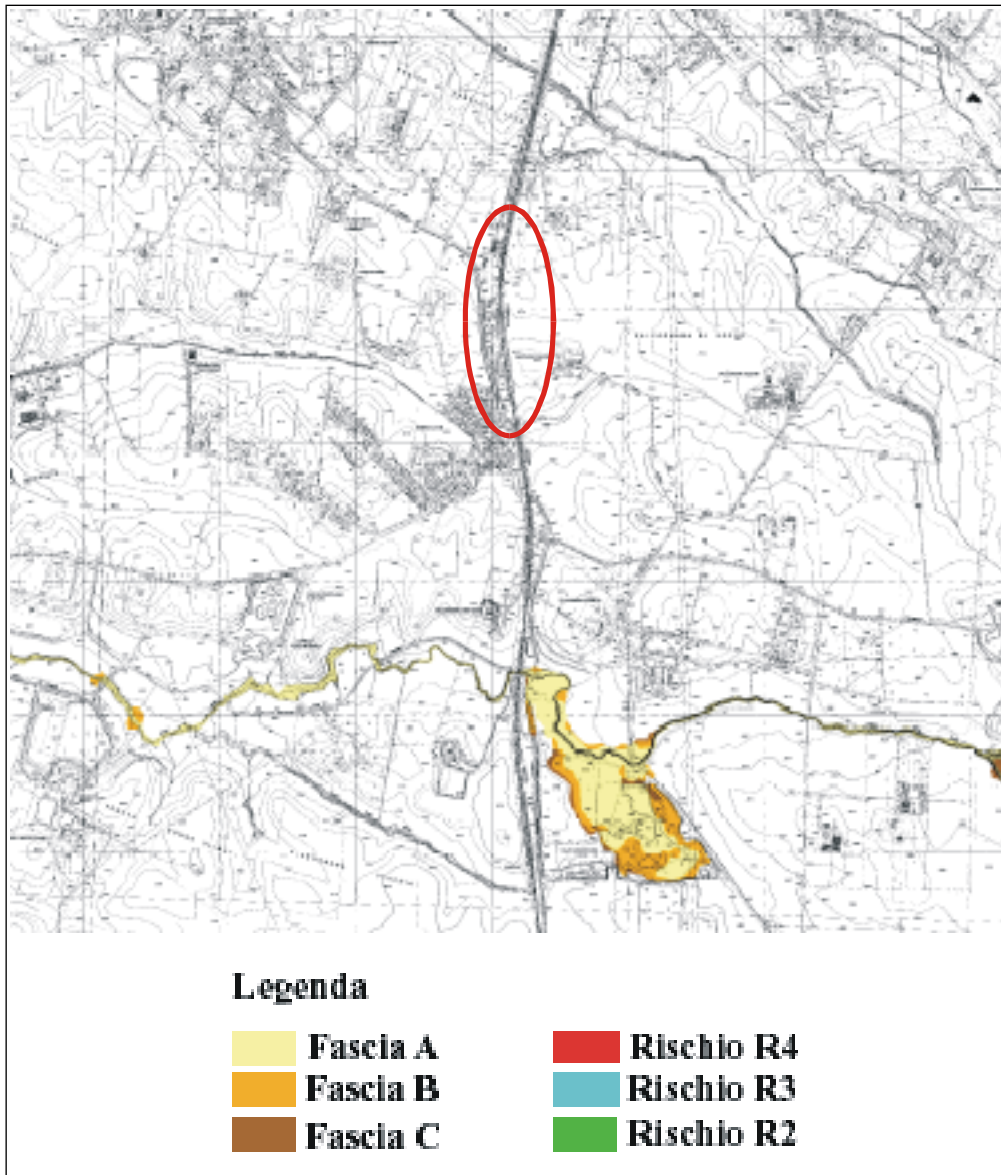


Figura 7 – Carta del Rischio Idraulico (TAV. PB80 – PAI – reticolo secondario)

In tale contesto si sottolinea l'assenza di riferimenti di rischio idraulico in corrispondenza del Fosso di Casale Vanni-Fosso della Falcognana, che localmente sottopassa la Via Ardeatina ed il fascio binari.

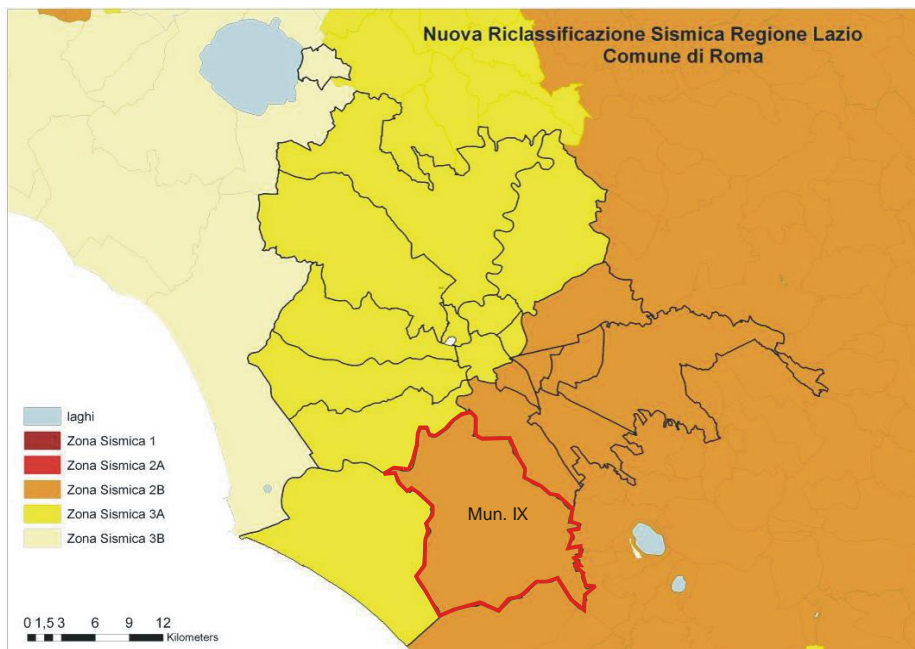
3 INQUADRAMENTO SISMICO

3.1 Regolamento Regionale n. 26 del 26/10/2020

Il Regolamento Regionale n. 26 individua le indagini minime da eseguire in base a 3 Livelli di Pericolosità dell’Opera (Basso, Medio, Alto) in funzione della zonazione sismica regionale (DGR 387/2009) e della Classe d’uso del progetto, secondo il seguente schema:

PROGETTI	PERICOLOSITA'				
	Zona Sismica				
	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

L’area di progetto sono localizzata nel Municipio IX del Comune di Roma.



Classificazione sismica dei Municipi di Roma capitale

Il Municipio IX è incluso nella Zona Sismica 2B e considerando una Classe d’Uso III risulta una Pericolosità Media.

Con riferimento a ciascun Livello di Pericolosità dell'Opera il Regolamento Regionale stabilisce un elenco di indagini e prove minime da eseguire.

Di seguito le indagini minime da fare in caso di Pericolosità Media

<p>Livello di Rischio Sismico MEDIO</p>	<p style="text-align: center;">TERRENI</p> <p>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 Prova 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.</p> <p>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.</p> <p>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 fisico-meccaniche e dinamiche (Prova di Taglio Diretta, Prova Edometrica, Prova Triassiale, Prova di Taglio Ciclico, Colonna Risonante, ecc.);</p> <p>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.</p> <p>e) Almeno 1 Acquisizione di Microtremore Sismico a stazione singola (HVSR), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno;</p> <p>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.</p> <p>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 rigidità, ecc.) il sottosuolo non è classificabile nelle categorie di cui alla Tabella 3.2.11 delle NTC'18, eseguita tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p style="text-align: center;">ROCCE AFFIORANTI o SEPOLTE sotto terreni di copertura aventi spessore massimo di 3 metri (Substrato geologico)</p> <p>a) Almeno 2 Prove Penetrometriche statiche (CPT, CPTe, CPTU), dinamiche (DPSH) o dilatometriche DMT, che attraversino i terreni di copertura, coesivi e granulari, nel caso di ammassi rocciosi sepolti.</p> <p>b) Caratterizzazione Geomeccanica degli ammassi rocciosi affioranti, mediante esecuzione di rilevamento geostrutturale, laddove possibile, oppure per le classi d'uso III e IV, tramite almeno 1 sondaggio geognostico.</p> <p>c) Almeno 1 prova Sismica in sito attiva (Seismic Refraction, MASW, SASW, MFT, FTAN, ecc.) o passiva (REMI, SPAC, ESAC, f-k, MAAM, ecc.), per la definizione del profilo di velocità dell'onda S.</p> <p>d) Almeno 1 Acquisizione di Microtremore Sismico a stazione singola (HVSR), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno;</p> <p>e) 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 rigidità, ecc.) il sottosuolo non è classificabile nelle categorie di cui alla Tabella 3.2.11 delle NTC'18, eseguita tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> • codice di calcolo 1D unicamente per sottosuoli costituiti da strati
--	---

Nel caso in esame risultano le seguenti Indagini minime, con riferimento ad un manufatto:

- Almeno 1 sondaggio geognostico con prove SPT, prelievo di campioni e prove di laboratorio (profondità sondaggio: 30 m)
- Almeno 1 prova penetrometrica dinamica DPSH
- Almeno 2 prove MASW a croce
- Almeno una prova di sismica passiva HVSr

In alternativa delle 2 prove MASW, per motivi logistici di esecuzione, viene eseguita una prova sismica in foro tipo Down-Hole

3.2 Indagini previste

Come accennato in PREMessa Il presente rapporto è basato su dati di letteratura ed in possesso dello scrivente, in attesa che siano eseguite le indagini geognostiche previste.

Si descrivono qui di seguito le indagini previste (da eseguire) ed i dati stratigrafici e geotecnici di letteratura utilizzati nel presente rapporto.

In accordo con il Regolamento Regionale n. 26 del 26/10/2020, si prevede l'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche.

Sondaggi geognostici

Sono previsti 2 sondaggi geognostici con le seguenti caratteristiche:

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	SPT (n)	PROVE IN SITO
S1	35	3	6	Down-Hole
S2	20	3	6	Piezometro e n. 2 Prove Lefranc

Il sondaggio S1 è attrezzato per una prova sismica tipo Down-Hole, mentre nel sondaggio S2 saranno eseguite 2 prove Le Franc per una valutazione della permeabilità dei terreni e sarà installato un piezometro.

I campioni indisturbati saranno sottoposti a prove geotecniche di laboratorio

Penetrometria DPSH

E' prevista una prova penetrometrica pesante DPSH, spinta fino a rifiuto e comunque non oltre 10 m di profondità

Indagini geofisiche

Per la definizione della Categoria di Sottosuolo, l'indagine geofisica è consistita in una prova Down-Hole nel foro di sondaggio S1, associato ad una prova HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Inoltre, si prevedono due stese sismiche MASW.

oooooooooooooooooooo

La Figura 8 mostra l'ubicazione delle indagini previste a seguito di sopralluogo.

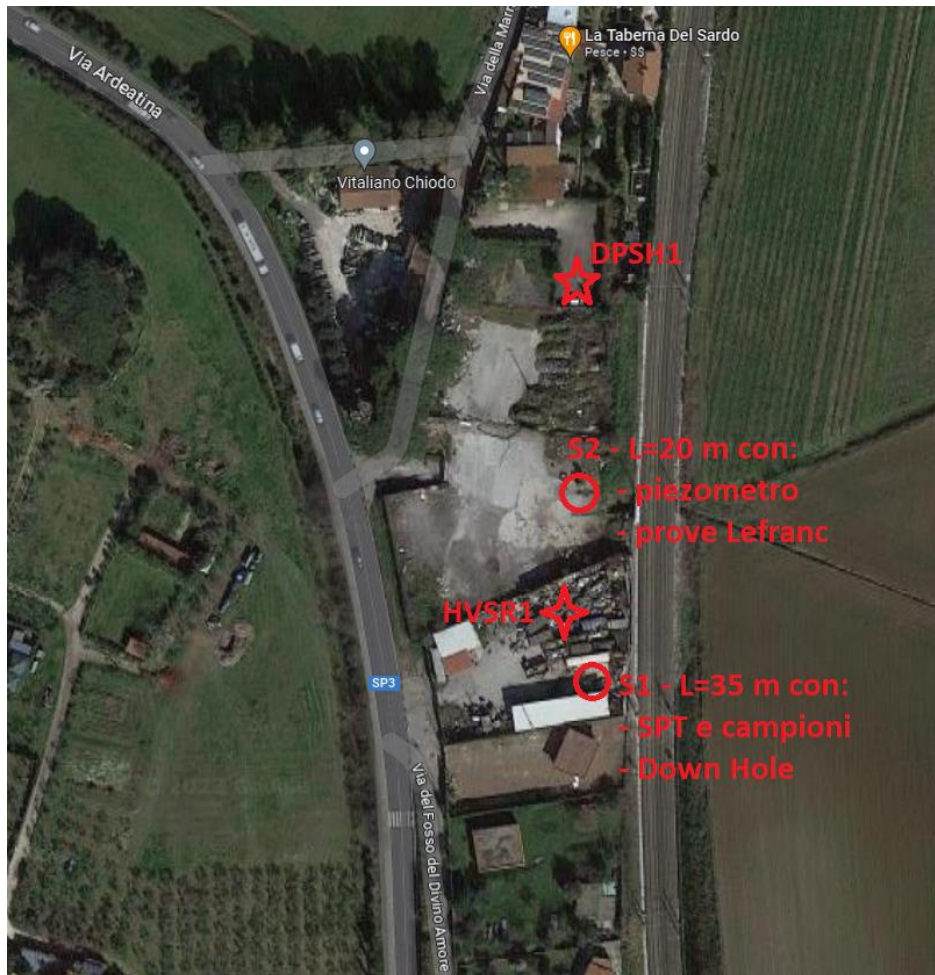


Figura 8 – Ubicazione indagini previste

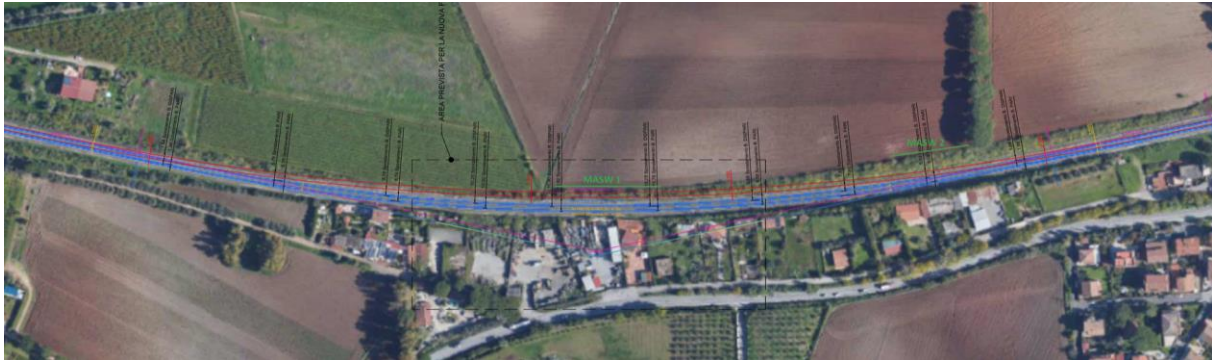


Figura 9 – Ubicazione stese sismiche MASW previste

3.3 Indagini pregresse e di letteratura

Indagini pregresse (da GELOGIA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ROMA, U. Ventriglia, 2002)

Si sono trovati i seguenti sondaggi e relative stratigrafie

SOND	UBICAZIONE	QUOTA (m slm)	UBICAZIONE
S1 (F 11 – I-15)	Falcognana di sopra – Vaccheria Vecchia	128	Pozzo profondo 85 m. Il pozzo è stato iniziato nel Tufo di Villa Senni Liv. statico: 49 m slm
S12 (F 11 – L-14)	Via Ardeatina – Angolo Via della Stazione del Divino Amore	104	0-1: terreno vegetale 1-12: tufo incoerente 12-15: pozzolana grigiastra
S13 (F 11 – L-14)	Via Ardeatina – a circa 150 m a sud della Stazione del Divino Amore	100	0-1: terreno di riporto 1-3: Pozzolana 3-15: Tufo incoerente avana- marrone

I sondaggi di letteratura sopra individuati hanno rilevato la presenza di depositi vulcanici e pozzolanacei con riferimento alle Pozzolanelle (VSN2)

La Figura 10 mostra l'ubicazione delle indagini di letteratura (Ventriglia, 2002)

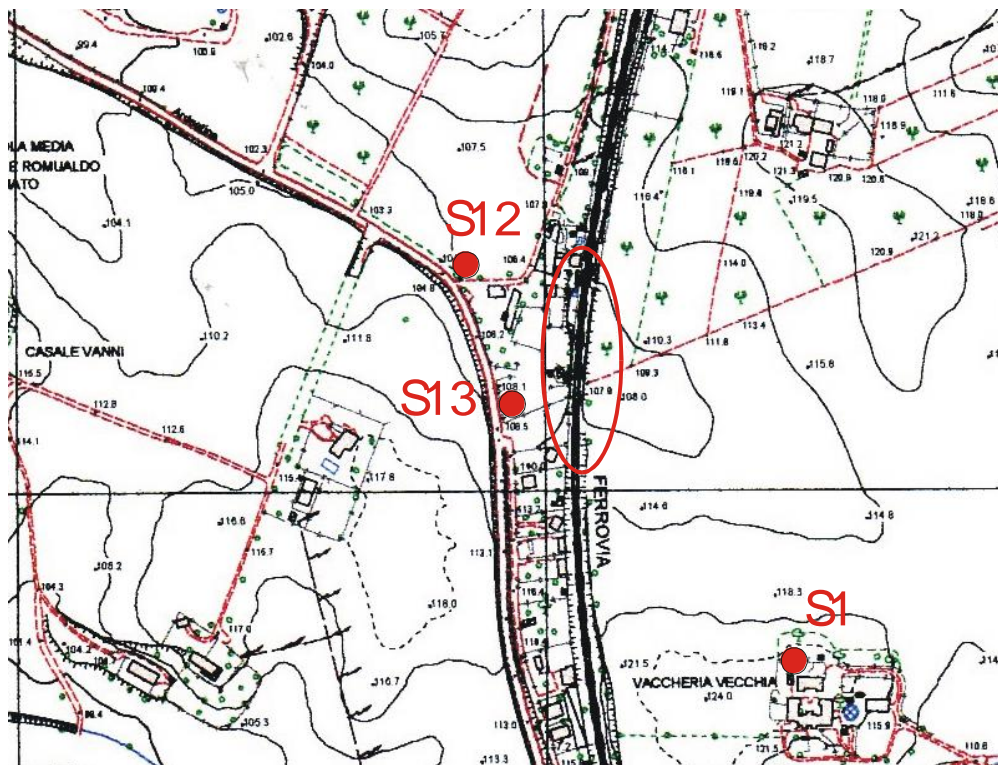


Figura 10 – Ubicazione sondaggi geognostici di letteratura (Ventriglia, 2002)

3.4 Dati geotecnici

In attesa della esecuzione delle indagini geognostiche e dei risultati delle prove di laboratorio, gli elementi geotecnici necessari per la progettazione possono essere ricavati temporaneamente da una personale banca dati di prove di laboratorio di circa 80 campioni indisturbati nelle Pozzolanelle dell'area romana.

NOTA SULLA BANCA DATI: di questa banca dati personale delle litologie romane (con più di un migliaio di campioni analizzati nel tempo) c'è un progetto con l'Ordine dei Geologi del Lazio di renderla ufficialmente utilizzabile. Un Volume relativo al substrato pliocenico è stato già edito dall'Ordine dei Geologi del Lazio (scaricabile liberamente). Attualmente nell'Ordine si sta editando un secondo volume per le formazioni di Monte Mario (MTM) e di Monte delle Piche (MDP), passando successivamente nel tempo alle altre formazioni geologiche dell'area romana.

4 STRATIGRAFIA

Come già discusso nel Cap. 3, l'area in esame è ubicata in corrispondenza di depositi vulcanici riferite alla Serie Pozzolanece del Vulcano Laziale, di età pleistocenica, con riferimento alla formazione delle Pozzolanelle (Tufo di Villa Senni - VSN2).

Sulla base dei dati stratigrafici ricavati da Ventriglia (2002) si individua la seguente stratigrafia locale.

Riporti - R

I sondaggi hanno evidenziato la presenza di una copertura di riporti dello spessore di circa 1 metro. Granulometricamente i riporti sono costituiti da elementi di origine piroclastica, in matrice limo-argillosa pedogenizzata.

Pozzolanelle - VSN-2

Le Pozzolanelle, che rappresentano il membro superiore del Tufo di Villa Senni (VSN), rappresentano la litologia presente in superficie,

Le Pozzolanelle dal punto di vista litologico sono costituite da una matrice scoriacea da cineritico-grossolana a lapillosa di colore marrone.

Nelle stratigrafie di riferimento, con sondaggi sono spinti fino a 15 m di profondità dal p.c., non è stata intercettata la sottostante unità del Tufo Litoide Lionato (VSN1).

oooooooooooo

Da dati di letteratura è presente un livello piezometrico a circa 20 m dal p.c. (Mazza, 2015).

5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Come indicato in PREMESSA la parametrizzazione geotecnica delle unità stratigrafiche rilevate, in attesa della esecuzione delle indagini geognostiche previste, è sviluppata in base a dati geotecnici in possesso dello scrivente, relativi all'area urbana di Roma.

Pozzolanelle - VSN-2

Le Pozzolanelle, che rappresentano il membro superiore del Tufo di Villa Senni (VSN), rappresentano la litologia presente in superficie.

Le Pozzolanelle dal punto di vista litologico sono costituite da una matrice scoriacea da cineritico-grossolana a lapillosa di colore marrone.

Dal punto di vista granulometrico si individua una prevalenza della frazione sabbiosa-ghiaiosa (ceneri grossolane) con circa il 50% e una percentuale di circa il 30-35% della frazione limosa-argillosa (ceneri fini)

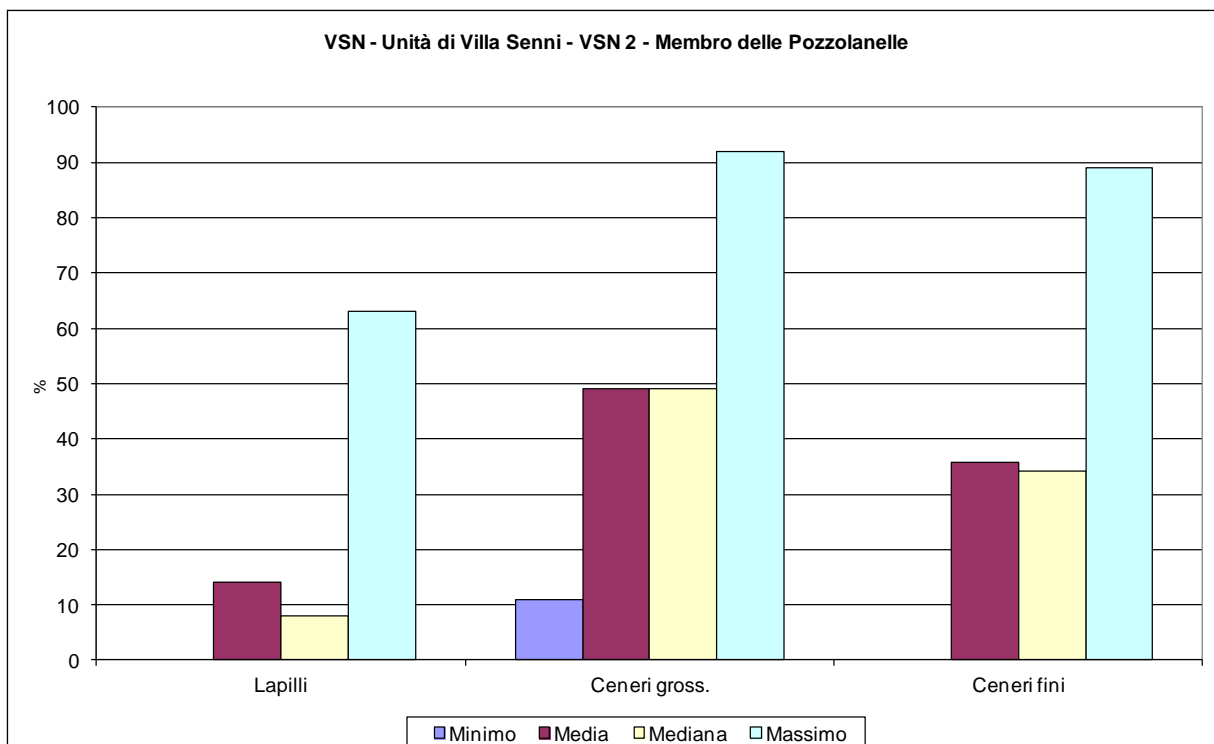


Figura 11– Frazioni granulometriche (Banca dati dello scrivente)

Dal punto di vista geotecnico si presentano qui di seguito i grafici di frequenza di alcuni parametri fisico-meccanici e deformazionali delle Pozzolanelle, sulla base di prove di laboratorio di circa 80 campioni indisturbati nelle Pozzolanelle dell'area romana (Figura 12)

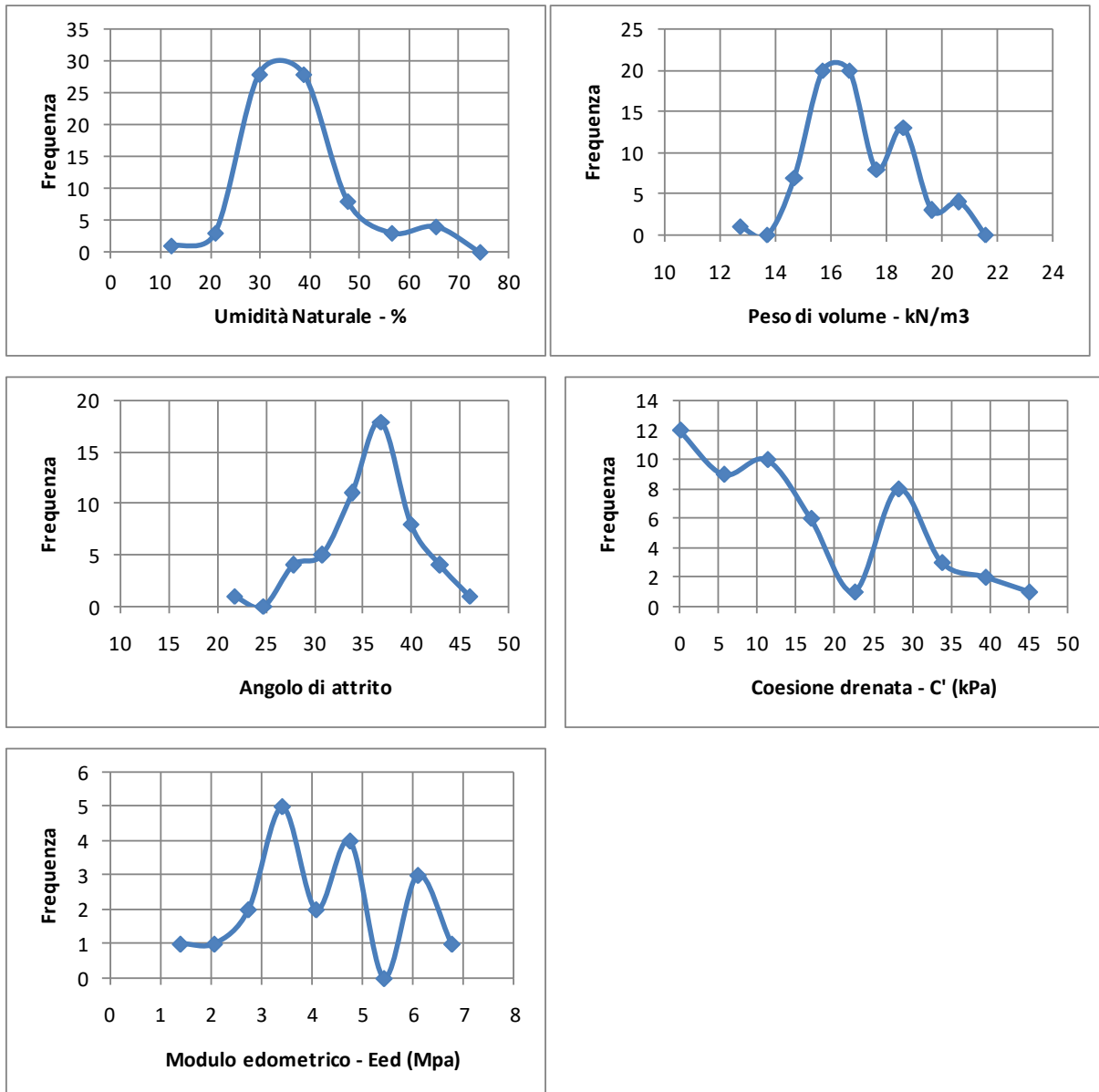


Figura 12 – Curve di frequenza di alcuni parametri geotecnici

L'85 % dei campioni è risultato non plastico e pertanto si individua un comportamento geomeccanico frizionale con media deformabilità.

Sulla base dell'andamento delle curve di frequenza dei suddetti parametri geotecnici, si assumono cautelativamente i seguenti parametri geotecnici per l'unità delle Pozzolanelle (VSN2).

Umidità naturale – W_n (%)	30-40
Peso di volume (kN/m ³)	16-17
Angolo di attrito -	30-33
Coesione drenata – C' (kPa)	0-15
Modulo Edometrico – E_{ed} (MPa)	4-5

Tale parametrizzazione sarà verificata alla luce delle indagini geognostiche previste.

6 SISMICITA'

6.1 Caratteri macrosismici dell'area

In base all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, il Comune di Roma appartiene alla Zona Sismica 3, con accelerazione sismica al suolo $PGA = a/g = 0,15$ (PGA – Peak Ground Acceleration); successivamente il DGR della Regione Lazio n. 766 del 1/8/2003 ha confermato tale classificazione sismica.

Successivamente la Regione Lazio, attraverso il Servizio Geologico Regionale dell'Area Difesa del Suolo, dopo un anno di studi ed indagini in collaborazione con l'ENEA, ha emanato una "Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio" (DGR n. 387 del 22 maggio 2009).

Novità di rilievo di questa ultima classificazione è l'istituzione di sottozone sismiche, che creano l'occasione di poter differenziare in modo dettagliato nell'ambito comunale la pericolosità sismica sul territorio regionale, come qui di seguito illustrato per i vari Municipi (Figura 13).

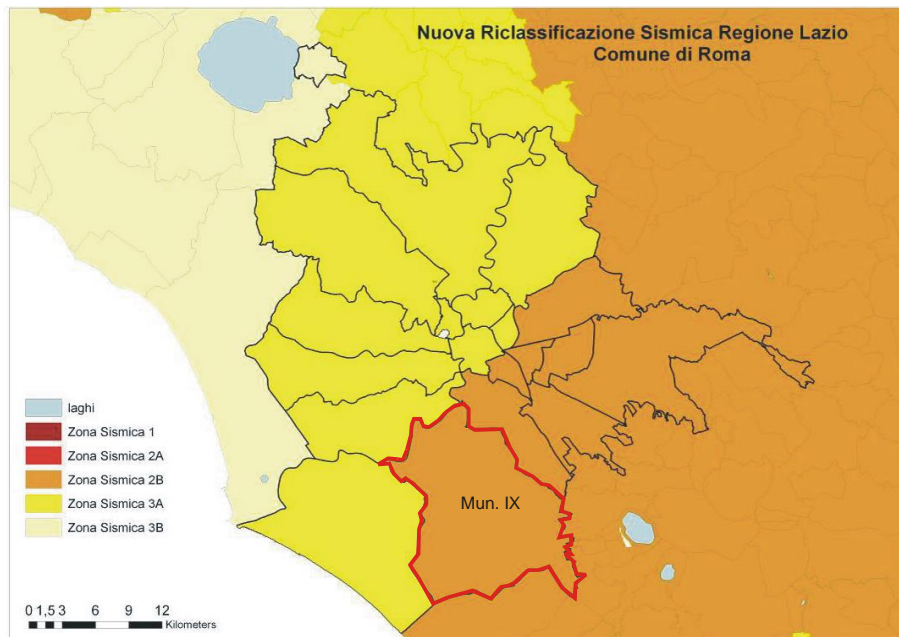


Figura 13 - classificazione sismica dei Municipi romani (DGR n. 387 del 22 Maggio 2009).

In tale contesto il Municipio IX, ove è localizzata l'area in esame, è incluso nella **Zona Sismica 2B** caratterizzata da accelerazione sismica al suolo $PGA = 0,15-0,20g$, riferita alla Probabilità di Superamento del 10% in 50 anni, come mostra la tabella seguente:

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0,278g$ (<i>val. Max per il Lazio</i>)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(<i>val. min.</i>) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Un'ulteriore verifica dei caratteri macrosismici dell'area può essere ricercata in un lavoro del GNDR (2004) che suddivide l'Italia in Zone Sismogenetiche (ZS9), basate su dati geologico-strutturali, tettonici e della sismicità storica; si fa qui riferimento alla zonazione ZS9 che ha rivisto la precedente edizione ZS4 (1999).

In base a tali dati l'area in esame è localizzata in un settore prossimo alla Zona Sismogenetica 922, (Figura 14).

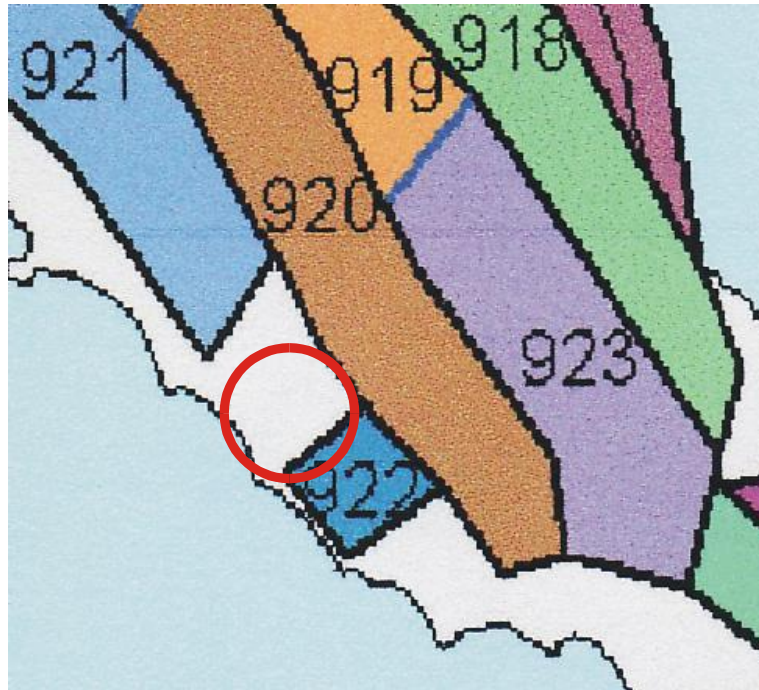


Figura 14 – Localizzazione dell'area nell'ambito della zonazione sismogenetica DS9

La Zona sismica 922 è rappresentativa di zone sismogenetiche legate ad attività vulcanica dei Colli Albani, con caratteri macrosismici mostrati nella tabella seguente.

nome ZS	Zona	Tettonica - meccanismo di fagliazione prevalente	Profondità ipocentro - Km	Magnitudo max - Mw	Magnitudo max freq - Mw
Colli Albani	922	faglia normale	1-5	5,45	4,76

Dalla documentazione relativa a DISS-2 (Database of Seismogenetic Source, INGV, 2001) emerge che l'area in esame è localizzato in una zona senza significative zone sismogenetiche, ma con locali risentimenti della sismicità dei Colli Albani; i maggiori risentimenti sono comunque sono relativi ad epicentri appenninici (Figure 15, 16).



Figura 15 – Zone sismogenetiche dell'area in esame (DISS 2)

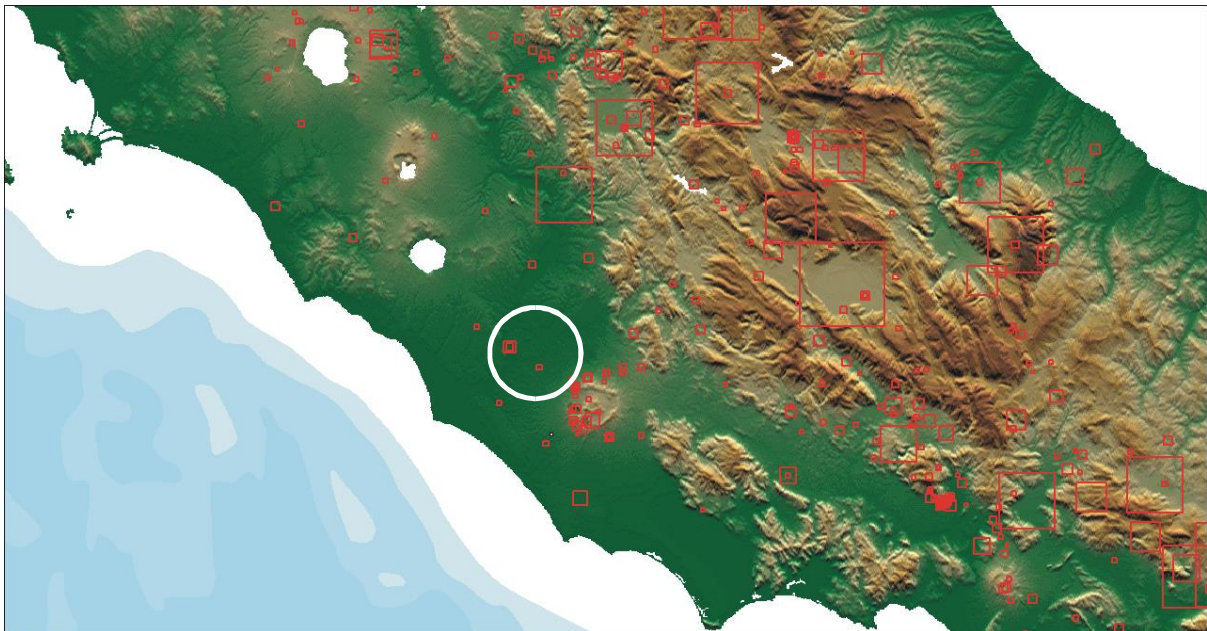
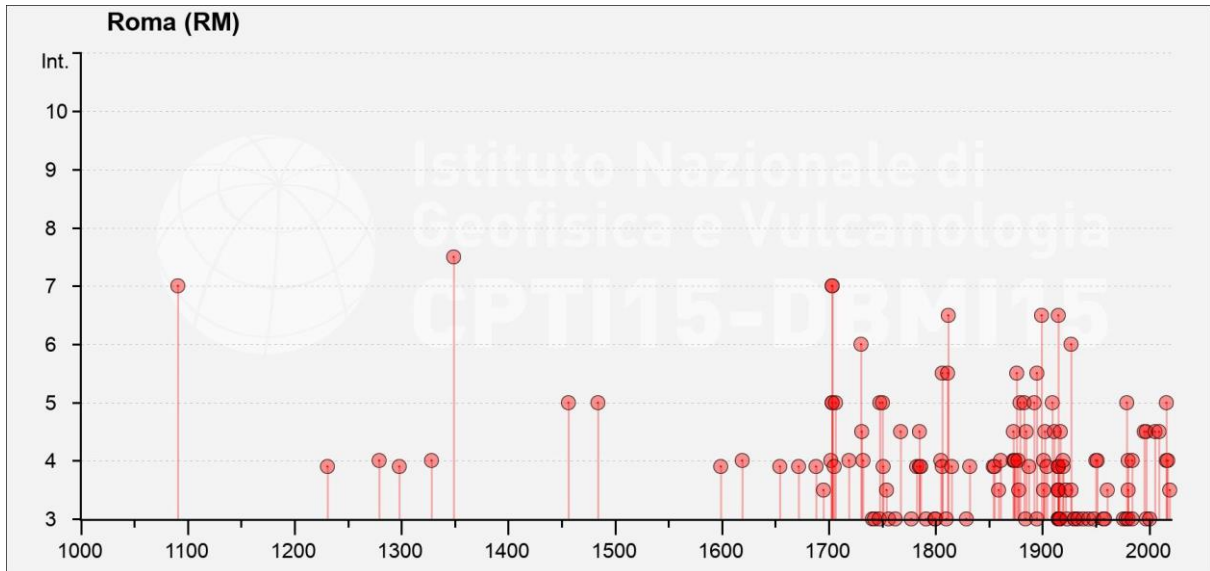


Figura 16 – Epicentri dei terremoti storici CPTI (DISS 2)

Si mostra qui di seguito in forma tabellare e grafica la storia sismica del comune di Roma; nelle tabelle sono indicate le Intensità Macrosismiche risentite nel comune (Is) ed i riferimenti alle Intensità (Io) e di Magnitudo (Mw) (Catalogo sismico DBM15, INGV), da cui si conferma che i più frequenti risentimenti sono relativi a zone sismogenetiche del settore appenniniche e subordinatamente alle Zone sismogenetiche ZS 922.

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v3.0							
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano							
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)							
Seismic history of							
PlaceID	Roma						
Coordinates (lat, lon)	41.899, 12.477						
Municipality (ISTAT 2015)	Roma						
Province	Roma						
Region	Lazio						
No. of reported earthquakes	162						
Int. at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	EpicentralArea	MwDef
4	1901	4	24	14	20	Sabina	5,25
3-4	1901	7	31	10	38	Sorano	5,16
NF	1902	9	21	20	12	Ciociaria	4,02
4-5	1902	10	23	8	51	Reatino	4,74
F	1904	2	24	15	53	Marsica	5,68
2	1904	2	25	0	29	Marsica	4,56
2	1906	2	21	20	49	Colli Albani	4,08
NF	1909	1	13	0	45	Emilia Romagna orientale	5,36
5	1909	8	31	13	41	Roma	4,15
4-5	1911	4	10	9	43	Colli Albani	4,74
6-7	1915	1	13	6	52	Marsica	7,08
F	1915	1	13	16	44	Marsica	4,79
F	1915	1	13	20	19	Marsica	4,74
3-4	1915	1	14	1	50	Marsica	4,64
3	1915	1	14	7	17	Marsica	4,88
F	1915	1	14	16	55	Marsica	4,6
2-3	1915	1	18	20	8	Marsica	4,98
3	1915	1	18	23	31	Marsica	5,02
3-4	1915	1	21	12	29	Marsica	4,83
3-4	1915	4	5	6	18	Valle dell'Aniene	4,8
3	1915	9	23	18	7	Marsica	5,07
3	1916	1	26	12	22	Sorano	4,72
3	1916	11	16	6	35	Alto Reatino	5,5
2	1917	1	3	1	35	Marsica	
2	1917	5	12	15	34	Ternano	5,03
4-5	1917	7	8	2		Appennino laziale-abruzzese	4,68
F	1919	6	29	15	6	Mugello	6,38
4	1919	10	22	6	10	Anzio	5,22
3-4	1922	12	29	12	22	Val Roveto	5,24
3	1923	5	13	14	30	Valle del Salto	4,33
2	1925	9	24	13	33	Molise occidentale	5,26
3-4	1927	10	11	14	45	Marsica	5,2
6	1927	12	26	15	6	Colli Albani	4,89
NF	1929	4	10	5	44	Bolognese	5,05
3	1930	7	23	0	8	Irpinia	6,67
3	1930	10	30	7	13	Senigallia	5,83
2-3	1931	10	21	7	35	Ciociaria	4,23
3	1933	9	26	3	33	Maiella	5,9
3	1938	8	12	2	28	Appennino laziale-abruzzese	4,56
3	1943	10	3	8	28	Ascolano	5,67
2-3	1948	12	17	21	18	Monti Reatini	4,4
3	1948	12	31	3	32	Monti Reatini	5,42
4	1950	9	5	4	8	Gran Sasso	5,69
4	1951	8	8	19	56	Gran Sasso	5,25
3	1957	4	11	16	19	Valle del Salto	4,94
3	1958	6	24	6	7	Aquilano	5,04
3-4	1961	10	31	13	37	Reatino	5,09
2-3	1967	12	3	21	29	Aquilano	4,37
NF	1967	12	9	3	9	Adriatico centrale	4,36
2-3	1971	2	6	18	9	Tuscania	4,83
3	1976	5	6	20	0	Friuli	6,45
3	1978	7	30	5	19	Ternano	4,32
5	1979	9	19	21	35	Valnerina	5,83
3	1980	2	28	21	4	Valnerina	4,97
3-4	1980	6	14	20	56	Marsica	4,96
2	1980	10	1	0	57	Frusinate	4,26
4	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	6,81
NF	1984	4	29	5	2	Umbria settentrionale	5,62
4	1984	5	7	17	50	Monti della Meta	5,86
3	1984	5	11	10	41	Monti della Meta	5,47
2-3	1989	10	23	21	19	Colli Albani	4,32
4-5	1995	6	12	18	27	Campagna romana	3,79
4-5	1997	9	26	0	33	Appennino umbro-marchigiano	5,66
3	1997	9	26	9	40	Appennino umbro-marchigiano	5,97
3	2000	3	11	10	35	Valle dell'Aniene	4,25
4-5	2005	8	22	12	2	Costa laziale	4,78
4-5	2009	4	6	1	32	Aquilano	6,29
4	2016	10	26	19	18	Valnerina	6,07
5	2016	10	30	6	40	Valnerina	6,61
4	2017	1	18	10	14	Aquilano	5,7
3-4	2019	6	23	20	43	Colli Albani	3,76



Dall'analisi statistica della storia sismica del Comune di Roma risulta, in definitiva, che si sono risentiti terremoti fino a III-IV grado MCS, con riferimento a terremoti di origine appenninica (si segnala comunque un evento del 1699 con intensità risentita di VI-VII MCS).

Il Municipio IX è dotato di uno Studio di Microzonazione sismica di Livello 1, da cui emerge che il sito in esame è localizzato in "Zone Stabili suscettibili di amplificazione Sismica locale" (zona 2003 – depositi piroclastici da massivi a incoerenti), come mostra la TAV. 33 dello Scenario di Richio Sismico della Protezione Civile di Roma Capitale (Figura 17).

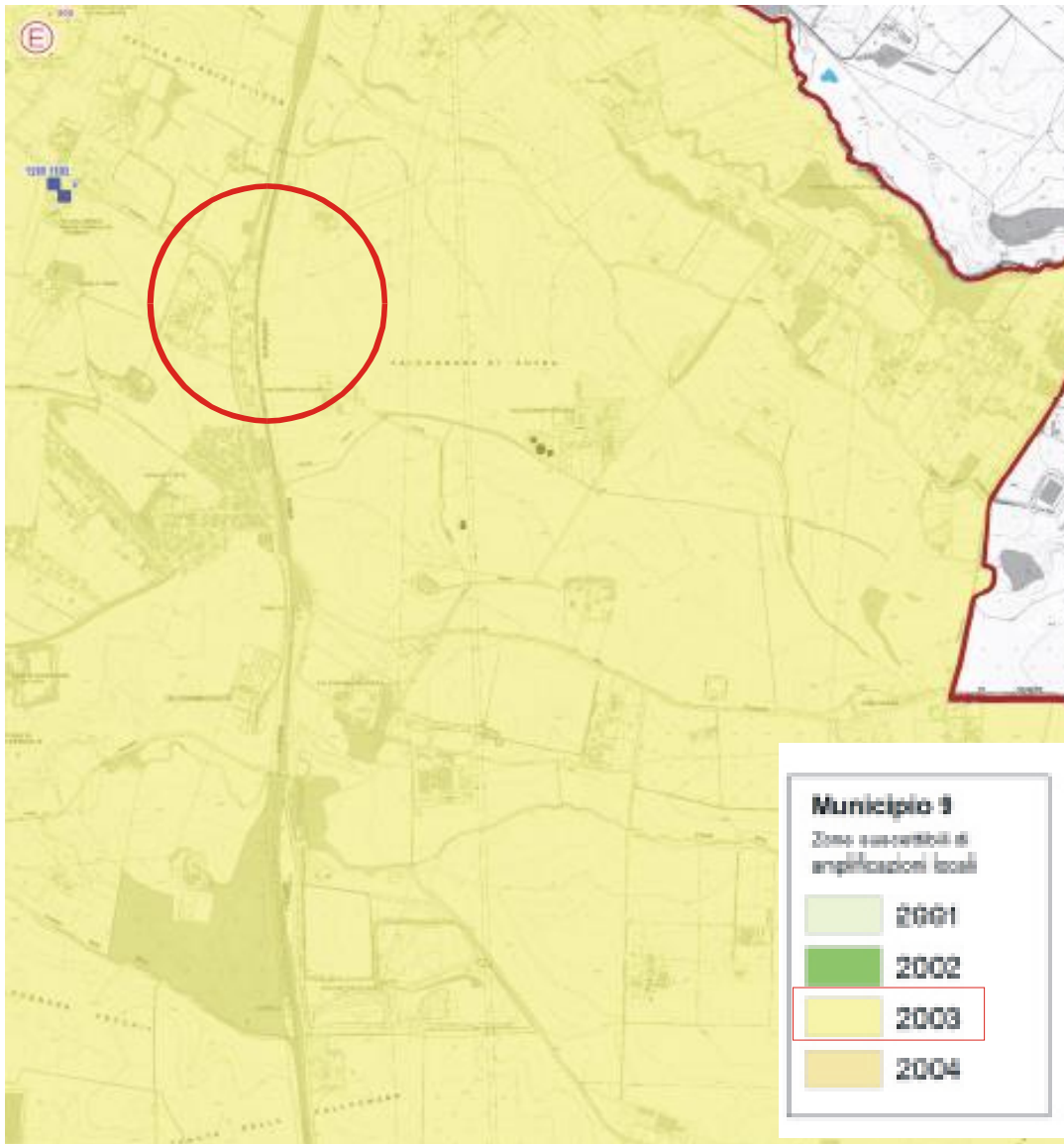


Figura 17– Stralcio da Carta dello Scenario di Rischio Sismico

6.2 Risposta sismica locale

I dati sopra riportati sono di carattere macrosismico e/o validi per l'intero territorio comunale, mentre particolare rilevanza hanno i parametri geologici, geomorfologici ed idrogeologici che determinano la pericolosità sismica locale (amplificazione sismica, liquefazione dei terreni, ecc.).

In questa sede le condizioni sismiche locali dell'area in esame sono verificate secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emanato il 17/1/2018. e nella Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019 – Applicazione alle Norme NTC-2018 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"., che prevede sostanzialmente le seguenti 4 fasi di definizione della risposta sismica locale:

- A) Valutazione dei parametri sismici ($a(g)$, F_0 , TC^*) su suolo rigido;
- B) Valutazione del fattore di amplificazione stratigrafico (**Ss**);
- C) Valutazione del fattore di amplificazione topografico (**ST**);
- D) Valutazione del rischio di liquefazione dei terreni

A) valutazione delle accelerazioni (su suolo rigido – Categoria di Sottosuolo A)

Il Nuovo Testo Unico delle Costruzioni (NTC-2018) impone che l'accelerazione orizzontale massima (a_g) e gli altri parametri che permettono di definire lo spettro di risposta (F_0 , TC^*) siano definiti in base a diversi Tempi di Ritorno (TR) del sisma legato a diverse probabilità di superamento (PVR%) ed in funzione della categoria d'Uso degli elementi progettati.

L'area sede del progetto in esame è individuata dalle seguenti coordinate (ED50):

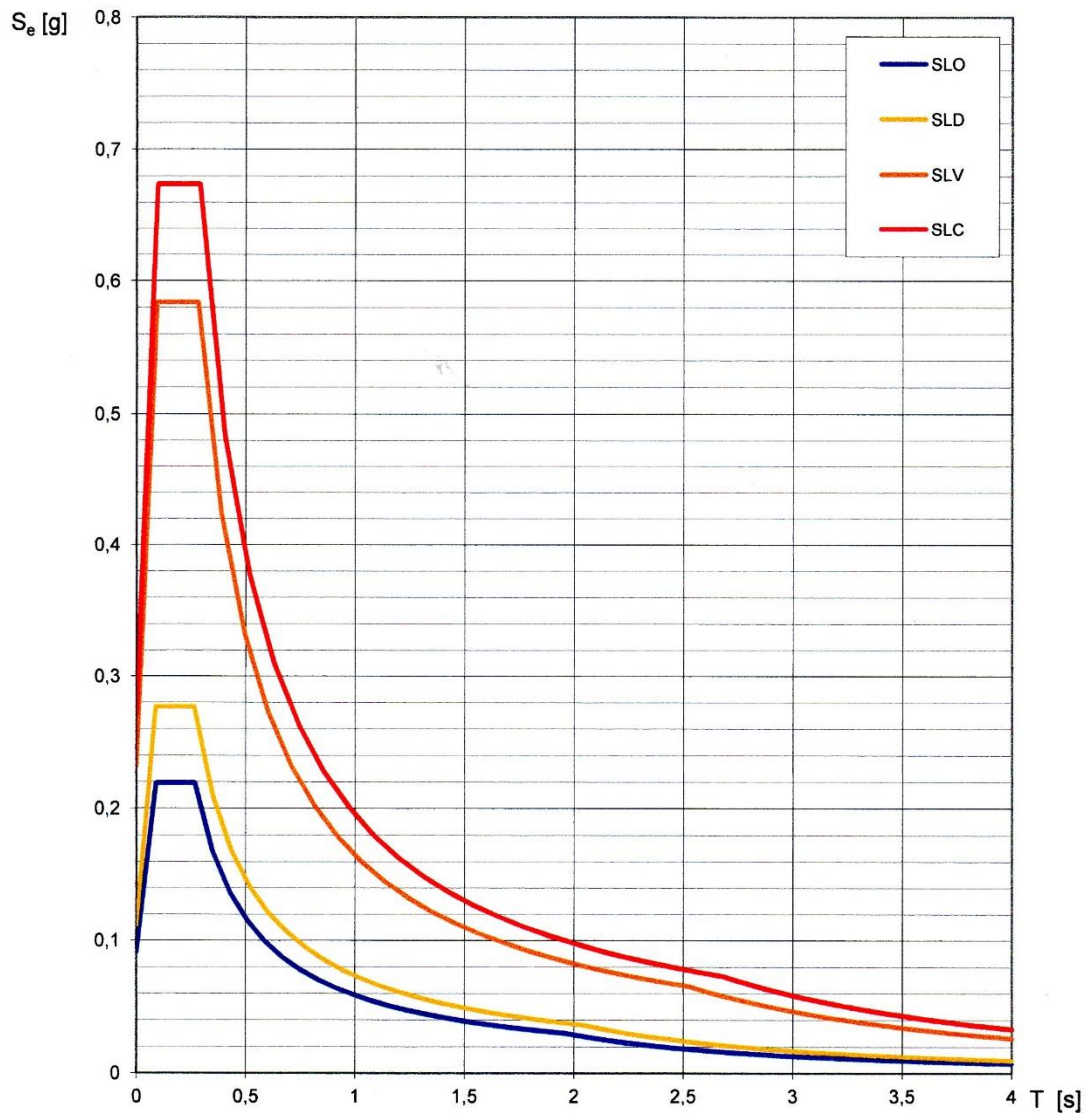
- Lat: 41,77101°
- Long. 12,55885*

Utilizzando il software Spettri-NTC-ver 1.0.3, con riferimento ai vari stati limite si riportano qui di seguito in forma tabellare e grafica i parametri che permettono di costruire i rispettivi spettri di risposta in relazione ai vari stati limite;

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	90	0,091	2,412	0,267
SLD	151	0,111	2,494	0,265
SLV	1424	0,232	2,523	0,282
SLC	2475	0,271	2,492	0,290

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



B) Amplificazione Stratigrafica

Per la valutazione dell'amplificazione stratigrafica le nuove norme sismiche suddividono i diversi terreni in 5 Categorie di Sottosuolo, in relazione alla risposta sismica locale, come qui di seguito riportato:

CATEGORIA SOTTOSUOLO	DI	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
A		<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B		<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C		<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D		<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E		<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

La definizione della Categoria di Sottosuolo sarà definita a seguito delle indagini geofisiche previste.

	FERMATA DIVINO AMORE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA	
	Relazione geologica e idrogeologica 3507-24-S09-PF-00-GG-RT-00-001-A	
		32 di 37

C) Amplificazione Topografica

In base alla situazione topografica le norme vigenti individuano 4 condizioni con relativi valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T :

CATEGORIA TOPOGRAFICA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA - S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $i < 15^\circ$	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15^\circ < i < 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $i > 30^\circ$	1,4

L'area ha una blanda pendenza inferiore a 15° e pertanto si individua un coefficiente topografico $S_T = 1,0$.

D) Liquefazione dei terreni

Problematiche relative al rischio di liquefazione dei terreni sono possibili in presenza di strati sabbiosi fini in falda ed a profondità inferiori a 15-20 m dal p.c..

In base alle norme vigenti (NTC-2018) la probabilità che nei terreni sabbiosi si verificano fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica **almeno una** delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ 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;

4. distribuzione granulometrica esterna ai fusi di potenziale liquefacibilità, con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ o $U_c > 3,5$.

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Nel caso in esame si esclude il rischio di liquefazione dei terreni per motivi litologici, geotecnici e idrogeologici.

7 CONCLUSIONI

In attesa dei risultati delle previste indagini geognostiche, alla luce dei dati di letteratura analizzati, non si evidenziano particolari problematiche dal punto di vista di stabilità fondale e di rischio idro-geomorfologico e sismico.

8 BIBLIOGRAFIA

Capelli G., Mastrorillo Lucia, Mazza R., Petitta M. (2012), *Carta delle Unità Idrogeologiche della regione lazio (scala 1:100.000)*

Funciello R., Praturlon A., Giordano G. (2008) – *La Geologia di Roma. Dal centro Storico alla periferia*, APAT, Mem. Descr. Carta Geol. D'It., Vol. LXXX.

Funciello R., Giordano, (2008b) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia*, scala 1:50.000, foglio 374 Roma.

Ventriglia U., (1990), *Idrogeologia della Provincia di Roma*. Provincia di Roma, Ass. LL.PP. Viab. e Trasp., Roma.

Ventriglia U., (2002), *Geologia del territorio del Comune di Roma*, Provincia di Roma, Ass. LL.PP. Viab. e Trasp., Roma.