

SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO A CAPACITA' INTERMEDIA A SERVIZIO DEI CORRIDOI EUR-TOR DE' CENCI ED EUR LAURENTINA-TOR PAGNOTTA-TRIGORIA



DIRETTORE DEI LAVORI ing. D. Di Pietro	DIRETTORE TECNICO ing. C. Pasquali	RESPONSABILE DI PROGETTO ing. M. Enchelli	GEOLOGIA dott. geol. E. Piccirilli

CORRIDOIO EUR-TOR DE' CENCI - VARIANTE DI TRACCIATO **Conferenza di Servizi (14.07.2017)**

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI RELAZIONI SPECIALISTICHE Geologia ed Idrogeologia Relazione Geologica ed Idrogeologica

rev	data	descrizione	redatto	verificato RP	approvato DT	autorizzato RdP
-	Settembre 2015	EMISSIONE PER CDS	geol. E. Piccirilli	ing. M. Enchelli	ing. C. Pasquali	arch. M. Meloni
A	Ottobre 2017	PROGETTO ESITO CDS (AA n. 20)	geol. E. Piccirilli	ing. M. Enchelli	ing. C. Pasquali	arch. M. Meloni
B	Dicembre 2018	INTEGRAZIONI POST CDS	geol. E. Piccirilli	ing. M. Enchelli	ing. C. Pasquali	arch. M. Meloni
C						

scala	COMMESSA	CODIFICA										
A3 + CD ROM	T D C A 1 P E	tratta	fase	opera	liv	elab	argom	progress	rev			
		T	U	D	T	D	C	C	R	DB	001	B

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA VARIANTE DI TRACCIATO E DELLE OPERE PREVISTE.....	4
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DEL COMUNE DI ROMA.....	6
4.1 GEOLOGIA.....	6
4.2 GEOMORFOLOGIA	6
4.3 IDROGEOLOGIA	7
4.4 SISMICA.....	7
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	10
5.1 GEOLOGIA.....	10
5.2 GEOMORFOLOGIA	12
5.3 IDROGEOLOGIA	13
6. CAMPAGNE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE DI RIFERIMENTO ED ASPETTI GEOLOGICO-TECNICI	16
6.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE PRINCIPALI UNITA' VULCANICHE, DEI DEPOSITI ALLUVIONALI DEI FOSSI, DELLA FORMAZIONE DI PONTE GALERIA E DEI TERRENI DI RIPORTO DAI DATI DI LETTERATURA	16
6.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DEI TERRENI DESUNTE DALLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ESEGUITA NEL GIUGNO-LUGLIO 2018	17
6.3 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DEI TERRENI DESUNTE DALLE PRECEDENTI CAMPAGNE GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE.....	19
7. MODELLAZIONE SISMICA DEI PRINCIPALI SITI OGGETTO DELL'INTERVENTO	26
8. CONCLUSIONI.....	28
9. ALLEGATI.....	31
9.1 POZZI PRESENTI NELLA LETTERATURA TECNICO – SCIENTIFICA (VENTRIGLIA, 2002)	31
9.2 CAVITA' PRESENTI NELLA LETTERATURA – SCIENTIFICA (VENTRIGLIA, 2002)	34

9.3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI E PARAMETRI SISMICI AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEI SITI PREVISTI PER L'UBICAZIONE DELLE N. 3 SOTTOSTAZIONE ELETTRICHE.....	34
ELABORATI GRAFICI	37
ELABORATI PRESENTI NEL CD-ROM	38



1. INTRODUZIONE

La presente relazione geologica ed idrogeologica è stata redatta successivamente all'approvazione del progetto definitivo della variante di tracciato del corridoio filoviario "Eur-Tor de' Cenci", a valle della Conferenza di Servizi del 14.07.2017.

Le indicazioni geologiche-idrogeologiche-geotecniche-sismiche a supporto della progettazione sono state estratte da studi effettuati sulle zone di intervento e limitrofe e contenuti:

- nella relazione geologica, idrogeologica e geotecnica, redatta dal dott. geol. Asquini ed allegata al progetto preliminare della metropolitana leggera-sistema automatico di trasporto "Eur Palasport – Tor de' Cenci" (elaborato 1 – 314 1004 2 R DG ID 004);
- nella relazione geologica, idrogeologica e geotecnica, redatta dal dott. geol. Piccoli ed allegata al progetto definitivo del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 2 – TDC 02 B1 TU D TDC C R DB 001 a);
- nella relazione geologica, redatta dal dott. geol. Zaffiro ed allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 1 (Spinaceto – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 3 – TDC A1 PE 01 000 00 R DB 002);
- nella relazione sulle indagini geognostiche e sismiche, redatta dalla Icofond S.r.l. ed allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 1 (Spinaceto – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 4 – TDC A1 PE 01 000 00 R DB 001);
- nella relazione geologica, redatta dal dott. geol. Zaffiro ed allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 5 – TDC A1 PE 05 000 00 R DB 504);
- nelle sezioni geologiche, disegnate dal dott. geol. Zaffiro ed allegate al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 6 – TDC A1 PE 05 000 00 D DB 501);
- nella relazione sulle indagini geognostiche e sismiche, redatta dalla Icofond S.r.l. ed allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 7 – TDC A1 PE 05 000 00 R DB 501);
- nella relazione sulle indagini geognostiche e sismiche, redatta dalla Icofond S.r.l. ed allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 "Passerella Ciclopedonale IFO COLOMBO" (Piazzale XXV Marzo 1957 – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 8 – TDC A1 PE 05 000 00 R DB 502);
- nelle prove di laboratorio, eseguite dal Laboratorio Tecnologico Emiliano ed allegate alla relazione geologica del progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 9 –cod. TDC A1 PE 05 000 00 R DB 503);
- nella relazione sulla Risposta Sismica Locale, redatta dal dott. geol. Zaffiro ed allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 – Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 10 –cod. TDC A1 PE 05 000 00 R DB 506);

- nel rapporto tecnico conclusivo sulle indagini geognostiche, redatto dalla Icofond S.r.l. ed allegato al progetto definitivo della Variante di Tracciato del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 11).

Nei successivi capitoli si riportano, quindi, le considerazioni geologico-tecniche desunte dalla sopra richiamata documentazione, rimandando alle successive fasi gli eventuali approfondimenti da parte del Progettista per confermare o meno i risultati ottenuti dalle campagne geognostiche.

L'area interessata dal progetto si sviluppa nel territorio del Municipio IX (ex Municipio XII) del Comune di Roma ed è rappresentata:

- negli Elementi n. 374141 "E.U.R.", n. 374142 "Cecchignola", n. 374143 "Torrino", n. 374144 "Trullo" e n. 387024 "Spinaceto" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000;
- nelle Sezioni n. 374140 "E.U.R." e n. 387020 "Spinaceto" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000;
- nelle Tavole n. 149 quadrante II NE "Acilia" e n. 150 quadranti III NO "Cecchignola" e IV SO "Roma" in scala 1:25.000;
- nel Foglio n. 374 "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000;
- nei Fogli n. 149 "Cerveteri" e n. 150 "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Lo studio dell'area è stata effettuato anche attraverso (elaborato grafico TDC A1 PE TU D TDC C D DB003 B – Carta ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche di riferimento):

- il reperimento e l'analisi delle fonti bibliografiche disponibili, presenti nella letteratura tecnico-scientifica (paragrafi 9.1 e 9.2);
- un rilievo in sito atto ad inquadrare l'area dal punto di vista morfologico.

Tutte le informazioni raccolte sono confluite anche all'interno di:

- elaborati grafici allegati, costituenti parte integrante della presente relazione, restituiti in scala 1:10000;
- un CD-ROM, anch'esso costituente parte integrante della presente relazione, in cui sono stati inseriti gli elaborati documentali relativi agli studi effettuati sulle zone di intervento e limitrofe (dall'elaborato 1 all'elaborato 11).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione geologica ed idrogeologica è stata redatta in conformità ai seguenti dispositivi normativi:

- *Legge del 2 Febbraio 1974 n. 64* "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- *Raccomandazioni A.G.I.* – "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" (1977);
- *D.M. del 21 Gennaio 1981* "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- *Circolare del Ministero dei LL.PP. del 3 Giugno 1981 n. 21597* "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- *Raccomandazioni A.G.I.* – "Raccomandazioni sui pali di fondazioni" (1984);
- *D.M. del 11 Marzo 1988* "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- *Raccomandazioni A.G.I.* – "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" (1994);
- *O.P.C.M. – Dip. Protezione Civile del 12 Giugno 1998 n. 2788* "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico";
- *D.G.R. del 18 Maggio 1999 n. 2649 e s.m.i.* "Linee guida e documentazione per l'indagine geologica e vegetazionale. Estensione dell'applicabilità della Legge del 2 Febbraio 1974 n. 64 ai comuni individuati tra quelli ad alto rischio sismico in base all'O.P.C.M. – Dip. Protezione Civile del 12 Giugno 1998 n. 2788";
- *D.P.R. del 6 Giugno 2001 n. 380* "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- *O.P.C.M. del 20 Marzo 2003 n. 3274* "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- *Deliberazione Giunta Regionale del Lazio del 1 Agosto 2003 n. 766* "Riclassificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione all'O.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274. Prime disposizioni";
- *Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 3685 del 21 Ottobre 2003* "Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2,3 e 4 dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003";
- *Eurocodice 8* "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica" – parte 1 (Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici: UNI EN 1998-1:2005) e parte 5 (Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici: UNI EN 1998-5:2005);
- *Raccomandazioni A.G.I.* – "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" (2005);
- *Delibera di Giunta Regionale n. 532 del 4 Agosto 2006* "Approvazione del Disciplinare di Attuazione, delle Linee Guida e della Scheda di Sintesi per le verifiche sismiche e gli interventi di miglioramento o adeguamento sismico da effettuarsi su edifici e opere strategiche, o che possono assumere rilevanza in conseguenza di un eventuale collasso, ai sensi di quanto previsto a commi 3 e 4 dell'art. 2 dell'O.P.C.M. 3274/03 e all'allegato 2 della D.G.R. Lazio 766/03";
- *Eurocodice 7* "Progettazione Geotecnica" – parte 1 (Regole generali: UNI EN 1997-1:2005) e parte 2 (Indagini e prove nel sottosuolo: UNI EN 1997-2:2007);
- *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Allegato al voto n. 36 del 27 Luglio 2007* "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale";
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 Marzo 2009* "Approvazione del piano di bacino del Fiume Tevere – V stralcio funzionale, per il tratto metropolitano da Castel Giubileo alla foce – P.S.5";
- *Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22 Maggio 2009* "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione all'O.P.C.M. del 28 Aprile 2006 n. 3519 e della D.G.R. Lazio del 1 Agosto 2003 n. 766";
- *Delibera di Giunta Regionale n. 545 del 26 Novembre 2010* "Linee guida per l'utilizzo degli indirizzi e criteri generali per gli studi di microzonazione sismica nel territorio della Regione Lazio di cui alla D.G.R. Lazio n. 387 del 22 Maggio 2009. Modifica della D.G.R. Lazio n. 2649/1999";
- *Deliberazione di Giunta Regionale n. 535 del 2 Novembre 2012* "Modifiche alla DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010 e alla DGR Lazio n. 490 del 21 ottobre 2011";
- *Deliberazione di Giunta Regionale n. 489 del 17 Ottobre 2012* "Modifiche dell'Allegato 2 della DGR Lazio n. 387 del 22 Maggio 2009";
- *Regolamento Regionale n. 14 del 13 Luglio 2016* "Snellimento e semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del Regolamento Regionale n. 2 del 7 Febbraio 2012 e s.m.i.";
- *D.M. del 17 Gennaio 2018* "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".

3. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA VARIANTE DI TRACCIATO E DELLE OPERE PREVISTE

Il tracciato proposto è sostanzialmente ricondotto al tracciato del progetto approvato, compreso fra Tor de Cenci-Spinaceto e piazzale Nervi.

E' previsto il passaggio a lato (est) della via Cristoforo Colombo che si sovrappone al tracciato della complanare in direzione Roma, e modifica ed integra la sede esistente consentendo al corridoio di portarsi in prossimità del succitato svincolo.

Superati i ponti per lo scavalco di via Acqua Acetosa Ostiense, dopo il superamento del fosso di Vallerano, il tracciato si diversifica dal progetto approvato e segue l'andamento di via Cristoforo Colombo, mantenendosi in affiancamento a quest'ultima e sottopassando, con la stessa, via Pontina sfruttando il sottopasso esistente. L'ampia sezione del citato sottopasso, oggi utilizzato solo parzialmente, consente l'inserimento dell'infrastruttura filoviaria e il contestuale mantenimento delle due corsie stradali di via C. Colombo.

Sottopassata la via Pontina, il corridoio prosegue verso l'attuale svincolo Pontina-Colombo sovrapponendosi sostanzialmente alla sede esistente di via Cristoforo Colombo e seguendone la livelletta in salita. È prevista la dismissione del tratto di via Pontina, direzione centro, compresa fra lo svincolo della rampa diretta a via Carlo Levi e lo sfiocco Colombo-Pontina ed il contestuale potenziamento della rampa (allargamento) che sarà utilizzato come tratto terminale di via Pontina. La dismissione di via Pontina, in area di intersezione Colombo-Pontina, consente di utilizzare parte della sede per il nuovo innesto di via C. Colombo

Dovendosi inserire l'infrastruttura filoviaria al centro carreggiata di via C. Colombo, nel punto di confluenza Pontina-Colombo il corridoio intersecherà a raso la carreggiata deviata di via C. Colombo in direzione centro. L'intersezione verrà gestita attraverso una nuova semaforizzazione. La soluzione del presente progetto abbandona l'ipotesi di svincoli a livelli sfalsati fra il corridoio e via Pontina come previsto nel progetto approvato. Ciò a causa degli eccessivi costi che l'adozione di siffatta soluzione comporterebbe in seguito a sopravvenuti vincoli scaturiti dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere e dalle conseguenti soluzioni tecnologiche necessarie al rispetto di tali nuovi vincoli.

Il tracciato del corridoio si pone quindi fra la nuova sede di via Cristoforo Colombo e la rampa di svincolo di via Pontina adeguata (nuova carreggiata direzione Eur), oggi utilizzata per l'indirizzamento dei flussi veicolari verso via Carlo Levi. Nel tratto compreso fra il punto di affiancamento della citata rampa e lo sfiocco Colombo-Pontina, la sede del corridoio e quella della Pontina deviata risultano complanari. La piattaforma così costituita, mantiene l'attuale livelletta confluendo nel punto di sfiocco Colombo-Pontina.

Dall'intersezione semaforizzata il corridoio prosegue centralmente a via C. Colombo incontrando la fermata 25 MARZO 1957, fermata che, nel progetto approvato, era prevista a ridosso dell'omonima piazza. La nuova fermata posta al centro strada risulterà accessibile mediante il sottopasso esistente che oggi consente di attraversare via C. Colombo e/o di recarsi verso Euroma2, attraverso la realizzazione di nuove discenderie.

Da Piazzale 25 marzo a piazzale Nervi il tracciato, come nel progetto approvato, si dispone centralmente a via Cristoforo Colombo, avvalendosi di corsie preferenziali in luogo della prevista sede propria. Da piazzale Nervi alla stazione EUR Fermi, non sono previsti interventi.

Nel tracciato in variante sono previste pertanto le seguenti modifiche ed ottimizzazioni:

- eliminazione delle opere previste a Mezzocammino, Centralità Castellaccio e Tor di Valle (impianti di trazione elettrica, attrezzaggi di fermata, adeguamento/rifacimento sede stradale);

- semplificazione del tratto stradale già previsto, posto in affiancamento al corridoio (nuova contro strada via Colombo) da via Maestrini fino allo svincolo GRA, con riduzione della sezione pavimentata;
- eliminazione della controstrada, posta nel progetto approvato in affiancamento alla sede del corridoio, sul tratto compreso fra lo svincolo GRA e l'ultima immissione della contro strada sulla sede centrale di via Cristoforo Colombo (l'attuale sede della contro strada viene specializzata ad uso esclusivo del corridoio);
- eliminazione del ponte pedonale necessario al collegamento della fermata IFO-COLOMBO con la struttura ospedaliera IFO (sostituito dalla realizzazione di un collegamento pedonale attrezzato per diversabili, comprensivo di ascensore per connettere la fermata a via Chianesi);
- semplificazione delle opere finalizzate all'introduzione del corridoio al centro della sede di via C. Colombo nel tratto compreso fra il fosso di Vallerano e il punto di sfiocco Pontina-Colombo;
- eliminazione della nuova corsia di marcia destinata alla circolazione promiscua nel tratto di via Cristoforo Colombo (direzione GRA) compreso fra lo sfiocco Pontina-Colombo e piazzale 25 Marzo 1957 e riduzione delle dimensioni delle corsie destinate alla componente privata al minimo previsto dalla classificazione funzionale vigente;
- semplificazione del tratto compreso fra piazzale 25 Marzo 1957 e piazzale Nervi utilizzando corsie riservate in luogo della sede propria;

Per comodità di descrizione il progetto in variante è stato suddiviso in 4 tratte:

- Tratta 1: da Maestrini a Acqua Acetosa Ostiense;
- Tratta 2: da Acqua Acetosa Ostiense a sfiocco Pontina-Colombo;
- Tratta 3: da sfiocco Pontina Colombo a piazzale 25 Marzo 1957;
- Tratta 4: da piazzale 25 Marzo 1957 a piazzale Nervi.

Viene inoltre descritta la tratta Spinaceto/Mezzocammino-Maestrini, il cui tracciato è stato approvato con Ordinanza del Sindaco Commissario 85/2008. Per tale tratta vengono illustrate le variazioni, non sostanziali, avvenute in ambito di Spinaceto.

Per fornire alimentazione al corridoio filoviario, si rendono necessarie 3 sottostazioni elettriche, distribuite in maniera uniforme lungo lo sviluppo del tracciato.

Tutte le sottostazioni debbono risultare accessibili ai veicoli impiegati nella manutenzione ordinaria e straordinaria, ed essere dotate di un accesso pedonale distinto per i tecnici ACEA.

Le strutture delle sottostazioni sono caratterizzate da una dimensione in pianta di 7,60 x 20,42 mq (SSE A e SSE C entrambe con resa ACEA) oppure da una dimensione di 7,60 x 17,80 mq (SSE B senza resa ACEA) ed un'altezza fuori terra, comune a tutte, di circa 3,50 m. Le opere saranno realizzate con strutture prefabbricate modulari.

Le 3 sottostazioni sono così dislocate:

- SSE A - Spinaceto: si trova in prossimità della fermata CADUTI LIBERAZIONE/CADUTI CIVILI e più precisamente nell'area di parcheggio posta a ridosso di via dei caduti della Guerra di Liberazione e via Raffaele Aversa e presenta l'accesso carrabile direttamente sul parcheggio;
- SSE B - Maestrini: viene collocata in prossimità della fermata VERSARI/MAESTRINI con l'accesso carrabile direttamente su via Versari;

- SSE C - Colombo: La sottostazione viene realizzata sul dismesso rilevato della rampa di inversione Pontina-Colombo, fra il corridoio e la via Pontina, prefigurando l'accesso alla medesima attraverso la sede filoviaria.

Tali cabine sono costituite dai classici manufatti prefabbricati modulari a catalogo, forniti in opera già completi delle predisposizioni impiantistiche necessarie, poggiati su una platea di fondazione in c.a. realizzata in opera.

Sono composti da pannelli di solaio in c.a.p. nervati alleggeriti, pannelli in c.a.v. perimetrali modulari portanti armati con doppia rete elettrosaldata e rinforzati in corrispondenza dei bordi, delle aperture e dei passaggi. All'interno sono presenti alcune zone sopraelevate di circa 60 cm rispetto alla platea di base, realizzate con cls debolmente armato colato in opera, che fungono semplicemente da basamento per l'alloggiamento dei trasformatori e che non svolgono alcuna funzione strutturale portante per la cabina. Nel resto dell'ambiente verrà installato un pavimento modulare rimovibile, sopraelevato sempre di 60 cm su pilastri, per il passaggio delle canalizzazioni.

Infine esse rispondono a tutti i requisiti di sicurezza richiesti dalle norme vigenti per le costruzioni in tema di resistenza alle azioni sismiche ed ai massimi carichi verticali accidentali conseguenti alle condizioni di esercizio delle sottostazioni elettriche.

I pali di sostegno avranno la funzione di sorreggere la linea di contatto, di ormeggiare i tratti terminali delle condutture e di sorreggere gli impianti di illuminazione pubblica (attraverso le funi sintetiche trasversali od opportune mensole dei corpi illuminanti).

La soluzione prevista per l'intervento in oggetto è equivalente, dal punto di vista prestazionale, a quella del progetto definitivo approvato e prevede l'utilizzo della tipologia di pali già impiegati nel corridoio Laurentino.

Il palo impiegato sarà ricavato utilizzando 3 tubi di acciaio, senza saldatura, di diametro decrescente verso l'alto, tra di loro incastrati e saldati per una lunghezza complessiva di 11 m (9,55 m fuori fondazione). Particolari casistiche potranno prevedere l'utilizzo di pali "lunghi" da 13,50m. Dal punto di vista geometrico tale tipologia di palo risponde agli standard dei pali rastremati tipo "Mannesmann" senza saldatura largamente utilizzati in ambito ferroviario. In generale nel progetto definitivo approvato è stato previsto l'utilizzo di 5 tipologie diverse di palo denominate MS28, MS29, MS30, MS31 e MS32.

Le prime quattro tipologie presentano la medesima geometria (altezze e diametri), differendo solo per gli spessori dei tubolari:

- MS28 $sp_1=sp_2=6,3\text{mm}$, $sp_3=5,6$ ($d_1=273\text{mm}$; $d_2=219,1\text{mm}$; $d_3=152,4\text{mm}$)
- MS29 $sp_1=sp_2=8\text{mm}$, $sp_3=5,6$ ($d_1=273\text{mm}$; $d_2=219,1\text{mm}$; $d_3=152,4\text{mm}$)
- MS30 $sp_1=sp_2=10\text{mm}$, $sp_3=5,6$ ($d_1=273\text{mm}$; $d_2=219,1\text{mm}$; $d_3=152,4\text{mm}$)
- MS31 $sp_1=sp_2=12,5\text{mm}$, $sp_3=5,6$ ($d_1=273\text{mm}$; $d_2=219,1\text{mm}$; $d_3=152,4\text{mm}$)

L'ultima tipologia (MS32, utilizzata nel caso di carichi considerevoli come gli ormeggi), presenta le stesse altezze ma diametri e spessori maggiorati:

- MS32 $sp_1=sp_2=12,5\text{mm}$, $sp_3=5,6$ ($d_1=355,6\text{mm}$; $d_2=273,0\text{mm}$; $d_3=219,1\text{mm}$)

Nel caso di sezioni di linea che richiedono l'impiego di pali flangiati, e quindi l'ancoraggio senza infissione a terra, saranno impiegati pali con caratteristiche costruttive analoghe a quelli con incastro precedentemente elencati.

Le soluzioni previste per i blocchi di fondazione saranno analoghe a quelle del corridoio Laurentino e saranno costituite, principalmente, da plinti parallelepipedi a base quadrata in cls o

da soluzioni equivalenti dal punto di vista strutturale, quali piastre di base e tirafondi, secondo i diversi vincoli e le diverse interferenze in termini di sottoservizi o particolari strutture incontrate.

Nel dimensionamento si è tenuto conto delle future sollecitazioni del realizzando impianto di illuminazione pubblica (a carico ACEA), i cui corpi illuminanti saranno installati o su una specifica fune sintetica trasversale o sulle estremità dei sostegni mediante specifiche mensole.

La costruzione di tali manufatti rispetterà inoltre i franchi minimi imposti dalla normativa circa il distanziamento dalle linee di sottoservizi presenti lungo le tratte interessate.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DEL COMUNE DI ROMA

4.1 GEOLOGIA

L'area in esame è ubicata nel territorio del Comune di Roma, il quale si estende lungo la bassa valle del Fiume Tevere e la piana costiera tirrenica, in corrispondenza di un settore del margine occidentale dell'Appennino Centrale, caratterizzato dalla convergenza della struttura del bacino umbro-marchigiano e la struttura della piattaforma laziale-abruzzese.

I litotipi più antichi, affioranti nel territorio comunale, sono rappresentati da una successione di strati argilloso-marnosi di colore grigio-azzurro, depositatasi in ambiente marino in un intervallo compreso tra 3,4 e 1,78 milioni di anni (Pliocene superiore; "Argille Azzurre" o "Unità di Monte Vaticano"). Tali depositi, che affiorano in corrispondenza delle zone più rilevate della città (Monte Mario, Colle Vaticano e il Gianicolo), poggiano direttamente sui sedimenti carbonatici pre-pleiocenici e costituiscono il bed-rock di tutta l'area romana, condizionandone sia l'assetto geostrutturale che quello idrogeologico.

Durante il Pleistocene inferiore (tra 1,78 e 0,88 Ma), a seguito di fenomeni tettonici ed eustatici, il settore in esame subisce temporanee emersioni dei fondali marini ed una diminuzione generalizzata della profondità dei bacini. In questo intervallo temporale si imposta una sedimentazione di tipo costiero e successivamente caratterizzata dai depositi marini della Formazione di Monte Mario costituiti da sabbie e argille (discordanti sulle "Argille Azzurre") e dai depositi di ambiente litorale e continentale delle unità di Monte Ciocchi e di Monte delle Piche. A causa delle disomogeneità morfostrutturali dovute alla tettonica prevalentemente distensiva, la quale ribassa interi settori dell'area, determinando l'isolamento della dorsale di Monte Mario-Gianicolo, le unità precedentemente descritte non affiorano in modo omogeneo sulla superficie dell'area romana.

Le variazioni paleogeografiche del Pleistocene medio (0,88 Ma), determinano l'instaurarsi di un complesso regime trasgressivo, caratterizzato dall'alternanza di fasi deposizionali ed erosive. La generale emersione dell'area romana determina lo sviluppo di un ambiente continentale fluvio-palustre, legato alla presenza di un grosso corso d'acqua proveniente da Nord-Ovest, denominato Paleotevere. La continua instabilità tettonica e le variazioni delle condizioni climatiche causano continue migrazioni del letto del Paleotevere. La principale deviazione dell'asse di drenaggio del Paleotevere e della sua foce, avvenuta per cause tettoniche, ha permesso di distinguere due cicli continentali principali: il ciclo del Paleotevere 1 ed il ciclo del Paleotevere 2.

Dal Pleistocene medio (circa 600.000 anni fa) l'area è interessata sia da una generalizzata crisi tettonica sia dallo sviluppo di due distinti distretti vulcanici (quello Sabatino e quello dei Colli Albani). La diversa tipologia di messa in posto dei prodotti vulcanici produce continue modificazioni dell'assetto morfologico; infatti, ad ogni parossismo eruttivo, si depositano nell'area romana cospicue masse di depositi vulcanici, i quali ammantano la topografia preesistente (piroclastiti da caduta) ovvero si concentrano nelle depressioni (ignimbriti, colate piroclastiche). Lo sconvolgimento della morfologia determina il cambiamento del reticolo idrografico e lo spostamento dei principali corsi d'acqua (Paleotevere e Paleoaniene) nelle posizioni occupate attualmente. In particolare, il Fiume Tevere viene confinato nell'alveo attuale delimitato a occidente dalla dorsale Monte Mario-Gianicolo e ad oriente dal plateau ignimbrico albano.

Durante l'ultima regressione würmiana (apice 19.000 anni fa), il livello del mare scende fino a - 120 m rispetto alla quota attuale e favorisce un generalizzato approfondimento del reticolo idrografico; in questo periodo il Fiume Tevere incide sia i depositi pleistocenici sia i

sedimenti pliocenici, il suo alveo decorre in una valle a fondo piatto caratterizzata da depositi alluvionali ghiaiosi. Alla fine della glaciazione würmiana il livello del mare inizia a risalire, determinando progressivamente un ambiente paleogeografico continentale ad elevata sedimentazione. L'articolato reticolo idrografico inciso dal Tevere e dai suoi affluenti viene quindi colmato da depositi alluvionali.

In epoca storica l'intensa antropizzazione dell'area romana ha causato notevoli cambiamenti geomorfologici. L'azione dell'uomo ha determinato l'accumulo di terreni antropici, provenienti da sbancamenti, scarichi di antiche cave, macerie di edifici ecc. in corrispondenza delle aree morfologicamente depresse, mentre i settori occupati da litotipi utili all'edilizia sono soggetti a coltivazione sia a cielo aperto sia in sotterraneo.

4.2 GEOMORFOLOGIA

La città di Roma si è sviluppata nel corso dei millenni su una superficie topografica molto articolata, derivante sia dalla storia geologica dell'area sia dall'erosione degli agenti esogeni, i quali hanno agito in modo selettivo e variabile in funzione della diversa competenza dei litotipi affioranti. In questo quadro oggi, in corrispondenza dell'area romana, si possono distinguere tre domini geomorfologici principali differenziati essenzialmente dai caratteri delle formazioni geologiche affioranti ed ubicati in tre settori distinti della città di Roma:

1. fascia centrale della Città, dominio geomorfologico della valle alluvionale del Tevere;
2. settore occidentale della Città, dominio geomorfologico del substrato sedimentario plio-pleistocenico;
3. settore orientale della Città, dominio geomorfologico dei depositi vulcanici quaternari.

Il carattere morfologico centrale dell'area è costituito dall'ampia valle del Fiume Tevere, incisa durante l'ultima glaciazione e colmata da depositi alluvionali durante la successiva fase interglaciale. Essa è caratterizzata da un profilo trasversale a fondo piatto e da una superficie morfologica pianeggiante, la quale attraversa, con andamento circa nord-sud, l'area della città di Roma. A causa del continuo accumulo dei terreni di riporto, la quota attuale del settore centrale della Città, che ricade nel dominio geomorfologico del Fiume Tevere, è più alta di 10 - 15 m rispetto al piano campagna, della medesima zona, in epoca pre-romana. L'area della piana alluvionale è stata continuamente interessata da episodi di alluvionamento, talvolta anche disastrosi. Solo con la costruzione dei muraglioni d'argine, realizzati nel secolo scorso, il pericolo di inondazione del cuore rinascimentale e barocco della città di Roma si è ridotto notevolmente. La valle tiberina è delimitata ad oriente e ad occidente dai versanti di due strutture collinari appartenenti ai due domini geomorfologici prima menzionati.

Il settore occidentale della Città, posto in riva destra del Fiume Tevere, è caratterizzato dall'affioramento dei depositi marini plio-pleistocenici, che costituiscono il substrato dell'area. Tali affioramenti si verificano in corrispondenza del versante orientale della dorsale Monte Mario - Gianicolo, disposta circa N - S ed estesa per circa 10 km parallelamente alla valle tiberina. Questa struttura, che costituisce il principale rilievo topografico di Roma, presenta un versante prospiciente alla valle del Fiume Tevere piuttosto acclive, sede di numerosi processi di dissesto gravitativi legati alle caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei litotipi ivi presenti.

Nel settore orientale della città, ubicato in riva sinistra del Tevere, affiorano i litotipi provenienti dal distretto vulcanico dei Colli Albani ed in parte dal distretto vulcanico dei Monti Sabatini. Nell'area la morfologia è molto articolata ed è caratterizzata dalla presenza di rilievi con superficie superiore a morfologia subpianeggiante delimitate da versanti spesso molto acclivi; tali rilievi rappresentano i testimoni di un esteso plateau vulcanico eroso e modellato dal reticolo fluviale; verso est essi si saldano tra loro fino a realizzare un plateau interrotto saltuariamente da valli strette ed incise.

Infine, si sottolinea come la morfologia dell'area della città di Roma sia stata nel corso dei secoli notevolmente modificata dall'intervento dell'uomo che, in oltre 2700 anni, ha profondamente trasformato la superficie topografica originaria (sbancamenti, terrazzamenti, riporti ecc.).

4.3 IDROGEOLOGIA

Nel territorio del Comune di Roma l'idrogeologia è stata condizionata dalla profondità dei depositi argillosi plio-pleistocenici, i quali, data la loro bassa permeabilità e l'elevato spessore, costituiscono il substrato impermeabile dell'intera zona.

La giacitura, lo spessore ed il tipo di permeabilità dei termini sovrastanti al substrato impermeabile determinano situazioni idrauliche diversificate nell'ambito del territorio romano; in sintesi i tre domini geomorfologici (*si veda paragrafo 4.2 - geomorfologia*) risultano distinti anche dal punto di vista idrogeologico; infatti, sia per motivi idraulici che per cause antropiche, tra i diversi domini gli scambi d'acqua sono estremamente limitati.

Nella pianura del Fiume Tevere il substrato impermeabile è molto profondo ed è ricoperto da un eterogeneo e potente spessore di sedimenti alluvionali. All'interno di tali depositi sono localizzate due falde idriche: una in pressione, ubicata in corrispondenza dei sedimenti ghiaiosi, che caratterizzano la base dei depositi alluvionali, ed un'altra, più superficiale, che si sviluppa in corrispondenza dei depositi sabbiosi del complesso alluvionale.

I rilievi posti ad occidente del Fiume Tevere sono caratterizzati dall'affioramento del substrato plio-pleistocenico; sopra tale substrato sono presenti ridotti spessori di terreni sabbioso-ghiaiosi ovvero vulcanici, sede di modeste falde idriche.

Nei rilievi collinari posti in riva sinistra del Fiume Tevere, i depositi argillosi presentano quote variabili da + 10 m s.l.m. a - 100 m s.l.m., al tetto sono presenti prevalentemente i depositi dell'Unità del Paleotevere 2; alla base di questa unità è presente un'importante falda idrica in pressione la quale si sviluppa all'interno di litotipi prevalentemente ghiaiosi sottoposti ad argille e limi sabbiosi. I depositi vulcanici, presenti al tetto dei sedimenti del Paleotevere, sono caratterizzati da circolazioni idriche che sono funzione sia della propria permeabilità locale che di quella relativa dei depositi sottostanti, i quali possono alternativamente avere funzione di livello impermeabile ovvero permeabile.

È importante sottolineare come in corrispondenza di alcune zone della Città (es. in corrispondenza delle paleovalli oggi colmate dai riporti e della pianura del Tevere) i terreni antropici possono costituire dei veri e propri acquiferi. La circolazione, che avviene all'interno di questi terreni, è notevolmente condizionata dall'estrema variabilità orizzontale e verticale della porosità.

L'area in esame si colloca nella zona nord occidentale del rilievo dei Colli Albani, caratterizzato dalla presenza di un acquifero centrale posto principalmente a quote maggiori di 200 m s.l.m., che risulta sostenuto da depositi piroclastici a bassa permeabilità ("Tufo Lionato Litoide" Auctt.), e da un acquifero basale collocato nei depositi che compongono la stratovulcano. L'acquifero superiore, fortemente ricaricato anche per la presenza di aree semiendoreiche, alimenta laghi e sorgenti (puntuali e lineari) e drena verso la falda basale la quale, a sua volta, è caratterizzata da una circolazione idrica prevalentemente centrifuga rispetto al settore centrale dello stratovulcano ed alimenta anch'essa, verso valle, sorgenti lineari e puntuali. L'eterogeneità delle caratteristiche idrauliche dei depositi vulcanici determina la presenza di numerose falde sospese le quali alimentano la falda basale e localmente emergono generando modeste sorgenti. Di seguito si riporta il bilancio idrogeologico relativo al bacino idrogeologico dei corsi d'acqua del versante nord occidentale dei Colli Albani, in cui ricade l'area in esame, con superficie pari a 577 km² (Capelli et al., 2005):

PRECIPITAZIONE	662 mm/anno
EVAPOTRASPIRAZIONE	301 mm/anno
RUSCELLAMENTO	182 mm/anno
INFILTRAZIONE EFFICACE	202 mm/anno

4.4 SISMICA

Le elaborazioni dei dati storici dei terremoti verificatisi in passato, condotte dall'I.N.G.V. (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), ha permesso la creazione di un database relativo alle intensità macrosismiche risentite nei diversi comuni italiani.

Nella tabella seguente è riassunta la storia sismica di Roma (I.N.G.V. - Database Macrosismico Italiano 2015 - DBMI15); in essa sono riportati (su 158 osservazioni disponibili) i principali terremoti cui è stato sottoposto il territorio del Comune di Roma.

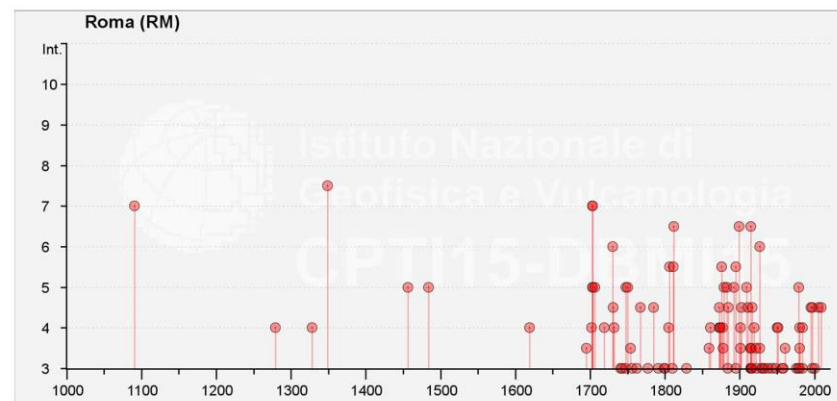
File downloaded from CPTI15 - DBMI15
 Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015
 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Seismic history of Roma
 PlacetD IT_54180
 Coordinates (lat, lon) 41.899, 12.477
 Municipality (ISTAT 2015) Roma
 Province Roma
 Region Lazio
 No. of reported earthquakes 158

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1091 01 27	Roma	1	7	5,1
F	1231 06 01 11	Cassinese	3	7	5,1
4	1279 04 30 18	Appennino umbro-marchigiano	17	9	6,2
F	1298 12 01	Monti Reatini	5	9-10	6,26
NC	1315 12 03	Aquilano	4	8	5,56
4	1328 12 01	Valnerina	13	10	6,49
7-8	1349 09 09	Appennino laziale-abruzzese	17	9	6,27
5	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7,19
5	1484 01 19	Sabina	6	6-7	5,02
F	1599 11 06 01 25	Valnerina	20	9	6,07
4	1619 07 07 22	Aquilano	5	7-8	5,33
NF	1639 10 07	Monti della Laga	39	9-10	6,21
F	1654 07 24 00 25	Sorano	44	9-10	6,33
F	1672 06 08 17 30	Monti della Laga	10	7-8	5,33
F	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7,06
3-4	1695 06 11 02 30	Lazio settentrionale	50	8-9	5,8
4	1702 10 18	Valnerina	5	5	4,16
7	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6,92
5	1703 01 16 13 30	Appennino laziale-abruzzese	22		
7	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6,67
5	1703 05 25	Sabina	3		
F	1705 11 29	Abruzzo-Lazio	4		
5	1706 11 03 13	Malella	99	10-11	6,84
4	1719 06 27 06 30	Valnerina	16	8	5,59
2-3	1727 12 14 19 45	Valle del Metauro	32	7	5,24
6	1730 05 12 05	Valnerina	115	9	6,04
4-5	1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	49	9	6,33
4	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6,75
3	1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9	6,17
3	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6,68
3	1747 04 17	Appennino umbro-marchigiano	63	9	6,05
5	1748 09 10 23 40	Colli Albani	3	5-6	4,4
5	1750 02 08	Colli Albani	6	5	4,5
F	1751 07 27 01	Appennino umbro-marchigiano	66	10	6,38
3-4	1754 06 08 05 05	Colli Albani	8	5	4,47
3	1756 10 22 14	Napoletano	5	6-7	3,5
3	1762 10 06	Aquilano	13	8	5,54
4-5	1767 06 05 01 30	Valle Umbra	10	7-8	5,45
2-3	1768 10 19 23	Appennino forlivese	45	9	5,99
3	1777 06 06 16 15	Tirreno meridionale	9		
F	1782 09 24	Colli Albani	3	6	4,63
4-5	1785 10 03 00 30	Monti Tiburtini	6	5-6	4,5
F	1785 10 09 03 15	Monti Reatini	33	8-9	5,76
F	1786 07 31	Aquilano	7	6	4,89
3	1791 10 11 13 05	Appennino umbro-marchigiano	54	8	5,57
3	1799 07 28 22 05	Appennino marchigiano	70	9	6,18
3	1800 12 29 10 15	Colli Albani	7	6	4,74
4	1805 07 26 21	Molise	220	10	6,68
F	1806 07 21 09	Cassinese	5	5-6	4,4
5-6	1806 08 26 07 35	Colli Albani	35	8	5,61
3	1810 07 13 13	Colli Albani	3	5-6	4,4
5-6	1811 02 18 02 15	Colli Albani	3	4-5	3,93
6-7	1812 03 22 02 20	Campagna romana	1	6-7	4,86
F	1815 09 03 23	Valnerina	24	8	5,58
3	1829 06 01 09	Colli Albani	25	7	4,87
F	1832 01 13 13	Valle Umbra	101	10	6,43
NF	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6,04
F	1854 01 17 09	Narni	6	5-6	4,71
F	1855 06 29 03 03	Colli Albani	5	4	4,27
NF	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7,12

3-4	1859 08 22	Valnerina	20	8-9	5,73
4	1861 12 12 06 10	Colli Albani	4	5	4,16
4-5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
NF	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29
4	1873 07 12 06 06	Val Comino	61	7-8	5,38
4	1874 02 24 06 52	Aquilano	26	6-7	5,12
4	1874 12 06 15 50	Val Comino	43	7-8	5,48
2	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74
2-3	1875 12 06	Gargano	97	8	5,86
5-6	1876 10 26 14 18	Monti Prenestini	29	7	5,06
4	1877 08 24 02 45	Lazio meridionale	54	7	5,21
2	1878 02 13 19 30	Cascia	8	4-5	4,22
3-4	1878 09 15 07 20	Valle Umbra	34	8	5,46
5	1879 02 23 18 30	Valnerina	15	8	5,59
2	1879 04 27 04 06	Appennino tosco-emiliano	20	7	5,03
2	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5,41
2	1882 06 06 05 40	Isernino	50	7	5,2
2	1883 07 28 20 25	Isola d'Ischia	27	9-10	4,26
5	1883 09 02 07 03	Colli Albani	27	5-6	4,67
3	1884 08 07 02 15	Colli Albani	19	5	4,38
2	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5,01
4-5	1885 04 10 01 44	Appennino laziale-abruzzese	44	5	4,57
F	1887 03 11 14 45	Liguria occidentale	20		
NF	1889 12 08	Gargano	122	7	5,47
NF	1891 05 09 00 16	Val Roveto	41	5	4,42
2	1891 06 07 01 06 14.0C	Valle d'Illasi	403	8-9	5,87
5	1892 01 22	Colli Albani	81	7	5,14
NF	1895 06 30 03 48 50.0C	Poggio Picenze	10	4-5	3,93
3	1895 08 09 17 38 20.0C	Adriatico centrale	103	6	5,11
5-6	1895 11 01	Campagna romana	94	6-7	4,83
6-7	1899 07 19 13 18 54.0C	Colli Albani	122	7	5,1
4	1901 04 24 14 20	Sabina	44	8	5,25
3-4	1901 07 31 10 38 30.0C	Sorano	76	7	5,16
NF	1902 09 21 20 12 06.0C	Ciocciaria	23	4-5	4,02
4-5	1902 10 23 08 51	Reatino	77	6	4,74
F	1904 02 24 15 53 26.0C	Marsica	56	8-9	5,68
2	1904 02 25 00 29 13.0C	Marsica	34	5-6	4,56
2	1906 02 21 20 49	Colli Albani	42	5	4,08
NF	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
5	1909 08 31 13 41	Roma	44	5	4,15
4-5	1911 04 10 09 43	Colli Albani	79	6	4,74
6-7	1915 01 13 06 52 43.0C	Marsica	1041	11	7,08
F	1915 01 13 16 44	Marsica	2		4,79
F	1915 01 13 20 19	Marsica	4		4,74
3-4	1915 01 14 01 50	Marsica	9		4,64
3	1915 01 14 07 17	Marsica	12	5-6	4,88
F	1915 01 14 16 55 22.0C	Marsica	5	4	4,6
2-3	1915 01 18 20 08	Marsica	2		4,98
3	1915 01 18 23 31	Marsica	2		5,02
3-4	1915 01 21 12 29 28.0C	Marsica	4	4	4,83
3-4	1915 04 05 06 18 58.0C	Valle dell'Aniene	21	6	4,8
3	1915 09 23 18 07	Marsica	18	6	5,07
3	1916 01 26 12 22	Sorano	34	6	4,72
3	1916 11 16 06 35	Alto Reatino	40	8	5,5
2	1917 01 03 01 35	Marsica	57		
2	1917 05 12 15 34 36.0C	Ternano	34	7-8	5,03
4-5	1917 07 08 02	Appennino laziale-abruzzese	44	5-6	4,68
F	1919 06 29 15 06 13.0C	Mugello	565	10	6,38
4	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5,22
3-4	1922 12 29 12 22 06.0C	Val Roveto	119	6-7	5,24
3	1923 05 13 14 30 59.0C	Valle del Saito	21	5	4,33
2	1925 09 24 13 33 46.0C	Molise occidentale	50	7	5,26
3-4	1927 10 11 14 45 08.0C	Marsica	81	7	5,2
6	1927 12 26 15 06 14.0C	Colli Albani	38	7	4,89
NF	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5,05
3	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
2-3	1931 10 21 07 35	Ciocciaria	23	5	4,23
3	1933 09 26 03 33 29.0C	Malella	325	9	5,9
3	1938 08 12 02 28 33.0C	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4,56
3	1943 10 03 08 28 29.0C	Ascolano	170	8	5,67
2-3	1948 12 17 21 18 02.0C	Monti Reatini	3	5-6	4,4
3	1948 12 31 03 32	Monti Reatini	95	8	5,42

4	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5,69
4	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5,25
3	1957 04 11 16 19	Valle del Salto	46	6	4,94
3	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5,04
3-4	1961 10 31 13 37	Reatino	84	8	5,09
2-3	1967 12 03 21 29 59.00	Aquilano	32	5	4,37
NF	1967 12 09 03 09 56.00	Adriatico centrale	22	-	4,36
2-3	1971 02 06 18 09	Tuscania	89	7-8	4,83
3	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6,45
3	1978 07 30 05 19 23.00	Ternano	25	7	4,32
5	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5,83
3	1980 02 28 21 04 40.00	Valnerina	146	6	4,97
3-4	1980 06 14 20 56 50.00	Marsica	69	5-6	4,96
2	1980 10 01 00 57 38.00	Frusinate	41	5	4,26
4	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
NF	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5,86
3	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5,47
2-3	1989 10 23 21 19 17.62	Colli Albani	65	6	4,32
4-5	1995 06 12 18 27 43.38	Campagna romana	125	5-6	3,79
4-5	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
3	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
3	2000 03 11 10 35 27.49	Valle dell'Aniene	214	6	4,25
4-5	2005 08 22 12 02 07.40	Costa laziale	57	5-6	4,78
4-5	2009 04 06 01 32 40.40	Aquilano	316	9-10	6,29



L'area della Città di Roma, entro un cerchio di raggio di circa 15 km, è caratterizzata da una sismicità locale a ricorrenza non elevata, ma con intensità massima corrispondente al VI-VII grado MCS (Magnitudo <4).

Nell'area urbana, invece, si sono risentiti più frequentemente terremoti da zone esterne:

a) Attività sismica dell'Appennino Centrale

Nell'Appennino Centrale sono localizzate molte aree sismogenetiche di notevole importanza, che hanno dato origine a terremoti di elevata magnitudo (fino a M=7) ed a distanze comprese fra 60 e 130 km da Roma. I terremoti di queste zone sismogenetiche hanno determinato nella Città di Roma i risentimenti più elevati e fino all'Intensità Macrosismica di VII grado MCS.

b) Attività sismica dei Colli Albani

I Colli Albani sono sede di una sismicità con terremoti molto frequenti e con magnitudo intorno a M=5. I risentimenti nella Città di Roma sono molto frequenti, ma con intensità macrosismica da bassa a molto bassa (Io<V grado MCS); nella serie storica risulta che soltanto in un'occasione è stato raggiunto il VI grado. Dall'analisi statistica della storia romana risulta che si sono risentiti terremoti fino al VII grado con tempi di ritorno di 500 anni, mentre terremoti con intensità del VI grado MCS sono probabili ogni 100 anni.

Oltre alle suddette zone sismogenetiche si segnala un'attività sismica nei settori costieri ed off-shore della Regione Lazio, legata alle strutture trasversali; in particolare si fa riferimento al terremoto del 22/08/2005, profondo circa 30 km, con magnitudo 4,5 localizzato a largo di Anzio che si è risentito anche nella Città di Roma.

Dagli studi eseguiti sulla sismicità storica della Città di Roma si è riscontrata una decisa correlazione fra i danni subiti e la natura morfo-litologica e geotecnica dei terreni: in particolare emerge che i danni sono maggiormente distribuiti nelle aree vallive e paleovallive della città ove sono presenti spessori significativi di depositi recenti ed olocenici.

Recenti studi su modelli sismici di risposta locale hanno confermato amplificazioni sismiche in corrispondenza della valle tiberina e lungo i fondivalle dei suoi affluenti.

I suddetti fenomeni di amplificazione sismica sono dovuti a differenziali di impedenza sismica, che si realizzano quando terreni a bassa densità e sciolti sono sovrapposti a bed-rock sepolti, caratterizzati da una maggiore rigidità. Tali eventi si realizzano prevalentemente con terremoti di origine appenninica, caratterizzati in genere da Magnitudo M>5.

Inoltre, nel caso di una valle alluvionale, oltre al fattore sopra citato, sono da considerarsi altri 3 ulteriori fenomeni che possono essere causa principale dell'amplificazione del moto sismico:

- la risonanza determinata dalla prossimità delle frequenze del moto del substrato a quelle naturali di vibrazione del deposito;
- la focalizzazione delle onde sismiche al bordo della valle alluvionale ("effetto bordo");
- l'incidenza delle onde all'interfaccia non orizzontale tra roccia e depositi ("riflessioni multiple").

Invece i terremoti originati nel Mar Tirreno, caratterizzati da Magnitudo M<5, danno luogo a risentimenti omogenei sul territorio, senza significative amplificazioni sismiche.

In relazione alle diverse normative attualmente in vigore per l'implementazione del terremoto di progetto nelle verifiche possono essere adottati i seguenti criteri:

- D.M. del 17 Gennaio 2018 (Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni) ed O.P.C.M. del 28 Aprile 2006 n. 3519 (Criteri generali per

l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone), l'intero territorio nazionale è suddiviso in un reticolo indipendente dai limiti amministrativi; ad ogni nodo del reticolo è assegnato un valore di accelerazione orizzontale massima convenzionale (a_g) su suolo di categoria A (formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi). Secondo tale normativa, mediante l'utilizzo del programma "Geostru PS" (si veda il capitolo 7), sono stati elaborati in base ai tempi di ritorno (Tr) i dati relativi ai valori di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g) in condizioni di campo libero su suolo di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1). Il D.M. del 17 Gennaio 2018 impone la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione massima) funzione, tra l'altro, di fattori geologico-strutturali-litotecnici, riassunti nella definizione della categoria di sottosuolo di fondazione, e di fattori morfologici, definiti attraverso il coefficiente di amplificazione topografica;

- *Delibera n. 387 del 22 Maggio 2009* (pubblicata nel BUR Lazio n. 24 del 27 Giugno 2009 – Supplemento Ordinario 106), la Regione Lazio ha riclassificato il proprio territorio sulla base dei criteri nazionali stabiliti dall'O.P.C.M. 3519/06. Sono state previste alcune sottozone sismiche all'interno del medesimo territorio comunale. Tale scelta è stata obbligata da caratteristiche sismologiche differenti all'interno dell'area di un medesimo comune, dovute alla sua estensione o alla presenza di isole amministrative lontane dal comune stesso. In questo modo tutti i comuni del Lazio sono stati trattati, dal punto di vista esclusivamente sismico, come Unità Amministrative Sismiche (U.A.S.). La maggior parte dei Comuni del Lazio coincidono ad un'unica U.A.S. territoriale, mentre per sei Comuni, tra cui quello di Roma, è stato necessario prevedere all'interno del loro territorio delle U.A.S. differenziate; nella fattispecie sono state individuate per il Comune di Roma 20 U.A.S. che corrispondono ai 20 Municipi. Nella tabella sottostante si può osservare che la zona sismica in cui ricade l'opera in progetto, secondo la nuova riclassificazione, corrisponde al Municipio IX (ex Municipio XII) o U.A.S., e la differenza con la classificazione proposta nella D.G.R. Lazio 766/03.

U.A.S. (Unità Amministrative Sismiche)	Nuova zona sismica proposta	Sottozona proposta	Accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (tempi di ritorno 475 anni)	Zona sismica	Accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (tempi di ritorno 475 anni)	Variazione sismica
Municipio	D.G.R. Lazio n. 387 del 22/05/2009		D.G.R. Lazio n. 766 del 01/08/2003			
IX (ex XII)	2	B	$0,15 \leq a_g < 0,20$	3	$0,05 < a_g \leq 0,15$	+1

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

5.1 GEOLOGIA

La situazione geologica generale della zona è illustrata in una serie di documenti e di pubblicazioni scientifiche:

- *Carta Geologica del Complesso Vulcanico del Colli Albani*, in scala 1:50.000, a cura di Donatella De Rita, Renato Funicello, Maurizio Parotto, pubblicata nel 1988;
- *Carta Litostratigrafia del Territorio del Comune di Roma*, in scala 1:20.000, a cura di Ugo Ventriglia, pubblicata nel 2002;
- *Carta Geologica del Comune di Roma*, in scala 1:50.000, a cura di Renato Funicello, Guido Giordano, Massimo Mattei, pubblicata nel 2008;
- *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia – Volume LXXX*, estratto da "La Geologia di Roma dal centro storico alla periferia – La nuova carta geologica di Roma: litostratigrafia ed organizzazione stratigrafica" a cura di Renato Funicello e Guido Giordano, pubblicata nel 2008;
- *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia*, in scala 1:50.000, Foglio I.G.M. n. 374 "Roma".

Tali carte costituiscono il riferimento di base per l'inquadramento geologico generale dell'area in esame e per l'interpretazione e la correlazione dei dati raccolti con le specifiche indagini geognostiche, geotecniche e sismiche, che effettuate lungo il tracciato filoviario.

In relazione all'epoca di pubblicazione ed alla scala di rappresentazione, i vari documenti, pur concordi nelle linee generali, presentano alcune differenze nella denominazione delle varie unità litologiche e nella rappresentazione delle rispettive aree di affioramento.

L'intensa urbanizzazione limita attualmente le osservazioni in superficie, ma interessanti informazioni sulle caratteristiche geomorfologiche dell'area e sulle modifiche antropiche si sono potute rilevare dall'analisi di foto aeree di varie epoche antecedenti alla edificazione e alla realizzazione delle principali infrastrutture.

Informazioni di maggiore dettaglio sulla stratigrafia dell'area, nonché sulle caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei terreni, si sono ricavate da una serie di perforazioni effettuate per la progettazione definitiva ed esecutiva del corridoio filoviario (ramo Eur – Tor de' Cenci) e per quella preliminare della metropolitana leggera "Eur Palasport – Tor de' Cenci", alle quali si sono aggiunte quelle provenienti dalla letteratura tecnico-scientifica (Ventriglia, 2002).

Le stratigrafie non sempre consentono di riferire, in modo univoco, i diversi terreni incontrati dai sondaggi alle diverse formazioni litologiche riconosciute e differenziate, sotto l'aspetto geologico, dai vari Autori, ma forniscono elementi per delineare lo schema stratigrafico da assumere a riferimento per le successive fasi di studio e di indagine.

Dalla carta geologica si distinguono lungo il corridoio filoviario, dai più recenti ai più antichi, i seguenti terreni (**elaborato grafico TDC A1 PE TU D TDC C D DB004 B – Carta Geologica**):

- *Depositi Antropici (Olocene)*, depositi eterogenei dovuti all'ammassamento ed allo spostamento dei materiali per rilevati stradali, ferroviari, terrapieni, colmate;

- Depositi Alluvionali (Olocene), depositi siltoso – sabbiosi e siltoso – argillosi delle piane alluvionali; sono costituiti da depositi fini siltoso – argillosi alternati a livelli sabbiosi ed a livelli di torbe a diversa profondità;
- Formazione di Vitinia (Pleistocene medio p.p.), sabbie fluviali ad elementi vulcanici, ghiaie calcaree e silicee a matrice sabbiosa ad elementi vulcanici, limi con abbondanti resti di vertebrati e concrezioni travertinose;
- Formazione di Villa Senni (Pleistocene medio p.p.), è riferibile all'ultima eruzione di grande volume del Litosoma Vulcano Laziale, cui è legata la forma attuale della caldera del Vulcano dei Colli Albani con meccanismi di colata piroclastica e lahar. L'unità è costituita da:
 - un deposito piroclastico massivo, di colore da viola a nero, a matrice cineritico grossolana-lapillosa, povero in fini e ricco di cristalli di leucite, biotite e clinopirosseno, contenente grosse scorie nere, generalmente incoerente. Lapilli e blocchi di litici lavici e olocristallini possono raggiungere il 30% del deposito. Spesso sono presenti gas pipes. Composizione da tefri-fonolitica a fono-tefritica ("Tufo di Villa Senni" e "Pozzolanelle" Auctt.);
 - un deposito piroclastico massivo, litoide, a matrice cineritico-lapillosa con abbondanti pomici gialle, scorie grigie, litici lavici ed olocristallini a gradazione inversa, di colore da giallo a rosso a marrone in gradazione verticale. Localmente nella parte alta del deposito sono presenti fiamme. Gas-pipes, laminazioni ed impronte di tronchi sono spesso presenti nelle zone distali e nelle paleovalli. La composizione risulta essere da k-foiditica a tefrifonolitica ("Tufo Lionato Litoide" Auctt.);
- Conglomerato Giallo (Pleistocene medio p.p.), depositi vulcanoclastici sabbioso-ghiaiosi, da classati a malclassati, malstratificati in banchi, costituiti da scorie arrotondate gialle e rosse, litici lavici eterometrici, e cristalli di clinopirosseno, biotite e leucite analcimizzata. Presenta al suo interno superfici di erosione e debole alterazione. L'unità rappresenta una successione da lahar con meccanismi da flusso iperconcentrato e debris flow passanti lateralmente a depositi fluviali;
- Pozzolane Rosse (Pleistocene medio p.p.), è riferibile ad una eruzione ignimbritica di grande volume del Litosoma Vulcano Laziale, ed è un'unità piroclastica massiva e caotica, semicoerente, da rosso a viola vinaccia a grigio scuro, a matrice scoriacea povera della frazione cineritica, con scorie di dimensioni fino a 24 cm, litici lavici, sedimentari termometamorfosati e olocristallini di dimensioni fino a 20 cm e abbondanti cristalli di leucite, clinopirosseno e biotite. Composizione da tefritica a tefritico-foiditica. Nella parte alta del deposito sono frequenti gas pipes. La geometria del deposito è tabulare ("Pozzolane Inferiori", "Pozzolane di San Paolo" Auctt.);
- Lave di Vallerano (Pleistocene medio p.p.), lave grigio scure, a frattura da concoide a scheggiata, da afiriche a debolmente porfiriche, con pasta vetrosa o microcristallina con rari cristalli di leucite e clinopirosseno. La composizione chimica è k-foiditica;
- Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano (Pleistocene medio p.p.), successione di depositi piroclastici lapillosi e cineritici in strati contenenti scorie e litici lavici di dimensioni centimetriche da caduta, intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati, orizzonti pedogenizzati e depositi limno - palustri. Nella parte intermedia della successione i livelli primari sono costituiti da pomici da caduta bianco-giallastre a sanidino e clinopirosseno in tre banchi con areali di affioramento differenziati ("Granturchi" Auctt.). La provenienza dei depositi è dal Distretto Vulcanico Sabatino;

- Formazione di Valle Giulia (Pleistocene medio p.p.), la formazione è costituita alla base da livelli di ghiaie minute poligeniche a stratificazione incrociata, passanti a sabbie e limi sabbiosi a concrezioni carbonatiche con stratificazione suborizzontale. Verso l'alto sono presenti travertini fitoclastici in banchi ("tartaro"), inglobanti lenti di sabbie e ghiaie vulcanoclastiche. Ambiente fluviale e fluvio-palustre;
- Unità di Tor de' Cenci (Pleistocene medio p.p.), è un deposito riferibile ad una eruzione freatomagmatica di grande volume con meccanismi di deposizione da colata piroclastica del Litosoma Vulcano Laziale, ed è una unità piroclastica, grigio giallastro cineritico, da massivo e caotico a stratificato, con lapilli accrezionari fino a 3 cm di diametro, sia nella matrice che in livelli stratificati. Lo scheletro è composto da litici lavici e scorie di diametro < 3 cm e cristalli di leucite analcimizzata, clinopirosseno e biotite. Frequenti impronte di albero. Alla base è presente un deposito di scorie da ricaduta. Chimismo k-foiditico ("Tufi Antichi", "Tufi Pisolitici" Auctt.);
- Membro della Pisana - Litofacies argilloso-sabbiosa (Pleistocene inferiore medio p.p.), alternanze irregolari di argille grigie e limi sabbiosi, più sabbiose verso il tetto, con abbondanti resti di Cerastoderma Lamarkii, Ostrea Edulis e Venerupis Senescens. Ambiente da lagunare a litorale. "Argille a Venerupis Senescens" Auctt..

La variabilità intrinseca di queste formazioni, così come si rileva anche dalle stratigrafie dei sondaggi, è messa in evidenza anche dalle prove geotecniche in sito e dalle misure geofisiche, effettuate nel corso delle campagne di indagini eseguite in questi ultimi anni nelle zone limitrofe all'area oggetto di studio.

Tuttavia, dai dati in possesso, in particolar modo dal profilo e dalle sezioni geologiche allegato al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 – Maestrini) del corridoio filoviario "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 6 – TDC A1 PE 05 000 00 D DB 501), dai profili geologici allegati al progetto preliminare della metropolitana leggera-sistema automatico di trasporto "Eur Palasport – Tor de' Cenci" (elaborato 1 – 314 1004 2 R DG ID 004), è stato possibile definire la natura e le geometrie dei terreni, nonché la posizione del livello di falda.

Di seguito, sono descritte le caratteristiche essenziali delle unità litostratigrafiche riconosciute e distinte, in questa fase progettuale, dandone una caratterizzazione meramente descrittiva sulla base sia delle indagini effettuate sull'area sia di conoscenze legate alla letteratura tecnico-scientifica.

A. Depositi antropici (R)

Si tratta in generale di terreni sciolti, eterogenei con matrice sabbioso-limosa, talora argillosa, di colore marrone o grigio; sono costituiti prevalentemente da materiali piroclastici più o meno alterati e rimaneggiati e contengono frammenti di tufi lapidei e di laterizi di varie dimensioni, in quantità molto variabili da zona a zona; a luoghi si possono rinvenire frammenti di muratura, resti di vere e proprie murature e fondazioni di antichi edifici demoliti.

Lo spessore di questi terreni è molto variabile da zona a zona in funzione dei lavori e delle opere di urbanizzazione eseguite nel corso degli anni.

Il grado di addensamento di questi terreni, talora caratterizzati da microcavità ipogee, è molto variabile in relazione ai carichi sovrapposti ed alla storia tensionale subita nel corso delle trasformazioni edilizie.

Nelle aree non interessate da attività antropiche i terreni affioranti sono ricoperti da una coltre superficiale di terreni eluvio – colluviali, costituiti da limi sabbiosi ed argillosi derivati dall'alterazione e dal rimaneggiamento dei terreni del substrato. Lo spessore è generalmente modesto ma può diventare dell'ordine di alcuni metri nelle zone di compluvio ed al piede dei versanti.

Dal confronto tra le carte topografiche di epoche diverse, dalla letteratura tecnico-scientifica, dalle stratigrafie dei sondaggi, dalle sezioni geologiche e dai profili geologici, lo spessore della coltre dei terreni di riporto risulta variabile lungo la variante di tracciato fino a raggiungere circa 20 m nei pressi di Viale dei Caduti per la Resistenza nel quartiere Spinaceto (si veda sondaggio S12 eseguito per la metropolitana leggera "Eur Palasport-Tor de' Cenci"), dove è riportata nella cartografia I.G.M. precedente agli interventi di urbanizzazione un'antica "cava di pozzolana" (elaborato grafico TDC A1 PE TU D TDC C D DB010 A - Carta degli spessori dei terreni di riporto).

B. Terreni eluvio-colluviali ed alluvioni recenti di fondovalle (SFTba)

Si tratta di sedimenti prevalentemente limoso - sabbiosi, di colore marrone scuro o nerastro per la presenza di sostanza organica e ricchi di minerali vulcanici. In generale i livelli sabbiosi presentano un grado di addensamento relativamente basso ed i livelli coesivi hanno consistenza bassa. Soprattutto nelle zone urbanizzate la parte più superficiale dei depositi alluvionali sfuma gradualmente al terreno di riporto soprastante e nei sedimenti alluvionali si rinvencono frammenti lapidei di manufatti e laterizi.

Dalla letteratura tecnico-scientifica si evince inoltre che nelle alluvioni la sostanza organica si può presentare in lenti di estensione e spessore molto variabili (torba); nei limi argillosi ed argille limose possono essere presenti sporadiche lenti di sabbia e ghiaia ed alla base dei depositi alluvionali sono presenti ghiaie grossolane in matrice sabbiosa fina ("ghiaie di base").

La forte variabilità dei terreni alluvionali, sia sulla stessa verticale di indagine che tra verticali di indagine relativamente vicine, è messa in evidenza anche dalle prove geotecniche in sito e dalle misure geofisiche eseguite in questi terreni.

C. Depositi fluvio-lacustri e fluvio-palustri (VTN, FTR₁, VGU)

I terreni di questa formazione sono localmente presenti sulle aree sommitali dei rilievi collinari e, subordinatamente, sui loro fianchi.

Sono costituiti da alternanze di livelli di sabbie limose localmente con ghiaia e di livelli di argille limose. Nell'ambito degli uni e degli altri livelli possono essere presenti concrezioni travertinose.

Lo spessore dei depositi, nella zona coperta dai sondaggi eseguiti per la progettazione della metropolitana leggera "Eur Palasport - Tor de' Cenci", raggiunge valori massimi di 15 metri.

D. Terreni piroclastici e lava (VSN₂, VSN₁, RED, LLL, SKF, TDC)

I terreni vulcanici, provenienti sia dal Distretto Vulcanico dei Colli Albani che da quello Sabatino (SKF), sono rappresentati da depositi da flusso piroclastico, nello specifico da colata piroclastica. Solo nella zona tra Casal Brunori e Spinaceto Sud essi sono costituiti da una colata di lava, dello spessore massimo di circa 8 metri, sovrapposta a un livello di tufi a grana fina (cineriti) parzialmente argillificati.

I terreni piroclastici sono costituiti da una successione fatta di alternanze di strati cineritici e lapillosi, in parte pedogenizzati, di colore variabile da marrone rossiccio a grigio.

La granulometria risulta prevalentemente limoso-sabbiosa. Lo spessore dei singoli livelli è diverso da zona a zona e varia da alcuni decimetri ad alcuni metri in relazione alle paleomorfologie ed alle modalità di messa in posto dei depositi.

I livelli cementati presentano proprietà meccaniche variabili in funzione del grado di cementazione.

La successione dei terreni piroclastici è costituita sia da termini praticamente incoerenti sia da termini decisamente lapidei; comprende le tipiche pozzolane romane, che si presentano

per lo più in banchi di materiali con un debole e labile grado di cementazione, tanto da essere classificate come materiali sostanzialmente incoerenti, ma che a luoghi presentano anche facies con alto grado di cementazione; sono presenti, infine, livelli di materiali con vario grado di cementazione.

Tra le varie unità di terreni piroclastici possono essere presenti livelli di materiali piroclastici alterati e rimaneggiati più o meno profondamente; dal punto di vista granulometrico sono in generale definibili come "cineriti grossolane/lapillose". Il loro spessore varia da un metro a qualche metro nei diversi livelli e, nell'ambito di un singolo livello, da zona a zona. Il limite tra questi terreni e quelli sottostanti non è netto e spesso si osserva un passaggio graduale sia come aspetto che come caratteristiche fisico-meccaniche.

Altrove la serie piroclastica è costituita dal "Tufo Lionato", localmente osservabile sui fianchi delle colline, dove questi sono più ripidi, e dalle "Pozzolane" presenti sia superiormente che inferiormente al Tufo Lionato. Tale distinzione, peraltro, ha carattere stratigrafico e non litologico. Nell'ambito dei termini della serie su indicata sono infatti possibili variazioni di costituzione e di caratteristiche tali da non consentirne il riferimento a litotipi ben definiti.

E. Complesso dei sedimenti pre-vulcanici (terreni argillosi e sabbiosi - PGL_{3b})

Si tratta di alternanze irregolari di argille e argille sabbiose grigie, limi quarzosi da grigi a avana, più sabbiosi verso il tetto. I livelli più sabbiosi presentano laminazioni da piano-parallele ad incrociate. I terreni risultano fortemente addensati e consolidati in relazione ai forti carichi di consolidazione ai quali sono stati sottoposti nel corso della loro storia geologica.

Al momento attuale, dalle stratigrafie delle perforazioni, non si hanno indicazioni della presenza, lungo il tracciato filoviario, di cavità sotterranee estese e continue riconducibili a vecchie coltivazioni di pozzolana o di tufo, che, per le loro dimensioni e per la loro estensione, possano costituire vincoli importanti per l'esecuzione dei lavori. Non si può escludere, tuttavia, che nelle piroclastiti possano essere presenti cavità isolate o reti di cunicoli di modesta estensione, che per le loro dimensioni rappresentano problemi minori ma sono più difficilmente individuabili. Inoltre è probabile che nei riporti siano presenti microcavità connesse alle modalità di messa in posto del materiale, alla sua compattazione ed a possibili fenomeni subsuperficiali di erosione sottocutanea (perdite della rete fognaria e/o idrica cittadina).

5.2 GEOMORFOLOGIA

Il territorio, che si estende tra il quartiere dell'Eur e quello di Spinaceto, è modellato in una successione di rilievi collinari, dalle sommità pianeggianti, sviluppate a quote intorno ai 40 e 50 m s.l.m., e dai fianchi più o meno ripidi da luogo a luogo, costituiti da depositi piroclastici e da alluvioni terrazzate.

Detti rilievi sono separati dalle valli di alcuni fossi tributari del Tevere: tra questi di particolare interesse sono il Fosso di Spinaceto ed il Fosso di Vallerano con i suoi sottobacini.

Le incisioni di detti fossi presentano, infatti, un'ampia pianura di fondovalle, sviluppata intorno alla quota 10 m s.l.m. (elaborato grafico TDC A1 PE TU D TDC C D DB009 B - Carta Geomorfologica).

Non si hanno indicazioni della presenza, nell'area in esame, di cavità sotterranee estese e continue riconducibili a vecchie coltivazioni di pozzolana o di tufo, che, per le loro dimensioni e per la loro estensione, possano costituire vincoli importanti per l'esecuzione dei lavori.

Tuttavia, dalla letteratura tecnico-scientifica, si segnalano la presenza di n. 2 cavità in prossimità del tracciato filoviario (par. 9.2):

- Via C. Colombo, Viale Algeria presso Via Marocco (Foglio 5 h11/n. 87);
- Via Gide (Foglio 10 I11/n. 44).

Si deve considerare comunque che gran parte della morfologia dell'area considerata è stata modificata con scavi ed accumuli di terreno di riporto connessi alle opere di urbanizzazione. Le zone in scavo sono ubicate essenzialmente sui fianchi e sulla sommità dei rilievi collinari, mentre consistenti accumuli di terreni di riporto sono serviti a rialzare la quota dei fondivalle e a rimodellare localmente il fianco dei fossi.

La fonte di riferimento istituzionale, in merito all'analisi geomorfologica ed idraulica dell'area in questione, è rappresentata dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (di seguito denominata A.B.T.). Nell'ambito dell'attività dell'A.B.T. sono stati prodotti diversi documenti di programmazione e governo del territorio, in particolare, nell'ambito del presente studio, è stato preso in considerazione il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) di Bacino del Fiume Tevere con le sue Norme Tecniche di Attuazione (di seguito denominate N.T.A.). A seguito dell'emanazione del Decreto Segretariale n. 32 del 8 giugno 2015 di aggiornamento del Piano di bacino del fiume Tevere – VI stralcio funzionale per l'assetto idrogeologico (PAI), sono state definite e/o ridefinite le aree allagabili e conseguentemente state perimetrate e/o riperimetrate le aree territoriali dei corsi d'acqua, in aggiornamento di quanto previsto nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico vigente, approvato con D.P.C.M. 10 novembre 2006 e successivamente aggiornato con D.P.C.M. 10 aprile 2013.

Le attuali perimetrazioni delle fasce di assetto idraulico, riportate nel Progetto di aggiornamento del PS5 adottato e nel PAI approvato, evidenziano che le opere di progetto non interessano zone a rischio idraulico massimo (R4). Pur tuttavia, il tracciato del Corridoio filoviario e la nuova viabilità di progetto interessano zone a rischio idraulico R3 ed R2 e fasce idrauliche di tipo B e C inondabili con tempi di ritorno, rispettivamente, di 100 e 200 anni. Nel tratto di scavalco del fosso di Vallerano, inoltre, la nuova sede filoviaria e l'ampliamento del rilevato della Pontina interessano puntualmente una fascia idraulica di tipo A ([elaborato grafico TDCA1PE TU D TDC C D DB011 A-Carta delle fasce e del rischio idraulico sul reticolo secondario e minore -tav. PB78 "Malafede-Vallerano" - aggiornamento a seguito del Decreto Segretariale n. 32/2015](#)).

Sebbene aree suscettibili di inondazione e sulle quali trovano applicazione i nuovi e recenti vincoli posti dalle Norme Tecniche del Progetto di aggiornamento del PS5 e della revisione dello stesso PAI, gli interventi previsti in progetto rientrano comunque tra quelli consentiti nelle fasce di assetto idraulico, a condizione che non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso delle acque e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile.

Infatti, le norme di Piano (Progetto di aggiornamento del PS5) specificano quanto di seguito riportato:

- **art. 17 - "Misure per la fascia A e le zone di rischio R4"**: sono ammessi "gli interventi di ampliamento di opere pubbliche o di pubblico interesse, riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché di realizzazione di nuove infrastrutture lineari e/o a rete non altrimenti localizzabili, compresa la realizzazione di manufatti funzionalmente connessi e comunque ricompresi all'interno dell'area di pertinenza della stessa opera pubblica. È consentita altresì la realizzazione di attrezzature ed impianti sportivi e ricreativi all'aperto con possibilità di realizzazione di modesti manufatti accessori a servizio degli stessi. Tali interventi sono consentiti a condizione che tali interventi non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile" (co. 2, lett. e). Per tali opere è

richiesto il nulla osta idraulico di cui al Regio Decreto 523/1904 da parte dell'Autorità idraulica competente (co. 3).

- **art. 18 - "Misure per la fascia B e le zone di rischio R3"**: sono ammessi "tutti gli interventi già consentiti nella fascia A anche con aumento di volume e ampliamento e modifica delle destinazioni d'uso" (co. 2, lett. a).
- **art. 19 - "Misure per la fascia C e le zone di rischio R2"**: "... sono attuabili le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti" (co. 2). "L'Autorità idraulica competente esprime parere di cui al R.D. n. 523/1904 nei casi di nuove realizzazioni di infrastrutture lineari quali ferrovie, autostrade e strade extraurbane" (co. 4).

5.3 IDROGEOLOGIA

Informazioni di carattere generale sull'idrogeologia possono ricavarsi da una serie di pubblicazioni scientifiche:

- Carta Idrogeologica, in scala 1:20.000 a cura di Ugo Ventriglia, pubblicata nel volume "Geologia del Territorio del Comune di Roma" (1971);
- Carta Idrogeologica, in scala 1:10.000 a cura di Renato Funicello, pubblicata nel volume "Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia - La Geologia di Roma" (1995);
- Carta Idrogeologica, in scala 1:100.000 a cura di Ugo Ventriglia, pubblicata nel volume "Geologia del Territorio del Comune di Roma" (2002);
- Carta Idrogeologica, in scala 1:200.000 a cura di Giuseppe Capelli, Roberto Mazza e Carlo Gazzetti, pubblicata nel volume "Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio - gli acquiferi vulcanici" (2005);
- Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio, in scala 1:100.000 (2012);
- Carta Idrogeologica, in scala 1:50.000 a cura di F. La Vigna e R. Mazza, pubblicata nell'ambito del 42° Congresso Internazionale di Idrogeologia 'Aqua 2015' (2015).

Il tracciato in esame si colloca all'interno del bacino drenato sia dal Fosso di Spinaceto che dal Fosso di Vallerano.

A. FOSSO DI SPINACETO

Affluente di sinistra del Tevere la cui confluenza è a 6 m s.l.m.. Il fosso ha inizio nella tenuta della Perna, a 55 m. s.l.m., e scende a valle, nell'insieme verso nord ovest ricevendo alcuni piccoli affluenti.

Il bacino imbrifero del fosso di Spinaceto ha forma allungata in direzione sud est-nord ovest. La sua lunghezza è di 5 km e la sua larghezza massima è di 2,5 km. Esso occupa una zona pianeggiante, dolcemente ondulata, con quote massime che non superano i 60 m. s.l.m..

Il limite del bacino imbrifero, procedendo dalla confluenza con il Tevere, in senso orario, passa per la tenuta di Spinaceto (51 m s.l.m.), per la tenuta Acquacetosa (54 m s.l.m.), per la tenuta della Selcetta (60 m s.l.m.), per la tenuta della Perna (60 m s.l.m.), per Tor de' Cenci (50 m s.l.m.) e per R.va Quartaccio (51 m s.l.m.).

La superficie del bacino imbrifero è di 8,4 km²; la sua altitudine media è di 38,50 m. s.l.m. ed il suo fattore di forma è 1,8. La lunghezza d'asta del fosso è di 5,3 km e la sua pendenza media è dell'1% circa.

Nel bacino del fosso di Spinaceto affiorano soltanto terreni quaternari, sedimentari, di facies continentale e le vulcaniti dell'apparato vulcanico dei Colli Albani.

Sul fondovalle del fosso e dei suoi affluenti sono presenti le alluvioni fluviali attuali limose argillose (qa) che complessivamente si estendono su poco meno del 10% dell'area totale del bacino. Alla base delle scarpate dei fossi affiorano i tufi grigi, granulari, pisolitici, del Pleistocene Inferiore, noti come tufi antichi, di provenienza incerta; essi occupano circa il 2-3% dell'area del bacino.

Superiormente, su circa il 30% dell'area totale del bacino, si estende la lava di Vallerano e su circa il 40% affiorano le pozzolane inferiori (Api).

Al disopra delle pozzolane, addossati ad unghia alle scarpate prospicienti la valle del Tevere, sottostanti alle alluvioni recenti, si ritrovano i terreni della serie fluvio lacustre romano tiberina che si estendono su circa il 20% dell'area totale del bacino.

Il grado di permeabilità nell'ambito del bacino è determinato in modo preminente dalle pozzolane che hanno da media ad elevata permeabilità per porosità, dalla lava di Vallerano che è mediamente permeabile per fratture ed in minor misura dal tufo lionato che è da mediamente a poco permeabile per fratture.

La falda idrica presente nella zona, data la vicinanza al Tevere, e date le quote della superficie naturale del terreno, è poco profonda.

B. FOSSO DI VALLERANO

Affluente di sinistra del Fiume Tevere la cui confluenza è a circa 7 m s.l.m. e che convoglia le acque che scendono dalle pendici occidentali dell'apparato vulcanico dei Colli Albani. Il Fosso di Vallerano ha inizio presso Castel Gandolfo, a circa 350 m s.l.m., con il nome di Fosso della Torre. Esso scende a valle nell'insieme verso nord ovest, ricevendo numerosi affluenti che hanno anch'essi direzione verso nord ovest; il più importante è il Fosso della Cecchignola che si congiunge al Fosso di Vallerano quasi alla confluenza con il Tevere. Il bacino imbrifero del Fosso di Vallerano ha forma allungata da sud est a nord ovest. La sua lunghezza è di 23 km e la sua larghezza massima è di 7 km. Il bacino si estende su una regione collinare con versanti mediamente acclivi, per quanto riguarda l'alto bacino, e su una regione sempre a quote più basse e dolcemente ondulata per quanto riguarda la restante parte. Entro il bacino ricade il quartiere dell'EUR di Roma ed i centri abitati della Cecchignola, di Castel di Leva, Falcognana, Quarto Cesareto ed il paese di Castel Gandolfo. La superficie del Fosso di Vallerano è di 99 km²; la sua altitudine media è di 106 m s.l.m. ed il suo fattore di forma è 2,3. La lunghezza d'asta del Fosso è di 23 km e la sua pendenza media è del 1,5% circa.

Il bacino del Fosso di Vallerano è stato suddiviso in due sottobacini: il bacino del Fosso di Vallerano (1° sottobacino) ed il bacino del Fosso della Cecchignola (2° sottobacino).

1° sottobacino: dall'origine alla confluenza con il Fosso della Cecchignola

Il bacino è drenato dal Fosso di Vallerano nel tratto dall'inizio fino alla confluenza con il Fosso della Cecchignola, a circa 10 m s.l.m.; esso scende a valle, dapprima verso ovest e poi verso nord ovest, assumendo successivamente i nomi di Fosso di Rio Petroso e poi di Fosso di Vallerano. Nel suo corso riceve come affluenti, in sinistra, il Fosso dei Preti, con confluenza a 115 m s.l.m., ed il Fosso della Mola, con confluenza a 90 m s.l.m.; in destra il Fosso di Montelungo, con confluenza a 132 m s.l.m., il Fosso della Castelluccia, con confluenza a 40 m s.l.m. ed il Fosso dell'Acquacetosa, con confluenza a 12 m s.l.m.. I suddetti affluenti di destra sono i più importanti e scendono anch'essi dalle pendici dell'apparato vulcanico dei Colli Albani con corsi grosso modo paralleli a quello del Fosso di Vallerano. La superficie di questo sottobacino è di 67 km²; la sua altitudine media è di 113 m s.l.m. ed il suo fattore di forma è 2,9. La lunghezza d'asta del fosso è di 23 km e la sua pendenza media è del 1%.

2° sottobacino: bacino del Fosso della Cecchignola

Il bacino è drenato dal Fosso della Cecchignola, affluente di destra del Fosso di Vallerano, con confluenza a 10 m s.l.m.. Il Fosso della Cecchignola ha inizio sulle pendici occidentali dell'apparato vulcanico dei Colli Albani, nei pressi del Fontanile dei Monaci (165 m s.l.m.), con il nome di Fosso di Fiorano. Esso scende a valle, verso nord ovest, assumendo successivamente il nome di Fosso delle Cornacchiole e poi di Fosso della Cecchignola. Nell'intero suo corso riceve come affluente importante, in sinistra soltanto il Fosso di Tor Pagnotta, con confluenza a 46 m s.l.m.. Il bacino imbrifero del Fosso della Cecchignola ha forma allungata in direzione sud est - nord ovest; la sua lunghezza è di 18 km e la sua larghezza massima è di 3 km. L'alto bacino si estende su una regione collinare con versanti mediamente acclivi; il medio ed il basso bacino si estendono su una regione ad altitudine decrescente verso valle e dolcemente ondulata. La superficie di questo bacino è di 32 km²; la sua altitudine media è di 89 m s.l.m. ed il suo fattore di forma è 3,8. La lunghezza d'asta del fosso è di km 21,5 e la sua pendenza media è dello 0,7%.

Nell'area in esame, il tetto dei depositi argillosi pliocenici (formazioni marine prevulcaniche), che data la loro bassa permeabilità e l'elevato spessore costituiscono il substrato impermeabile dell'intera zona (*aquiclude*) è situato ad una quota di circa - 20 m s.l.m..

Le diverse formazioni geologiche, che formano la locale successione stratigrafica lungo il tracciato filoviario, possono essere raggruppate in differenti "complessi idrogeologici" così distribuiti dall'alto verso il basso (**elaborato grafico TDC A1 PE TU D TDC C D DB008 B - Carta Idrogeologica**):

- **Complesso idrogeologico dei terreni di riporto:** i depositi di questo complesso sono costituiti da riempimenti, scarichi, ruderi sepolti ed accumuli di macerie e raggiungono, nelle valli ed ai piedi delle colline, spessori considerevoli. In genere i terreni di riporto possono essere considerati come mediamente permeabili per porosità, talora anche notevoli, sia in verticale che in orizzontale. In particolari condizioni di giacitura, quota, diffusione areale ed alimentazione i riporti possono essere sede di circolazioni diffuse o localizzate. Le circolazioni idriche contenute nel complesso dei riporti mostrano a volte potenzialità elevate per cui è ipotizzabile, oltre al contributo dell'infiltrazione diretta delle precipitazioni, che vista l'urbanizzazione è minimo, un'alimentazione da parte di emergenze sorgentizie, un tempo captate ed incondottate, che si trovano ormai alcuni metri sotto il piano di calpestio attuale, e di perdite dei sistemi acquedottistici e fognari moderni che diffondono le loro acque all'interno dei terreni antropogenici;
- **Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali:** il complesso è costituito da terreni poco o nulla permeabili quali argille e/o limi ai quali si intercalano orizzonti o lenti di terreni permeabili quali sabbie e/o ghiaie. Sono costituiti da depositi eterogenei (argille, limi, sabbie, ghiaie), caratterizzati da rapporti giacitureli estremamente variabili, che raggiungono gli spessori massimi nella Valle del Tevere mentre sono meno potenti nelle valli dei corsi d'acqua tributari, oggi scomparsi a causa dell'intensa urbanizzazione. Le alluvioni dei paleoaffluenti del Tevere contengono, nei livelli più permeabili, circolazioni idriche generalmente connesse all'azione drenante esercitata dalle paleoincisioni sulle circolazioni presenti nei rilievi collinari. Globalmente il complesso è caratterizzato da valori di permeabilità estremamente variabili con una prevalenza di quelli medi e bassi;
- **Complesso idrogeologico delle ghiaie e sabbie della Formazione di Vitinia:** il complesso è costituito da ghiaie, sabbie e limi con elementi vulcanici. La permeabilità in massa è elevata. In relazione agli spessori ed alla conformazione geometrica dei depositi il complesso ospita delle falde discontinue di interesse locale;

- Complesso Idrogeologico delle Pozzolanelle: deposito massivo e caotico, da incoerente a litoide. Generalmente questa unità piroclastica presenta una matrice scoriacea cineritico grossolana, ma povera della frazione cineritica fine. Questo complesso comprende anche sabbie e ghiaie generalmente a stratificazione incrociata e a festoni, da classate a malclassate, malstratificate in facies fluviale e da flusso iperconcentrato, derivanti dal rimaneggiamento del medesimo complesso di deposizione primaria e del complesso del Tufo Lionato. In relazione ai valori di permeabilità medio o medio-alti, all'estensione e spessore del complesso, nonché alla posizione stratigrafica, esso può ospitare falde libere di discreta potenzialità. Nel quadrante sud orientale della città il complesso ospita una delle falde più utilizzate;
- Complesso Idrogeologico del Tufo Lionato: deposito da colata piroclastica, massivo e caotico, localmente mal stratificato, litoide per effetto della zeolitizzazione. E' costituito da due facies sovrapposte appartenenti all'attività del Distretto Vulcanico Albano: una inferiore con abbondante matrice cineritica e una superiore più grossolana. I valori di permeabilità sono mediamente scarsi, ma essendo il complesso caratterizzato a luoghi da fenomeni di intensa fratturazione, il parametro può assumere localmente valori più elevati. Il ruolo idrogeologico del complesso è quello di un acquitardo che separa la circolazione più superficiale da quella più profonda, spesso semiconfinata;
- Complesso Idrogeologico della Formazione del Fosso del Torrino: ghiaie, sabbie e limi poligenici in facies fluviale e fluvio-lacustre con rapide variazioni laterali di facies, caratterizzate dalla presenza di elementi vulcanici; si riconosce un evento deposizionale discreto (debris flow con abbondante matrice limosa) corrispondente al Conglomerato Giallo in forte eteropia laterale con il precedente. I valori di permeabilità relativa sono medio-bassi e le particolari modalità di messa in posto all'interno di paleodepressioni fluviali, determinano una canalizzazione dei flussi idrici sotterranei;
- Complesso Idrogeologico delle Pozzole Rosse e Pozzole Nere: il complesso è costituito da depositi di colata piroclastica genericamente massivi e caotici, prevalentemente litoidi messi in posto dall'attività del Distretto Vulcanico Albano, con spessori medi nell'ordine dei 20 metri e valori massimi di circa 40. Il complesso è caratterizzato da una permeabilità variabile da media a medio-alta per porosità e secondariamente per fratturazione. La permeabilità verticale è condizionata dalla presenza di paleosuoli molto estesi e spesso con potenze di ordine metrico. Ove le vulcaniti hanno subito un processo di zeolitizzazione la permeabilità risulta nettamente minore. Questo complesso idrogeologico costituisce il principale acquifero dell'intera Città di Roma, in particolare nell'area in riva sinistra del Tevere, dove il complesso è estesamente diffuso con spessori continui e rilevanti. Tale fatto conferisce un'elevata continuità alla falda ospitata dal complesso e alla circolazione in essa presente;
- Complesso Idrogeologico delle Lave: il complesso presenta un elevato valore di permeabilità per fratturazione, ma costituisce un acquifero significativo solo quando i depositi hanno una rilevante estensione e una posizione stratigrafica che li colloca alle quote in cui è presente la circolazione regionale;
- Complesso idrogeologico del Distretto Vulcanico Sabatino: il complesso è costituito dall'insieme delle vulcaniti derivate dall'attività del Distretto Vulcanico Sabatino. Si tratta di colate piroclastiche di facies distale, spesso fortemente alterate e di depositi da caduta indifferenziati. Granulometricamente i depositi sono assimilabili a sabbie fini, con abbondante presenza di matrice limosa e livelli pedogenizzati. Nell'insieme la

permeabilità del complesso è da media a medio-bassa, ma è caratterizzata da elevate eteropie laterali e verticali che producono variazioni locali del coefficiente idraulico;

- Complesso Idrogeologico della Formazione di Valle Giulia: Travertini, fitoclastici in banchi inglobanti lenti di sabbie vulcaniche rimaneggiate; sabbie e limi sabbiosi a concrezione carbonatiche; livelli di ghiaie minute poligeniche. La permeabilità varia da valori medi a medio elevati, ma data la limitata estensione in affioramento, il complesso non ha rilevanza sulla circolazione idrica sotterranea;
- Complesso Idrogeologico dei Tufi Pisolitici: Vulcaniti relative al Distretto Vulcanico Albano, di cui rappresentano le colate piroclastiche più antiche. La permeabilità che caratterizza questo complesso è assai bassa e la presenza, tra i diversi corpi vulcanici, di orizzonti anche fortemente pedogenizzati, contribuisce ulteriormente ad abbassare la conducibilità idraulica verticale;
- Complesso delle argille sabbiose, limi sabbiosi e sabbie: alternanze di argille sabbiose, limi sabbiosi e sabbie relative alla formazione di Monte Mario, alla formazione di Ponte Galeria (Litofacies argilloso-sabbiosa) e membro della Pisana (Litofacies argillosa); negli ultimi due complessi rientrano anche le Argille a Venerupis senescens Auctt. E' presente estesamente su tutta la riva destra del Tevere. Nel bacino estrattivo dei Fossi Galeria e Magliana il complesso affiora estesamente nelle superfici di scavo attive e abbandonate. È caratterizzato da una permeabilità assai scarsa.

Dalla consultazione della tavola di piano "Bacini idrogeologici ed aree critiche per la concentrazione di prelievi" del piano stralcio per l'assetto idrogeologico di Bacino del Fiume Tevere - V stralcio funzionale per il tratto metropolitano da Castel Giubileo alla Foce - P.S. 5, nonché del sito internet dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, l'area rientra all'interno del bacino idrogeologico n. 4 "Marino-Castel Porziano" appartenente all'Unità Idrogeologica dei Colli Albani (Norme Tecniche di Attuazione, titolo I, art. 2, comma 2).

Nell'ambito del Complesso idrogeologico delle Piroclastiti, oltre ai paleosuoli, si riconosce un altro "aquitardo" corrispondente al membro inferiore della Formazione di Villa Senni ("Tufo Lionato Litoide" Auctt.), quando esso si presenta poco fessurato; in queste circostanze è possibile che, in corrispondenza del membro superiore della Formazione di Villa Senni ("Tufo di Villa Senni" e "Pozzolanelle" Auctt.), si attuino circolazioni idriche sospese, verosimilmente temporanee.

La direzione generale di flusso della falda regionale, da SE a NO, risente fortemente del drenaggio del corso d'acqua principale (Fiume Tevere) e in minor misura dei fossi minori (Fosso di Vallerano e Fosso di Spinaceto). Le carte idrogeologiche disponibili e le quote indicate nelle stratigrafie dei sondaggi indicano, per l'area in esame, una falda di base con flusso idrico sotterraneo orientato verso ONO e livello piezometrico medio, che si attesta intorno alla quota di circa 20 m s.l.m..

L'effettiva quota della falda/e e la sua oscillazione stagionale dovrà essere accertata in dettaglio con il monitoraggio dei piezometri installati nei fori di perforazione.

Non si hanno segnalazioni che l'acqua di falda possa presentare contenuti anomali di sali o di gas disciolti, ma al momento non si dispone di analisi chimiche riferite a campioni di acqua prelevati nella zona che verrà interessata dal tracciato.

6. CAMPAGNE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE DI RIFERIMENTO ED ASPETTI GEOLOGICO-TECNICI

In adiacenza ed in zone limitrofe al tracciato filoviario oggetto di studio sono state eseguite, a partire da Marzo 2000, una serie di perforazioni, prove geotecniche in foro e geofisiche, la cui ubicazione è riportata nell'elaborato grafico TDC A1 PE TU D TDC C D DB003 B (Carta ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche di riferimento).

6.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELLE PRINCIPALI UNITA' VULCANICHE, DEI DEPOSITI ALLUVIONALI DEI FOSSI, DELLA FORMAZIONE DI PONTE GALERIA E DEI TERRENI DI RIPORTO DAI DATI DI LETTERATURA

I terreni vulcanici sono rappresentati da litotipi che presentano una notevole differenziazione del comportamento fisico-meccanico, in relazione alle diverse modalità della loro messa in posto (piroclastiti da caduta, da colata piroclastica, lava ecc.) (Funicello & Giordano, 2008).

Le Piroclastiti da caduta sono caratterizzate da tessiture in genere lapilloso-cineritiche, via via più fini quanto maggiore è la distanza di deposizione dall'edificio vulcanico; tali depositi, anche per motivi mineralogici, sono soggetti a fenomeni di argillificazione, consolidazione e aging abbastanza simile ai depositi alluvionali a grana fine. Similmente, i depositi piroclastici da caduta, qualora sedimentino in ambiente acquoso, acquistano strutture e tessiture paragonabili a quelle sedimentarie (tufiti, piroclastiti rimaneggiate). In questo gruppo possono essere inclusi i "Tufi Antichi" (Auctt.) ed i livelli di "Tufi Terrosi" (Auctt.), che si riferiscono essenzialmente ai depositi dei Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano, Tufi Stratificati Varicolori di La Storta e formazione di Fontana Centogocce.

I depositi di colata piroclastica sono caratterizzati da un meccanismo di messa in posto che avviene in massa (mass flow), con elementi cineritico-lapillosi scarsamente classati e struttura tendenzialmente massiva. Nel tempo questi depositi acquistano una certa "coesione" o rimangono allo stato sciolto a seconda delle condizioni ambientali di temperatura, di presenza di vapor acquoso e di velocità di raffreddamento: se il deposito si raffredda molto rapidamente i gas vengono subito liberati e gli elementi solidi della colata restano allo stato sciolto o pseudo-coerente, mentre, se il raffreddamento avviene lentamente, viene limitata la velocità di degassamento e ciò porta il deposito ad assumere un assetto più "coerente" e tendenzialmente semilapideo. Il primo caso fa riferimento ai depositi pozzolanacei (Pozzolane Nere, Pozzolane Rosse, membro delle Pozzolanelle della Formazione di Villa Senni), che sono caratterizzate da un comportamento geomeccanico con coesione apparente dovuta a forze intergranulari deboli e di elevato incastro dei granuli. Nel secondo caso, i volatili ad alta temperatura determinano la neoformazione di cristalli che intersecandosi con gli elementi cineritici e lapillosi formano una matrice "cementante": tale processo è detto di "zeolitizzazione" ed è comune nel membro del Tufo Lionato della formazione di Villa Senni caratterizzato da un comportamento semilapideo.

Specificatamente per le vulcaniti dell'area romana una serie di dati fisico-meccanici sono riportati nel Ventriglia (2002), con riferimento alle località di campionamento ed alle prove geomeccaniche eseguite. Nella figura sottostante sono indicati i range di variabilità delle vulcaniti della serie albane:

	Umidità naturale (%)	Peso di volume (kN/m ³)	Resistenza a compr. monoax (MPa)	Angolo di attrito (°)	Coesione drenata (kPa)
Pozzolanelle	28-40	15-16,9	-	22-44	0-40
Tufo Lionato	-	15,5-16,5	2,0-3,5 ⁽¹⁾ 11,5-13,0 ⁽²⁾	-	-
Pozzolane Nere	10,7	13,4	-	-	-
Pozzolane Rosse	35-40	15,6-19,0	0,13-0,19	25-36	0-40
Tufi Antichi (auct)	30-60	13,0-19,0	0,2-0,7	30	25

(1): valori dopo saturazione in acqua per 90 gg; (2): valori dopo essiccamento 50°C

Le colate laviche sono caratterizzate da un comportamento geomeccanico decisamente lapideo (Lave di Vallerano); l'ammasso roccioso presenta ottime caratteristiche, a parte le porzioni più superficiali. Il reticolo di discontinuità non presenta famiglie ricorrenti ma generalmente questi materiali risultano interrotti da discontinuità subverticali di raffreddamento. La seguente tabella, tratta dalla letteratura tecnico-scientifica (Ventriglia, 2002), riporta le principali caratteristiche geotecniche della Lava di Vallerano:

Lava di Vallerano	Peso di volume (kN/m ³)	Resistenza a compressione (MPa)
	27,5	241,8 - 320,0

I parametri fisico-meccanici riportati nel Ventriglia vanno ovviamente presi come ordine di grandezza, in quanto le caratteristiche di resistenza al taglio sono funzione del tipo e modalità esecutive delle prove di laboratorio, nonché della qualità dei campioni. Si segnala inoltre che i maggiori apporti alla definizione del comportamento dei terreni piroclastici sono legati alle valutazioni di stabilità di ipogei diffusi nell'area urbana di Roma, con riferimento specifico a cave in sotterraneo scavate in litotipi pozzolanacei.

Nella valle tiberina confluisce una serie di valli e valleciole, percorse da fossi più o meno grandi, caratterizzate da alluvioni differenziate fra quelle in destra ed in sinistra idrografica. In particolare, con riferimento ai fossi in sinistra idrografica - dove è collocato parte del tracciato filoviario - le alluvioni sono costituite da limi argillosi più o meno sabbiosi, ricche in sostanza organica, con abbondanti elementi di origini piroclastica, molto compressibili; questi fossi percorrono prevalentemente i depositi vulcanici di provenienza albana. Le caratteristiche fisico-meccaniche di questi fossi sono in genere più scadenti; infatti, nei settori prossimi alla confluenza con la valle tiberina, si individua la presenza di depositi limosi-argillosi nerastri con elevato contenuto organico e notevolmente compressibili. La resistenza al taglio molto bassa è conseguenza soprattutto dei bassi indici di consistenza e degli elevati valori dell'indice dei vuoti, ma anche dei valori medio-elevati della "sensibilità" di questi terreni; quest'ultimo aspetto è di una certa importanza in quanto può essere indice di possibili amplificazioni sismiche locali con scadimenti della resistenza al taglio.

La caratterizzazione geotecnica dei diversi litotipi che caratterizzano la Formazione di Ponte Galeria (PGL) è stata ricavata dai dati di letteratura, da apposite indagini geognostiche, dalla Back Analysis dei fronti di cava e dai dati progettuali per numerosi progetti di coltivazione delle cave di sabbia e ghiaia del bacino estrattivo del Rio Galeria - Magliana:

Formazione di Ponte Galeria – Complesso Sabbioso – Limoso superiore	
<i>Parametro</i>	<i>Valore</i>
Angolo d'attrito (ϕ)	25° - 30°
Coesione (c)	25 - 35 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ)	18 - 19 kN/m ³
Formazione di Ponte Galeria – Argille a Venerupis	
<i>Parametro</i>	<i>Valore</i>
Angolo d'attrito (ϕ)	24° - 28°
Coesione (c)	35 - 50 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ)	20 - 20,5 kN/m ³
Formazione di Ponte Galeria – Complesso Ghiaioso – Sabbioso superiore	
<i>Parametro</i>	<i>Valore</i>
Angolo d'attrito (ϕ)	>45°
Coesione (c)	10 - 30 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ)	19 - 22 kN/m ³
Formazione di Ponte Galeria – Argille a Helicella	
<i>Parametro</i>	<i>Valore</i>
Angolo d'attrito (ϕ)	22° - 26°
Coesione (c)	40 - 80 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ)	20 - 21 kN/m ³
Formazione di Ponte Galeria – Complesso Ghiaioso – Sabbioso inferiore	
<i>Parametro</i>	<i>Valore</i>
Angolo d'attrito (ϕ)	>45°
Coesione (c)	15 - 30 kPa
Peso dell'unità di volume naturale (γ)	20 - 22 kN/m ³

L'intero settore dell'area urbana della Città di Roma è coperto da una coltre di terreni antropici di riporto che hanno modificato l'originaria morfologia. Si individuano le seguenti tipologie di terreni di riporto:

- riporti antichi legati a passate fasi urbanistiche che possono contenere anche elementi murari sepolti, macerie dovute a incendi e distruzioni successive: questi riporti sono per esempio diffusi nelle aree urbane di più lunga storia e frequentazione e possono includere elementi di importanza archeologica e ambienti sepolti (aree del centro Storico);
- riporti recenti dovuti a riempimenti per colmamenti e modellamenti morfologici, legati in genere a interventi urbanistici recenti (colmamento di fossi, rilevati per aree di espansione edilizia ed urbanistica); in genere sono realizzati con terreni

litologicamente abbastanza omogenei in quanto facenti parte della progettazione dell'intervento urbanistico stesso (aree periferiche e/o comunque urbanizzate dopo l'Unità d'Italia).

Lo spessore dei terreni di riporto è aumentato nel tempo in relazione alle vicende storiche della Città di Roma, portando la quota originaria da una media di circa 8-9 m s.l.m. sino a valori attuali di 19-20 m s.l.m.. Per i terreni di riporto sono disponibili scarsi dati granulometrici e geotecnici che impediscono una loro trattazione generale; ciò è dovuto alla difficoltà di eseguire campionamenti indisturbati data la loro eterogeneità ed eterogeneità litologica.

6.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DEI TERRENI DESUNTE DALLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA ESEGUITA NEL GIUGNO-LUGLIO 2018

La campagna di indagini geognostiche, eseguita nel Giugno 2018 dalla ICOFOND S.r.l. in adiacenza ed in corrispondenza dei siti in cui verranno realizzate le opere civili, è stata pianificata da Roma Metropolitane in ottemperanza a quanto stabilito dall'Allegato C del Regolamento Regionale n. 14 del 13/07/2016 "Livelli di Vulnerabilità dell'Opera, indagini e prove minime di tipo geologico e geomeccanico".

L'Allegato C prevede che in base alla zona sismica (identificata con la 2B, secondo la DGR n. 387 del 22/05/2009 - si veda paragrafo 4.4 - sismica) ed alla classificazione del progetto (identificata con Classe d'Uso III secondo quanto stabilito al punto 2.4.2 del DM 17/01/2018) venga definito il Livello di Vulnerabilità dell'Opera, che risulta essere di tipo alto. Con riferimento al Livello di Vulnerabilità dell'Opera (alto), l'Allegato C fornisce un elenco di indagini e prove minime, desunte dal Capitolo 6 del DM del 17/01/2018, da effettuare per le opere di cui all'art 3 e all'art. 6 del Regolamento, localizzate sia su terreni che su roccia compatta affiorante o entro i primi tre metri di profondità.

Per la Livello di Vulnerabilità dell'Opera alto su terreni dovranno eseguirsi:

- almeno 2 prove verticali di indagine di cui 1 sondaggio geognostico con prove SPT in foro;
- almeno 1 prova penetrometrica di tipo statico (CPT, CPTe, CPTU) o dinamico (DPH, DPSH) per una profondità almeno pari al volume significativo;
- almeno 2 prove geofisiche indirette (tipo MASW, SASW, ecc.) per il calcolo delle Vs30;
- almeno 1 misura di rumore (tipo RE.MI, HVSR, ecc.);
- prove di laboratorio per la caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni di fondazione;
- verifiche di stabilità ante e post-operam dei versanti, laddove necessario;
- solo per i progetti a controllo obbligatorio - art. 5, comma 1 del Regolamento:
 - almeno 1 prova geofisica diretta in foro di sondaggio (tipo Down-Hole, Cross-Hole, ecc.);
 - almeno un secondo sondaggio geognostico, spinto alla profondità di 30 m, attrezzato per 1 prova sismica diretta;
 - risposta sismica locale.

Pertanto, sulla base di quanto sopra esposto, sono state effettuate le seguenti indagini/prove, la cui ubicazione è riportata nell'elaborato grafico **TDC A1 PE TU D TDC C D DB003 B (Carta ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche di riferimento)**:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -35,0 m dal p.c. (sondaggio SA1);
- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -40,0 m dal p.c. (sondaggio SA2);
- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -30,0 m dal p.c. (sondaggio SB1);
- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -30,0 m dal p.c. (sondaggio SB2);
- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -20,0 m dal p.c. (sondaggio SC1);
- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -12,0 m dal p.c. (sondaggio SC2);
- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -10,0 m dal p.c. (sondaggio SD1);
- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -10,0 m dal p.c. (sondaggio SD2);
- n. 24 prove dinamiche continue tipo S.P.T.;
- n. 4 piezometri di Casagrande a doppia cella all'interno dei sondaggi SA2 ed SB1;
- n. 1 piezometro di Casagrande a singola cella all'interno del sondaggio SC2;
- n. 2 prove penetrometriche statiche con piezocono (C.P.T.U.) eseguite rispettivamente alle profondità di -30,0 m dal p.c. e -2,70 m dal p.c.;
- prelievo di n. 20 campioni indisturbati/a disturbo limitato (n. 19 indisturbati e n. 1 rimaneggiato) sui quali sono state effettuate le prove geotecniche di laboratorio consistenti in:
 - determinazione delle caratteristiche fisiche (apertura ed identificazione, contenuto naturale d'acqua, peso di volume naturale, peso specifico dei grani, peso di volume secco, peso di volume saturo, indice dei vuoti, porosità, grado di saturazione, limiti di Atterberg);
 - n. 20 analisi granulometriche;
 - n. 10 prove edometriche;
 - n. 12 prove di taglio diretto con scatola di Casagrande;
 - n. 5 prove triassiali non consolidate e non drenate;
 - n. 4 prove triassiali consolidate e non drenate.

Per quanto concerne l'esecuzione di prove geofisiche, come richiesto dalla normativa vigente e dal Regolamento, per la definizione delle V_{s30} , si è fatto riferimento alle indagini geofisiche effettuate per la progettazione esecutiva del ramo "Eur-Tor de' Cenci" nel 2009-2010-2012.

Relativamente ai n. 8 sondaggi geognostici di seguito si riporta il quadro riassuntivo delle profondità di investigazione raggiunte, delle prove in foro eseguite, dei campioni indisturbati prelevati e del livello piezometrico rilevato:

N. SONDAGGIO	UBICAZIONE	QUOTA (m s.l.m.)	PROFONDITÀ RAGGIUNTA (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) In rosso il campione rimaneggiato	S.P.T. (profondità m dal p.c. - NSPT)	Livello piezometrico (m dal p.c.)
SA1	Via Pontina	14,90	35,0	C1 (4,00 - 4,50) C2 (8,50 - 9,00) C3 (12,0-12,5) C4 (26,5-27,0)	6,0 - N _{SPT} = 12 9,0 - N _{SPT} = 12 14,5 - N _{SPT} = 20 27,55 - N _{SPT} = 49	-
SA2	Via Pontina	20,00	40,0	C1 (11,5 - 12,0) C2 (15,0 - 15,5) C3 (18,0-18,5) C4 (27,0-27,5)	8,55 - N _{SPT} = 5 15,5 - N _{SPT} = 6 27,5 - N _{SPT} = 6	7,30/7,25
SB1	Via Pontina	17,00	30,0	C1 (4,0 - 4,5) C2 (6,0 - 6,5) C3 (8,0-8,5) C4 (13,0-13,5)	3,0 - N _{SPT} = 9 10,0 - N _{SPT} = 16 22,0 - N _{SPT} = Rif. 25,0 - N _{SPT} = Rif.	2,0/1,58
SB2	Via Pontina	20,00	30,0	C1 (4,5 - 5,0) C2 (6,5 - 7,0) C3 (10,5-11,0)	2,55 - N _{SPT} = 5 8,0 - N _{SPT} = 5 16,55 - N _{SPT} = 5 22,5 - N _{SPT} = Rif. 28,0 - N _{SPT} = Rif.	-
SC1	Via Pontina	24,4	20,0	C1 (3,0 - 3,5) C2 (11,0 - 11,5)	4,0 - N _{SPT} = 12 10,0 - N _{SPT} = 57	-
SC2	Via Pontina	17,0	12,0	C1 (3,0 - 3,5) C2 (9,0 - 9,5)	3,0 - N _{SPT} = 6 10,0 - N _{SPT} = 7	2,96
SD1	Via Cristoforo Colombo	47,0	10,0		3,0 - N _{SPT} = 51 6,5 - N _{SPT} = Rif.	-
SD2	Via Cristoforo Colombo	45,5	10,0	C1 (6,5 - 7,0)	3,5 - N _{SPT} = Rif. 6,9 - N _{SPT} = 9	-

Per la consultazione delle stratigrafie dei sondaggi, delle diagrafie ed elaborazioni delle prove penetrometriche statiche con piezocono, si rimanda agli appositi allegati presenti nel "Rapporto Tecnico Conclusivo dei Sondaggi Geognostici" redatto dalla ICOFOND S.r.l. (**elaborato 11 presente nel CD-ROM**).

6.3 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DEI TERRENI DESUNTE DALLE PRECEDENTI CAMPAGNE GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Di seguito, si riportano, in sintesi, le caratteristiche geotecniche dei terreni desunte dalle precedenti campagne geognostiche e geofisiche, rimandando agli elaborati specifici per i maggiori dettagli (dall'elaborato 1 all'elaborato 10 presenti nel CD-ROM).

A. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA PROGETTAZIONE PRELIMINARE DELLA METROPOLITANA LEGGERA "EUR PALASPORT - TOR DE' CENCI" (APRILE 2000)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 12 sondaggi a carotaggio continuo (da S3 a S14) spinti fino a profondità variabili da 15,5 m e 31 m dal p.c.;
- 26 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 20 campioni indisturbati prelevati nel corso delle perforazioni;
- 4 misure piezometriche all'interno dei fori di sondaggio S3, S8, S10 e S13.

Le specifiche sulle profondità di investigazione, nonché sulle prove in foro e sul prelievo dei campioni indisturbati sono elencate nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.)	S.P.T. (profondità - N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
S4	30	C1 (9,0) C2 (27,0)	15,0 - N _{SPT} = 26 26,5 - N _{SPT} = 16	-
S5	16	C1 (4,5) C2 (13,5)	8,0 - N _{SPT} = 35 13,0 - N _{SPT} = 19	-
S6	20	C1 (9,0) C2 (10,0) C3 (17,5)	6,0 - N _{SPT} = 24 15,0 - N _{SPT} = 13	-
S7	31	C1 (11,0) C2 (16,5)	12,0 - N _{SPT} = 14 20,0 - N _{SPT} = Rif.	-
S8	30	C1 (20,0)	15,0 - N _{SPT} = Rif. 23,0 - N _{SPT} = 22	9,0
S9	31	C1 (22,0)	20,0 - N _{SPT} = Rif.	-
S10	31	C1 (18,5)	20,0 - N _{SPT} = 35 25,0 - N _{SPT} = 24	23,57
S11	30	C1 (21,5) C2 (24,5)	22,5 - N _{SPT} = 34 26,0 - N _{SPT} = 15	-
S12	25,5	C1 (11,5)	10,0 - N _{SPT} = 14 15,0 - N _{SPT} = 3 22,0 - N _{SPT} = 67	-

S13	16	C1 (15,0)	9,0 - N _{SPT} = 21 13,5 - N _{SPT} = 16	1,35
S14	16,5	C1 (7,5) C2 (9,5)	6,5 - N _{SPT} = 31 8,5 - N _{SPT} = 3 12,5 - N _{SPT} = Rif.	-

Sulla base dei dati delle prove penetrometriche S.P.T. e di laboratorio, delle stratigrafie dei sondaggi è stato determinato il seguente modello geotecnico del terreno di fondazione composto da 4 unità litotecniche:

DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI																					
												ELL	TAGLIO DIRETTO	COMPRESSIBILITA'	GRANULOMETRIA						
Sondaggio	C.I.	Profondità dal p.c. (m)	γ t/m ³	W _n (%)	W _l (%)	W _p (%)	I _p	I _c	γ_s t/m ³	e	S _r (%)	c _u kg/cm ²	c' kg/cm ²	ϕ' (°)	σ kg/cm ²	c _v cm ² /sec	E _{ed} kg/cm ²	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)
S3	C1	3.5-4.0	1.91	24.6	51.5	37.2	14.3	1.88	2.46	0.605	100	1.83						0	15	32	53

DEPOSITI PIROCLASTICI																					
												ELL	TAGLIO DIRETTO	COMPRESSIBILITA'	GRANULOMETRIA						
Sondaggio	C.I.	Profondità dal p.c. (m)	γ t/m ³	W _n (%)	W _l (%)	W _p (%)	I _p	I _c	γ_s t/m ³	e	S _r (%)	c _u kg/cm ²	c' kg/cm ²	ϕ' (°)	σ kg/cm ²	c _v cm ² /sec	E _{ed} kg/cm ²	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)
S4	C1	9.2-9.7	1.82	35.6	58.5	43.3	15.2	1.51	2.70	1.012	95		0.33	24.3				0	12	27	61
S4	C2	26.5-27.0	1.81	35.5	61.3	46.8	14.5	1.78	2.54	0.901	100		0.74	15.2				0	4	15	81
S5	C1	2.5-3.0	1.79	32.9	56.3	42.4	13.9	1.68	2.40	0.782	100		0.32	13.3				1	5	22	72
S6	C1	9.0-9.5	1.91	27.7	68.2	47.3	20.9	1.94	2.54	0.698	100		0.40	22.8				0	1	13	86
S6	C2	10.5-11.0	1.41	43.6	60.5	48.7	11.8	1.43	2.74	1.791	66.7		0.12	31.1				0	40	36	24
S7	C1	10.0-10.5	1.90	28.2	60.2	39.2	21.0	1.52	2.54	0.714	100		0.50	18.8				0	1	13	86
S10	C1	19.5-20.0	1.89	30.1	49.8	36.0	13.8	1.43	2.61	0.797	98.6		0.22	24.8				0	22	50	28
S14	C1	7.5-8.0	1.23	170.7	206.0	165.0	41.0	0.86	2.13	3.681	98.6		0.19	28.3				3	24	38	35
S14	C2	8.5-9.0	1.42	81.5	136.0	103.0	33.0	1.65	2.65	2.387	90.5		0.24	22.5				5	41	32	22

COMPLESSO DELLE ARGILLE, SABBIE E GHIAIE																					
		ELL										TAGLIO DIRETTO			COMPRESSIBILITA'			GRANULOMETRIA			
Sondaggio	C.I.	Profondità dal p.e. (m)	γ t/m ³	W_n (%)	W_l (%)	W_p (%)	I_p	I_c	γ_s t/m ³	e	S_r (%)	c_u kg/cm ²	c' kg/cm ²	ϕ' (°)	σ kg/cm ²	C_v cm ² /sec	E_{ed} kg/cm ²	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)
S3	C2	14.6 – 15.0	1.94	24.3	38.8	27.9	10.9	1.33	2.59	0.660	95.3				1-2	3.06x10 ⁻³	67	3	11	48	38
S5	C2	13.0 – 13.5	1.83	33.8	72.3	50.0	22.3	1.73	2.54	0.857	100	1.06						0	2	10	88
S6	C3	18.0 – 18.5	1.90	25.9	55.3	34.6	20.7	1.42	2.54	0.684	96.2	0.30	20.3	1-2	8.09x10 ⁻⁴	45	1	9	27	63	
S7	C2	16.0 – 16.5	1.57	56.7					2.43	1.425	96.7	0.10	29.4					3	55	25	17
S8	C1	20.0 – 20.5	1.70	45.1	66.3	49.3	17.0	1.25	2.68	1.287	93.9	0.25	20.7					0	4	39	57
S9	C1	22.0 – 22.5	1.87	31.4	48.3	36.5	11.8	1.43	2.56	0.799	100	0.16	25.2					0	20	50	30
S11	C1	22.0 – 22.5	1.86	35.8	53.6	39.2	14.4	1.24	2.67	0.955	100	0.26	21.1	1-2	9.22x10 ⁻⁴	62	0	13	41	46	

COMPLESSO DELLE ARGILLE E SABBIE MARINE																					
		ELL										TAGLIO DIRETTO			COMPRESSIBILITA'			GRANULOMETRIA			
Sondaggio	C.I.	Profondità dal p.e. (m)	γ t/m ³	W_n (%)	W_l (%)	W_p (%)	I_p	I_c	γ_s t/m ³	e	S_r (%)	c_u kg/cm ²	c' kg/cm ²	ϕ' (°)	σ kg/cm ²	C_v cm ² /sec	E_{ed} kg/cm ²	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)
S11	C2	25.5 – 26.0	1.92	28.4	44.3	34.9	9.4	1.69	2.66	0.779	97	0.64	0.23	27.1				0	10	57	33
S13	C1	15.0 – 15.5	1.80	40.7	61.3	46.2	15.1	1.36	2.67	1.087	100	0.89	0.36	15.6				0	3	45	52

Per la consultazione del materiale si rimanda agli appositi allegati presenti nella relazione geologica, idrogeologica e geotecnica, allegata al progetto preliminare della metropolitana leggera-sistema automatico di trasporto "Eur Palasport – Tor de' Cenci" (elaborato 1 – 314 1004 2 R DG ID 004). Si sottolinea che tutti i dati riportati nelle tabelle sono stati presi dai profili geologici in quanto non state trovate le stratigrafie dei sondaggi ed i certificati delle prove del laboratorio geotecnico.

B. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL CORRIDOIO FILOVIARIO RAMO "EUR – TOR DE' CENCI" (FEBBRAIO 2007)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 5 sondaggi a carotaggio continuo (da S1 a S5) spinti fino a profondità variabili da 20,0 m e 37,0 m dal p.c.;
- 16 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 10 campioni prelevati nel corso delle perforazioni, di cui solo n. 6 analizzati;
- 5 misure piezometriche all'interno dei fori di sondaggio S1 e S2.

Le specifiche sulle profondità di investigazione e del livello di falda, nonché sulle prove in foro e sul prelievo dei campioni indisturbati sono elencate nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) <i>in rosso il campione prelevato ma non sottoposto a prove di laboratorio</i>	SPT (profondità – N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
S1	20	C1 (16,5)	6,9 - N _{SPT} = 11 10,0 - N _{SPT} = 39 14,2 - N _{SPT} = Rif.	9,5
S2	30	C1 (24,0)	4,5 - N _{SPT} = 9 8,0 - N _{SPT} = Rif. 13,5 - N _{SPT} = 44 18,0 - N _{SPT} = 52 20,5 - N _{SPT} = 61 27,0 - N _{SPT} = 30	22,35
S3	20	C1 (8,2) C2 (13,0)	3,7 - N _{SPT} = Rif. 6,0 - N _{SPT} = Rif.	9,5
S4	37	C1 (10,5) C2 (19,5) C3 (25,5)	7,5 - N _{SPT} = 29 35,0 - N _{SPT} = Rif.	8,58
S5	30	C1 (10,3) C2 (18,7) C3 (24,0)	4,5 - N _{SPT} = 2 7,0 - N _{SPT} = 32 13,6 - N _{SPT} = Rif.	9,57

Di seguito si riporta la sintesi dei parametri geotecnici ottenuti dai campioni prelevati:

SONDAGGIO	CAMPIONE (m dal p.c.)	Peso naturale del terreno (γ -kN/m ³)	Coesione (c - kPa)	Angolo d'attrito (ϕ - °)	Prova E.L.L. (kPa)
S1	C1 (16,5)	16,0	21,0	21,2	198
S3	C1 (8,2)	17,3	10,4	26,4	305
S4	C1 (10,5)	17,8	42,1	25,8	219
S4	C2 (19,5)	16,5	40,7	18,6	489
S4	C3 (25,5)	17,0	40,7	23,1	667

S5	C2 (18,7)	18,6	0,0	27,4	266
-----------	-----------	------	-----	------	-----

Per la consultazione dei certificati delle prove geotecniche di laboratorio e delle stratigrafie dei sondaggi si rimanda agli appositi allegati presenti nella relazione geologica, idrogeologica e geotecnica, allegata al progetto definitivo del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (elaborato 2 - TDC 02 B1 TU D TDC C R DB 001 a).

C. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELL'AMBITO 1 (SPINACETO - MAESTRINI) DEL CORRIDOIO FILOVIARIO RAMO "EUR - TOR DE' CENCI" (GENNAIO/FEBBRAIO 2012)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 3 sondaggi a carotaggio continuo, denominati S1-S2-S3, spinti fino a profondità variabili da 15,0 a 20,0 m dal p.c.;
- 2 prove sismiche tipo M.A.S.W. (M.A.S.W. 1 e M.A.S.W. 2);
- 10 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 1 campione indisturbato prelevato nel corso della perforazione S2.

Le profondità di investigazione nonché le prove in situ e il prelievo del campione indisturbato sono elencati nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) <i>in rosso il campione prelevato ma non sottoposto a prove di laboratorio</i>	SPT (profondità - N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
S1	15	-	3,0 - N _{SPT} = 42 6,0 - N _{SPT} = 38 9,0 - N _{SPT} = Rif.	-
S2	20	C1 (16,0)	3,0 - N _{SPT} = 19 6,0 - N _{SPT} = 30 9,0 - N _{SPT} = 21 12,0 - N _{SPT} = 27	-
S3	15	-	3,0 - N _{SPT} = 23 6,0 - N _{SPT} = 24 9,0 - N _{SPT} = Rif.	-

Le prove geofisiche hanno fornito i seguenti dati:

N PROVA	V ₅₃₀ (m/s)	Categoria di Sottosuolo
MASW 1	287,2	C
MASW 2	278,5	C

Sulla base dei dati delle prove in situ e di laboratorio, delle stratigrafie di sondaggio e delle prove geofisiche è stato determinato il seguente modello geotecnico del terreno di fondazione composto da 4 unità litotecniche:

FORMAZIONE GEOLOGICA	UNITÀ LITOTECNICA	Peso Unità Volume (kN/m ³)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito (°)
Formazione di Villa Senni (Membro delle Pozzolanelle) (VSN2)	Piroclastiti	15 - 17 (♦)	10 - 24 (♦)	38 (*)
Formazione di Fosso del Torrino (FTR)	Sabbie limose	18 - 21 (♦)	5 - 15 (♦)	34 (*)
Unità di Tor de' Cenci (TDC)	Piroclastiti	15 - 17 (♦)	-	34 - 36 (*)
Formazione di Ponte Galeria - Membro della Pisana - Litofacies argilloso-sabbiosa (PGL3b)	Sabbie limose e Argille limose	18 - 19 (♦)	30 - 35 (♦)	31 (*)

(♦ dati di letteratura) (*) dati ricavati dalle prove geognostiche)

Per la consultazione delle elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T., delle diagrafie ed elaborazioni delle prove geofisiche, delle stratigrafie dei sondaggi si rimanda agli appositi allegati al progetto esecutivo dell'Ambito 1 del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (elaborato 3 - Relazione Geologica - TDC A1 PE 01 000 00 R DB 002 ed elaborato 4 - Indagini geognostiche - TDC A1 PE 01 000 00 R DB 001).

D. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE INERENTI IL PROGRAMMA URBANISTICO PER L'AREA "EUR - CASTELLACCIO" (MARZO 2001)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 6 sondaggi a carotaggio continuo, denominati S1-S3-S8-S9-S10-S11, spinti fino a profondità variabili da 60,0 a 74,0 m dal p.c.;
- 19 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 26 campioni prelevati nel corso delle perforazioni, di cui solo n. 17 analizzati;

Le profondità di investigazione nonché le prove in situ e il prelievo dei campioni sono elencati nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) <i>in rosso il campione prelevato ma non sottoposto a prove di laboratorio</i>	SPT (profondità - N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
S1	60	C1 (6,0) C2 (10,0) C3 (26,0) C4 (40,0) C5 (44,0)	6,5 - N _{SPT} = 16 10,5 - N _{SPT} = 16 16,0 - N _{SPT} = 23 21,0 - N _{SPT} = 6 27,0 - N _{SPT} = 10	3,0
S3	63	C1 (11,0) C2 (19,5) C3 (28,5) C4 (49,0)	8,5 - N _{SPT} = 7 17,0 - N _{SPT} = 12 24,0 - N _{SPT} = 5 30,5 - N _{SPT} = 15	-
S8	63,5	C1 (10,0) C2 (37,5) C3 (41,0) C4 (57,0)	33,0 - N _{SPT} = 15	-
S9	62,0	C1 (50,0) C2 (55,0) C3 (59,5)	46,0 - N _{SPT} = 21 51,5 - N _{SPT} = 19 57,0 - N _{SPT} = 15	-
S10	74,0	C1 (11,5) C2 (15,5) C3 (24,0) C4 (29,0) C5 (53,0)	19,0 - N _{SPT} = 6 31,0 - N _{SPT} = 4 45,0 - N _{SPT} = 12	-
S11	63,0	C1 (11,0) C2 (19,0) C3 (41,5) C4 (54,0) C5 (61,0)	7,0 - N _{SPT} = 7 44,5 - N _{SPT} = 20 56,0 - N _{SPT} = 12	0,40

Di seguito si riporta la sintesi dei parametri geotecnici ottenuti dai campioni prelevati:

SONDAGGIO	CAMPIONE (m dal p.c.)	Peso naturale del terreno (γ -kN/m ³)	Coesione (c - kPa)	Angolo d'attrito (ϕ - °)	Coesione non drenata (c - kPa)	Angolo d'attrito non drenato (ϕ - °)	Prova E.L.L. (kPa)
S1	C2 (10,0)	17,5	6	16,0	-	-	-
S1	C3 (26,0)	18,0	-	-	-	-	15
S1	C4 (40,0)	18,6	-	-	-	-	50
S3	C1 (11,0)	17,6	8	25,0	-	-	-
S3	C2 (40,0)	18,8	-	-	-	-	20
S3	C3 (28,5)	17,6	-	-	-	-	60
S3	C4 (49,0)	17,5	-	-	-	-	70
S8	C1 (10,0)	18,7	-	-	-	-	50
S8	C2 (37,5)	17,5	-	-	80	0	-
S8	C3 (41,0)	17,7	-	-	-	-	80
S9	C1 (50,0)	18,4	1	32	-	-	-
S9	C2 (55,0)	17,6	-	-	74	0	-
S10	C2 (15,5)	18,5	8	26	-	-	-
S10	C3 (24,0)	18,4	-	-	-	-	35
S10	C5 (53,0)	17,7	-	-	-	-	80
S11	C1 (11,0)	17,8	-	-	-	-	38
S11	C2 (19,0)	18,5	-	-	50	0	-

Per la consultazione dei certificati delle prove geotecniche di laboratorio e delle stratigrafie dei sondaggi si rimanda all'allegato 2 della relazione geologica allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (elaborato 5 - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 504).

E. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELL'AMBITO 5 (CANTIERE COLOMBO - CASTELLACCIO) DEL CORRIDOIO FILOVIARIO RAMO "EUR - TOR DE' CENCI" (OTTOBRE/DICEMBRE 2009)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 3 sondaggi a carotaggio continuo denominati C5.01-C5.02-C5.03 spinti ognuno fino alla profondità di 30,0 m dal p.c.;
- 1 prove sismiche tipo M.A.S.W. (M4.01);
- 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (D.P.S.H.) denominate P5.01-P5.02-P5.03-P5.04;

- 11 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 17 campioni prelevati nel corso delle perforazioni.

Le profondità di investigazione nonché le prove in situ e il prelievo dei campioni sono elencati nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) <i>in rosso il campione prelevato ma non sottoposto a prove di laboratorio</i>	SPT (profondità - N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
C5.01	30	C1 (8,4) C2 (16,5) C3 (20,5) C4 (23,5) C5 (26,5)	4,5 - N _{SPT} = 7 7,5 - N _{SPT} = 6 13,7 - N _{SPT} = 23	10,4
C5.02	30	C1 (3,0) C2 (7,0) C3 (10,0) C4 (15,0) C5 (19,5) C6 (23,0) C7 (28,0)	1,5 - N _{SPT} = 33 5,0 - N _{SPT} = 42 9,0 - N _{SPT} = 9 13,0 - N _{SPT} = 51	11,5
C5.03	30	C1 (8,0) C2 (10,0) C3 (16,6) C4 (22,6) C5 (28,6)	3,0 - N _{SPT} = 24 5,5 - N _{SPT} = 68 8,2 - N _{SPT} = 24 12,0 - N _{SPT} = 2	-

La prova geofisica ha fornito il seguente dato:

N. PROVA	V _{s30} (m/s)	Categoria di Sottosuolo
M4.01	300,6	C

Per la consultazione delle elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. e D.P.S.H., delle diagrafie ed elaborazioni delle prove geofisiche, delle stratigrafie dei sondaggi si rimanda agli appositi allegati al progetto esecutivo dell'Ambito 5 del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (elaborato 5 -Relazione Geologica - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 504 ed elaborato 7 - Indagini geognostiche - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 501).

F. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELL'AMBITO 4 (CANTIERE VIADOTTO VIA DI DECIMA) DEL CORRIDOIO FILOVIARIO RAMO "EUR - TOR DE' CENCI" (DICEMBRE 2009)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 3 sondaggi a carotaggio continuo denominati C4.01-C4.02-C4.03 spinti ognuno fino alla profondità di 40,0 m dal p.c.;
- 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (D.P.S.H.) denominate P4.01-P4.02-P4.03;
- 5 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 15 campioni prelevati nel corso delle perforazioni.

Le profondità di investigazione nonché le prove in situ e il prelievo dei campioni sono elencati nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) <i>in rosso il campione prelevato ma non sottoposto a prove di laboratorio</i>	SPT (profondità - N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
C4.01	40	C1 (4,0) C2 (6,0) C3 (8,5) C4 (22,8)	-	8,7
C4.02	40	C1 (15,7) C2 (19,0) C3 (22,0) C4 (24,5) C5 (27,7)	5,1 - N _{SPT} = 15 10,0 - N _{SPT} = 18	6,0
C4.03	40	C1 (5,2) C2 (7,6) C3 (13,5) C4 (16,5) C5 (18,2) C6 (25,0)	2,0 - N _{SPT} = 4 8,0 - N _{SPT} = 44 30,0 - N _{SPT} = 15	3,4

Per la consultazione delle elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. e D.P.S.H., delle stratigrafie dei sondaggi si rimanda agli appositi allegati al progetto esecutivo dell'Ambito 5 del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (elaborato 5 -Relazione Geologica - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 504 ed elaborato 7 - Indagini geognostiche - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 501).

G. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELL'AMBITO 3 (CANTIERE SOVRAPPASSO IFO COLOMBO - MOSTACCIAANO) DEL CORRIDOIO FILOVIARIO RAMO "EUR - TOR DE' CENCI" (NOVEMBRE 2009 e GIUGNO 2010)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 3 sondaggi a carotaggio continuo denominati C3.01-C3.02-C3.03 spinti fino a profondità variabili da 15,5 a 20,0 m dal p.c.;
- 4 sondaggi a carotaggio continuo denominati C1.01-C1.02-C1.03-C1.04 spinti fino a profondità variabili da 31,5 a 41,5 m dal p.c.;
- 2 prove sismiche tipo M.A.S.W. (M1.01 e M1.02);
- 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (D.P.S.H.) denominate P3.01-P3.02-P3.03-P3.04;
- 27 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 16 campioni prelevati nel corso delle perforazioni.

Le profondità di investigazione nonché le prove in situ e il prelievo dei campioni sono elencati nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) <i>in rosso il campione prelevato ma non sottoposto a prove di laboratorio</i>	SPT (profondità - N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
C3.01	20	C1 (14,65)	3,0 - N _{SPT} = Rif. 6,0 - N _{SPT} = Rif.	10,8
C3.02	15,5	C1 (6,0)	2,0 - N _{SPT} = 60 7,5 - N _{SPT} = Rif. 9,4 - N _{SPT} = Rif.	12,0
C3.03	20	C1 (6,5)	3,5 - N _{SPT} = Rif. 9,5 - N _{SPT} = Rif.	13,5
C1.01	41,5	C1 (18,5) C2 (21,0) C3 (31,15)	2,0 - N _{SPT} = 54 4,0 - N _{SPT} = Rif. 6,0 - N _{SPT} = 24 8,8 - N _{SPT} = 67 10,0 - N _{SPT} =	10,2

			37 12,0 - N _{SPT} = 80 26,0 - N _{SPT} = 38	
C1.02	31,5	C1 (12,0) C2 (28,0)	3,0 - N _{SPT} = 29 4,0 - N _{SPT} = 33 6,0 - N _{SPT} = 34 8,6 - N _{SPT} = 30 17,5 - N _{SPT} = Rif. 27,0 - N _{SPT} = 59	-
C1.03	41,5	C1 (18,0) C2 (20,0) C3 (22,0)	2,0 - N _{SPT} = Rif. 4,0 - N _{SPT} = 30 6,0 - N _{SPT} = 40 8,0 - N _{SPT} = 37 10,0 - N _{SPT} = 25 12,0 - N _{SPT} = 37	11,10
C1.04	31,5	C1 (8,45) C2 (11,0) C3 (13,0) C4 (24,3) C5 (28,35)	4,0 - N _{SPT} = 33	-

Le prove geofisiche hanno fornito i seguenti dati:

N. PROVA	V _{s30} (m/s)	Categoria di Sottosuolo
M1.01	336,0	C
M1.02	352,8	C

Per la consultazione delle elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. e D.P.S.H., delle diagrame ed elaborazioni delle prove geofisiche, delle stratigrafie dei sondaggi si rimanda agli appositi allegati al progetto esecutivo dell'Ambito 5 del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (elaborato 5 -Relazione Geologica - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 504 ed elaborato 8 - Indagini geognostiche - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 502).

H. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA (CANTIERI COLOMBO – PONTINA, AIUOLA EUROMA 2, VIA ACQUA ACETOSA OSTIENSE) DEL CORRIDOIO FILOVIARIO RAMO "EUR – TOR DE' CENCI" (GENNAIO/LUGLIO e SETTEMBRE 2012)

Sono state effettuate le seguenti indagini/prove:

- 2 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1-S3 spinti ognuno fino alla profondità di 35,0 m dal p.c.;
- 1 sondaggio a carotaggio continuo denominato S2, attrezzato per l'esecuzione della prova Down-Hole, spinto fino alla profondità di 35,0 m dal p.c.;
- 4 prove sismiche tipo M.A.S.W.;
- 1 prova Down-Hole;
- 6 prove tromografiche (indagini geofisiche di tipo passivo – microtremiti H/V) denominate T1-T1-T2-T3A-T3B-T6;
- 10 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T.;
- 7 campioni prelevati nel corso delle perforazioni, di cui solo n. 5 analizzati.

Le profondità di investigazione nonché le prove in situ e il prelievo dei campioni sono elencati nella tabella sottostante:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	CAMPIONI (m dal p.c.) <i>in rosso il campione prelevato ma non sottoposto a prove di laboratorio</i>	SPT (profondità – N _{SPT})	Livello piezometrico (m dal p.c.)
S1	35	C1 (6,0) C2 (11,3)	3,3 - N _{SPT} = 6 17,5 - N _{SPT} = Rif.	2,3
S2	35	C1 (5,0) C2 (21,0)	3,0 - N _{SPT} = 4 8,0 - N _{SPT} = 13 12,0 - N _{SPT} = 10 18,0 - N _{SPT} = 20	12,0
S3	35	C1 (9,5) C2 (25,0) C3 (28,5)	3,0 - N _{SPT} = 6 6,0 - N _{SPT} = 32 13,0 - N _{SPT} = 26 17,0 - N _{SPT} = 6	-

Le prove geofisiche hanno fornito i seguenti dati:

N. PROVA	V _{s30} (m/s)	Categoria di Sottosuolo	Ubicazione
S2-DH	154,0	D	Via C. Colombo/Via Pontina
M1	260,60	C	Via C. Colombo
M1	292,0	C	Aiuola Euroma 2
M2	265,0	C	Aiuola Euroma 2
M1	338,0	C	Via Acqua Acetosa Ostiense

Per le prove tromografiche si vedano i risultati riportati nell'elaborato 7 (Indagini geognostiche - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 501) e nell'elaborato 10 (Risposta Sismica Locale - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 506).

Per la consultazione delle elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. e D.P.S.H., delle diagrame ed elaborazioni delle prove geofisiche, delle prove geotecniche di laboratorio e delle stratigrafie dei sondaggi si rimanda agli appositi allegati al progetto esecutivo dell'Ambito 5 del corridoio filoviario ramo "Eur – Tor de' Cenci" (elaborato 5 -Relazione Geologica - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 504, elaborato 7 - Indagini geognostiche - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 501 ed elaborato 9 - Prove di laboratorio - TDC A1 PE 05 000 00 R DB 503).

7. MODELLAZIONE SISMICA DEI PRINCIPALI SITI OGGETTO DELL'INTERVENTO

La pericolosità sismica di base dei siti, lungo i quali si sviluppa il tracciato filoviario, è descritta dalla probabilità (denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{vr}) che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" V_r espresso in anni) e in un detto sito, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; questa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche, di cui al paragrafo 3.2 del D.M. 17/01/2018 (di seguito indicato NTC - Norme Tecniche per le Costruzioni), e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, sono state definite le coordinate dei siti in cui verranno realizzate le n. 3 sottostazioni elettriche:

SSE A - Spinaceto (area di parcheggio posta a ridosso di Via dei Caduti della Guerra di Liberazione e Via Raffaele Aversa)

- Latitudine ($^{\circ}$): $\phi_{ED50} = 41,787908$ N
- Longitudine ($^{\circ}$): $\lambda_{ED50} = 12,444919$ E

SSE B - Maestrini (Via Versari)

- Latitudine ($^{\circ}$): $\phi_{ED50} = 41,798062$ N
- Longitudine ($^{\circ}$): $\lambda_{ED50} = 12,443630$ E

SSE C - Colombo (sul dismesso rilevato della rampa di inversione Pontina-Colombo, fra il corridoio e la via Pontina)

- Latitudine ($^{\circ}$): $\phi_{ED50} = 41,810144$ N
- Longitudine ($^{\circ}$): $\lambda_{ED50} = 12,457468$ E

(il pedice ED50 si riferisce all'ellissoide di riferimento adottato per la carta di pericolosità dell'I.N.G.V.).

Le aree dei siti ricadono nell'Unità Amministrativa Sismica (U.A.S.) del Municipio IX (ex XII) del Comune di Roma, classificata in zona sismica 2 e sottozona sismica B secondo la D.G.R. del Lazio n. 387 del 22 Maggio 2009.

Per definire le azioni sismiche di progetto deve essere valutata la risposta sismica locale eseguendo specifiche indagini che permettono di calcolare le modifiche del segnale sismico in ampiezza, durata e contenuto in frequenza rispetto al sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale, come indicato nel § 7.11.3 delle NTC.

In assenza di tali analisi, le NTC consentono di usare un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento riassunte nella *tabella 3.2.II del D.M. del 17/01/2018*. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s).

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Per tenere conto di superfici topografiche non orizzontali è necessario realizzare analisi di risposta sismica locale, se di altezza maggiore di 30 m, per valutare le azioni

sismiche. Per configurazioni semplici (geometrie prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate), le norme permettono un approccio semplificato facendo riferimento alle categorie topografiche descritte nelle tabelle 3.2.III e 3.2.V del D.M. del 17/01/2018.

Per la stima delle velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato ($V_{s,i}$) di spessore h_i , ovvero la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,30}$), è stata definita attraverso la relazione 3.2.1 del § 3.2.2 delle NTC.

Alla luce dei dati attualmente disponibili, sono state prese in considerazione:

- per la SSE A - Spinaceto, le n. 2 prove M.A.S.W., eseguite dalla Icofond S.r.l., per la progettazione esecutiva dell'Ambito 1 (Via Carmelo Maestrini - Spinaceto) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- per la SSE B - Maestrini, le n. 2 prove M.A.S.W., eseguite dalla Icofond S.r.l., per la progettazione esecutiva dell'Ambito 3 (Sovrappasso IFO Colombo - Mostacciano) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- per la SSE C - Colombo, la n. 1 prova Down-Hole, eseguita dalla Icofond S.r.l., per la progettazione esecutiva dell'Ambito 5 (Via C. Colombo - Via Pontina) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";

dalle quali si sono ottenuti, rispettivamente, i valori delle $V_{s,30}$ pari a:

- per la SSE A - Spinaceto, 287,2 m/s (M.A.S.W. n. 1) e 278,5 m/s (M.A.S.W. n. 2);
- per la SSE B - Maestrini, 336,0 m/s (M1.01) e 352,8 m/s (M1.02);
- per la SSE C - Colombo, 154 m/s (S2-DH).

Si è ipotizzato, quindi, che i siti delle SSE Spinaceto e Maestrini ricadono nella categoria di sottosuolo C, mentre, quello della SSE Colombo nella categoria di sottosuolo D.

Entrambi i siti sono caratterizzati da un profilo longitudinale pressoché rettilineo; a tale assetto morfologico è assegnata la Categoria Topografica T1.

Inoltre, in ottemperanza a quanto stabilito dall'Allegato C del Regolamento Regionale n. 14 del 13/07/2016, nella presente relazione è riportato lo stralcio del Livello 1 di Microzonazione Sismica validato dalla Regione Lazio (http://www.regione.lazio.it/prl_ambiente/?vw=contenutidettaglio&id=156), con Determinazione n. A05746 del 11/07/2013 "Studio di Livello 1 di Microzonazione Sismica dell'Unità Amministrativa Sismica del Municipio Roma XII. Validazione ai sensi della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010. Istanza 240 MS".

Il Livello 1 è un livello di base che consiste nella rilettura e successiva rielaborazione dei dati geologici, geofisici e geotecnici preesistenti e/o eseguiti appositamente, al fine di suddividere qualitativamente il territorio in Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (di seguito Carta M.O.P.S.). Il Livello 1 è obbligatorio e propedeutico per tutte le Unità Amministrative Sismiche (UAS), della Regione Lazio, che predispongono i nuovi strumenti urbanistici generali e/o loro varianti generali, fatto salvo per le aree di cui al Capitolo 7 della DGR Lazio n. 545/2010.

Le finalità del Livello 1 sono:

- individuare le aree suscettibili di amplificazioni e/o di effetti locali permanenti;
- indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario in base alla DGR n. 545/10;
- definire le tipologie di effetti attesi;

- definire il modello geologico, in termini di caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo che costituirà la base per la Microzonazione Sismica.

L'Ufficio Geologico e Sismico della Regione Lazio ha messo a disposizione, per la visione ed il download, i file in formato PDF dei Livelli 1 validati. È stato possibile, quindi, scaricare il PDF della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) per la UAS, in cui ricade il sito in esame, già validata.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici (si sottolinea che si tratta di dati pregressi, già disponibili per l'area), è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Questa carta identifica le geometrie di microzone potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici. Le microzone della carta sono classificate in 3 categorie e, come si evince dalla cartografia ([elaborato grafico TDC A1 PE TU D TDC C D DB012 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica](#)), l'area in cui verrà realizzato il tracciato filoviario ricade nelle **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica** (di seguito **ZAS**), in cui il moto sismico è modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di suolo, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio e quindi sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale.

Sono le zone dove sono presenti terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_s < 800$ m/s). Gli spessori di questi terreni devono essere superiori ai 5 m. Le litologie alle quali si assimilano quelle presenti sul territorio dalla carta geologica sono in sintesi rappresentate da:

- riporto antropico;
- deposito alluvionale a granulometria mista o indistinta;
- substrato caratterizzato da $V_s < 800$ m/s.

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono riportate sull'elaborato grafico [TDC A1 PE TU D TDC C D DB012](#) ed ognuna ha una corrispondenza univoca con una successione litologica riportata in legenda. Unitamente sono rappresentate sul medesimo elaborato sia le forme di superficie, nella fattispecie l'orlo di scarpata morfologica (10-20 m), e sia le forme/elementi sepolti, nella fattispecie l'area con cavità sepolta.

In relazione agli effetti dovuti ad una sollecitazione sismica, gli aspetti geologici e geomorfologici principali da considerare sono così sintetizzabili:

- amplificazione per effetti topografici e morfologici. Sono discontinuità morfologiche che possono comportare l'amplificazione del moto del suolo connessa con la focalizzazione delle onde sismiche, quali, nel nostro caso, orlo di scarpata morfologica ($h > 10$ m);
- amplificazione per effetti litologici. L'amplificazione è legata in primo luogo a differenze in termini di rigidità sismica tra substrato e copertura e secondariamente alla conformazione geometrica con conseguenti fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche: valli fluviali, conoidi, falde di detrito, ammassi rocciosi molto fratturati;
- amplificazione per morfologie sepolte. In questo caso il fenomeno di amplificazione è generato a causa di un substrato roccioso con morfologia sepolta molto accidentata (es. presenza di paleovalvei). Ciò può produrre anche fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche.

Nel paragrafo 9.3 si riportano i calcoli dei coefficienti e parametri sismici secondo le NTC 2018 per la definizione della pericolosità sismica - considerando che le n. 3 SSE ricadono in classe d'uso III - ottenuti mediante l'utilizzo dell'applicazione "Geostru PS" (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>):

8. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica ed idrogeologica è stata redatta successivamente all'approvazione del progetto definitivo della variante di tracciato del corridoio filoviario "Eur-Tor de' Cenci", a valle della Conferenza di Servizi del 14.07.2017.

Le indicazioni geologiche-idrogeologiche-geotecniche-sismiche a supporto della progettazione sono state estratte da precedenti studi effettuati sulle zone adiacenti e limitrofe e contenuti:

- nella relazione geologica, idrogeologica e geotecnica, allegata al progetto preliminare della metropolitana leggera-sistema automatico di trasporto "Eur Palasport - Tor de' Cenci";
- nella relazione geologica, idrogeologica e geotecnica, allegata al progetto definitivo del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nella relazione geologica, allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 1 (Spinaceto - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nella relazione sulle indagini geognostiche e sismiche, allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 1 (Spinaceto - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nella relazione geologica, allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nelle sezioni geologiche, allegate al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nella relazione sulle indagini geognostiche e sismiche, allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nella relazione sulle indagini geognostiche e sismiche, allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 "Passerella Ciclopedonale IFO COLOMBO" (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nelle prove di laboratorio, allegate alla relazione geologica del progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nella relazione sulla Risposta Sismica Locale, allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci";
- nella relazione geologica, allegata al progetto definitivo della Variante di Tracciato del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci".

L'area interessata dal progetto si sviluppa nel territorio del Municipio IX (ex Municipio XII) del Comune di Roma ed è rappresentata:

- negli Elementi n. 374141 "E.U.R.", n. 374142 "Cecchignola", n. 374143 "Torrino", n. 374144 "Trullo" e n. 387024 "Spinaceto" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000;
- nelle Sezioni n. 374140 "E.U.R." e n. 387020 "Spinaceto" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000;

- nelle Tavole n. 149 quadrante II NE "Acilia" e n. 150 quadranti III NO "Cecchignola" e IV SO "Roma" in scala 1:25.000;
- nel Foglio n. 374 "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000;
- nei Fogli n. 149 "Cerveteri" e n. 150 "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Lo studio dell'area è stata effettuato anche attraverso:

- il reperimento e l'analisi delle fonti bibliografiche disponibili, presenti nella letteratura tecnico-scientifica;
- un rilievo in sito atto ad inquadrare l'area dal punto di vista morfologico.

Tutte le informazioni raccolte sono confluite anche all'interno di:

- elaborati grafici allegati, costituenti parte integrante della presente relazione, restituiti in scala 1:10000;
- un CD-ROM, anch'esso costituente parte integrante della presente relazione, in cui sono stati inseriti gli elaborati documentali relativi agli studi effettuati sulle zone di intervento e limitrofe.

Dalla carta geologica si distinguono lungo il corridoio filoviario, dai più recenti ai più antichi, i seguenti terreni:

- Depositi Antropici (Olocene);
- Depositi Alluvionali (Olocene);
- Formazione di Vitinia (Pleistocene medio p.p.);
 - Formazione di Villa Senni (Pleistocene medio p.p.);
- Conglomerato Giallo (Pleistocene medio p.p.);
- Pozzolane Rosse (Pleistocene medio p.p.);
- Lave di Vallerano (Pleistocene medio p.p.);
- Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano (Pleistocene medio p.p.);
- Formazione di Valle Giulia (Pleistocene medio p.p.);
- Unità di Tor de' Cenci (Pleistocene medio p.p.);
- Membro della Pisana - Litofacies argilloso-sabbiosa (Pleistocene inferiore medio p.p.).

Dai dati in possesso, in particolar modo dal profilo e dalle sezioni geologiche allegate al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario "Eur - Tor de' Cenci", dai profili geologici allegati al progetto preliminare della metropolitana leggera-sistema automatico di trasporto "Eur Palasport - Tor de' Cenci", è stato possibile definire la natura e le geometrie dei terreni, nonché la posizione del livello di falda.

Il territorio, che si estende tra il quartiere dell'Eur e quello di Spinaceto, è modellato in una successione di rilievi collinari, dalle sommità pianeggianti, sviluppate a quote intorno ai 40 e 50 m s.l.m., e dai fianchi più o meno ripidi da luogo a luogo, costituiti da depositi piroclastici e da alluvioni terrazzate.

Detti rilievi sono separati dalle valli di alcuni fossi tributari del Tevere: tra questi di particolare interesse sono il Fosso di Spinaceto ed il Fosso di Vallerano con i suoi sottobacini.

Le incisioni di detti fossi presentano, infatti, un'ampia pianura di fondovalle, sviluppata intorno alla quota 10 m s.l.m..

Non si hanno indicazioni della presenza, nell'area in esame, di cavità sotterranee estese e continue riconducibili a vecchie coltivazioni di pozzolana o di tufo, che, per le loro dimensioni e per la loro estensione, possano costituire vincoli importanti per l'esecuzione dei lavori.

Tuttavia, dalla letteratura tecnico-scientifica, si segnalano la presenza di n. 2 cavità in prossimità della variante di tracciato:

- Via C. Colombo, Viale Algeria presso Via Marocco (Foglio 5 h11/n. 87);
- Via Gide (Foglio 10 I11/n. 44).

Inoltre è probabile che nei riporti siano presenti microcavità connesse alle modalità di messa in posto del materiale, alla sua compattazione ed a possibili fenomeni subsuperficiali di erosione sottocutanea (perdite della rete fognaria e/o idrica cittadina).

Si deve considerare comunque che gran parte della morfologia dell'area considerata è stata modificata con scavi ed accumuli di terreno di riporto connessi alle opere di urbanizzazione. Le zone in scavo sono ubicate essenzialmente sui fianchi e sulla sommità dei rilievi collinari, mentre consistenti accumuli di terreni di riporto sono serviti a rialzare la quota dei fondivalle e a rimodellare localmente il fianco dei fossi.

Gli interventi previsti in progetto rientrano comunque tra quelli consentiti nelle fasce di assetto idraulico, a condizione che non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso delle acque e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile.

Infatti, le norme di Piano (Progetto di aggiornamento del PS5) specificano quanto di seguito riportato:

- **art. 17 - "Misure per la fascia A e le zone di rischio R4"**: sono ammessi "gli interventi di ampliamento di opere pubbliche o di pubblico interesse, riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché di realizzazione di nuove infrastrutture lineari e/o a rete non altrimenti localizzabili, compresa la realizzazione di manufatti funzionalmente connessi e comunque ricompresi all'interno dell'area di pertinenza della stessa opera pubblica. È consentita altresì la realizzazione di attrezzature ed impianti sportivi e ricreativi all'aperto con possibilità di realizzazione di modesti manufatti accessori a servizio degli stessi. Tali interventi sono consentiti a condizione che tali interventi non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile" (co. 2, lett. e). Per tali opere è richiesto il nulla osta idraulico di cui al Regio Decreto 523/1904 da parte dell'Autorità idraulica competente (co. 3);
- **art. 18 - "Misure per la fascia B e le zone di rischio R3"**: sono ammessi "tutti gli interventi già consentiti nella fascia A anche con aumento di volume e ampliamento e modifica delle destinazioni d'uso" (co. 2, lett. a);
- **art. 19 - "Misure per la fascia C e le zone di rischio R2"**: "... sono attuabili le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti" (co. 2). "L'Autorità idraulica competente esprime parere di cui al R.D. n. 523/1904 nei casi di nuove realizzazioni di infrastrutture lineari quali ferrovie, autostrade e strade extraurbane" (co. 4).

Le diverse formazioni geologiche, che formano la locale successione stratigrafica lungo il tracciato filoviario, possono essere raggruppate in differenti "complessi idrogeologici" così distribuiti dall'alto verso il basso:

- Complesso idrogeologico dei terreni di riporto;

- Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali;
- Complesso idrogeologico delle ghiaie e sabbie della Formazione di Vitinia;
- Complesso Idrogeologico delle Pozzolanelle;
- Complesso Idrogeologico del Tufo Lionato;
- Complesso Idrogeologico della Formazione del Fosso del Torrino;
- Complesso Idrogeologico delle Pozzolane Rosse e Pozzolane Nere;
- Complesso Idrogeologico delle Lave;
- Complesso idrogeologico del Distretto Vulcanico Sabatino;
- Complesso Idrogeologico della Formazione di Valle Giulia;
- Complesso Idrogeologico dei Tufi Pisolitici;
- Complesso delle argille sabbiose, limi sabbiosi e sabbie.

La direzione generale di flusso della falda regionale, da SE a NO, risente fortemente del drenaggio del corso d'acqua principale (Fiume Tevere) e in minor misura dei fossi minori (Fosso di Vallerano e Fosso di Spinaceto). Le carte idrogeologiche disponibili e le quote indicate nelle stratigrafie dei sondaggi indicano, per l'area in esame, una falda di base con flusso idrico sotterraneo orientato verso ONO e livello piezometrico medio, che si attesta intorno alla quota di circa 20 m s.l.m.. L'effettiva quota della falda/e e la sua oscillazione stagionale dovrà essere accertata in dettaglio con il monitoraggio dei piezometri installati nei fori di perforazione.

La campagna di indagine geognostica, eseguita nel Giugno 2018, ha preso, quindi, in considerazione i potenziali aspetti di pericolosità e vulnerabilità, desunti dall'analisi e dalla comparazione degli elementi acquisiti nelle precedenti campagne geognostiche.

Tra i principali aspetti di pericolosità:

- possibili fenomeni di amplificazione delle onde sismiche. Si è visto che tra le cause principali di amplificazione del moto sismico sono sia il fenomeno di intrappolamento di onde S all'interno del deposito (dovuto al contrasto di impedenza tra terreno e bedrock) sia la risonanza determinata dalla prossimità delle frequenze del moto del substrato a quelle naturali di vibrazione del deposito. Dagli studi eseguiti sulla sismicità storica della Città di Roma si è riscontrata una decisa correlazione fra i danni subiti e la natura morfo-litologica e geotecnica dei terreni: in particolare emerge che i danni sono maggiormente distribuiti nelle aree vallive e paleovallive della città ove sono presenti spessori significativi di depositi recenti ed olocenici (terreni di riporto e depositi alluvionali);
- contatti tra terreni a differente litologia e a diverso comportamento meccanico. Le campagne di indagini geognostiche hanno messo in evidenza la presenza di passaggi litologici tra diverse facies alluvionali oloceniche e/o pleistoceniche e di conseguenza dalle caratteristiche geomeccaniche estremamente differenti, che potrebbero causare cedimenti differenziali. Questi particolari contatti stratigrafici, a causa delle discontinuità presenti e per il fatto che terreni dalle caratteristiche di permeabilità e porosità fortemente diversificate possono trovarsi a contatto tra di loro, potrebbero essere sede di venute d'acqua (sia meteorica che di falda) durante lo scavo o presentare terreni le cui caratteristiche meccaniche sono molto deteriorate.

Tra i principali aspetti di vulnerabilità:

- inquinamento della/e falda/e durante le lavorazioni. È un aspetto che dovrà essere tenuto in considerazione per tutte le opere in progetto ed in tutte le fasi di

lavorazione. L'eventuale interferenza dei lavori con il regime di circolazione delle acque nel sottosuolo potrebbe essere la causa di inquinamento favorito dalla presenza di materiale sabbioso a permeabilità medio elevata.

In conclusione, le considerazioni geologico-tecniche desunte dalla sopra richiamata documentazione, pur confermando i quadri stratigrafici di riferimento, hanno tuttavia mostrato una grande variabilità di costituzione con effetti sulla effettiva complessità stratigrafica e geotecnica, rimandando alle successive fasi gli eventuali approfondimenti da parte del Progettista per confermare o meno i risultati ottenuti dalle campagne geognostiche.

Roma, lì 29 Ottobre 2018

Il Geologo
dott. geol. Emiliano Piccirilli

9. ALLEGATI

9.1 POZZI PRESENTI NELLA LETTERATURA TECNICO – SCIENTIFICA (VENTRIGLIA, 2002)

Legenda (presente nella Carta Litostratigrafica n. 10 – Ventriglia, 2002):

qa: alluvioni attuali (argille, limi, sabbie e ghiaie) e depositi eluviali di fondo alveo.

Api: Pozzolane Inferiori (Pozzolane Rosse) – tufo incoerente, violaceo o nerastro, a spiccate proprietà pozzolaniche; a volte separate dalla pozzolana media da un livello di “tufo terroso”.

Ata: Tufi Antichi – tufi grigi granulari, tufi grigi pisolitici, tufi pomicei biancastri, con intercalate colate di lava leucitica.

SI³: Tufo di Sacrofano – tufo stratificato varicolore da cineritico a lapilloso prevalentemente incoerente; alcuni livelli hanno un notevole spessore; se litoide grigio è detto localmente peperino; presenta intercalati paleosuoli, livelli diatomitici e lave leucitiche.

qt: diatomiti, limi lacustri e palustri, concrezioni e livelli travertinosi, sabbie dunari arrossate, ghiaietto alternato a sabbie, sabbie fluviali deltizie, argille, argille sabbiose e sabbie gialle localmente cementate in concrezioni, lenti di ciottolame.

➤ Foglio 10 I11/n. 3	Via Cristoforo Colombo: presso Via Borneo
pozzo	da 18 m s.l.m.; profondità 46 m
stratigrafia	0 – 4 terreno di riporto;
	4 – 14 argilla più o meno sabbiosa (qt);
	14 – 15 travertino (qt);
	15 – 22 sabbia e ghiaia (qt);
	22 – 31 argilla sabbioso limosa (qt);
	31 – 35 sabbia e ghiaia (qt);
	35 – 43 argilla grigia (qt);
	43 – 46 sabbia grigia (qt).

➤ Foglio 10 I11/n. 6	Viale dell'Oceano Atlantico: di fronte Viale Algeria
pozzo	da 16 m s.l.m.; profondità 17 m
stratigrafia	0 – 6 terreno di riporto;
	6 – 11 tufo terroso con intercalati livelli litoidi (SI ³);
	11 – 17 argilla grigia.

➤ Foglio 10 I11/n. 16	Viale C. Levi: presso l'angolo con Via C. Colombo
pozzo	da 16 m s.l.m.; profondità 27 m
stratigrafia	0 – 5 terreno di riporto;

	5 – 26 limo nero con torba (qa);
	26 – 27 argilla con ghiaia.

➤ Foglio 10 I11/n. 24	Via F. Mauriac: presso l'incrocio della Via Pontina con Via Cristoforo Colombo
pozzo	da 16 m s.l.m.; profondità 20 m
stratigrafia	0 – 2 terreno alluvionale;
	2 – 9 materiale vulcanico rimaneggiato, marrone rossastro, passante e a grigiastro, compatto;
	9 – 10 limo sabbioso, avana giallastro compatto;
	10 – 11 sabbia fine, grigiastra, sciolta;
	11 – 20 ghiaia.

➤ Foglio 10 I11/n.35	Via Proust
pozzo	da 35 m s.l.m.; profondità 20 m
stratigrafia	0 – 1 terreno vegetale;
	1 – 6 pozzolana marrone (Api);
	6 – 7 brecciole leucitiche;
	7 – 9 piroclastite rimaneggiata, avana giallastra;
	9 – 18 tufo litoide marrone rossastro;
	18 – 19 vuoto;
	19 – 20 tufo litoide marrone.
falda acquifera	livello statico 21 m s.l.m.

➤ Foglio 10 I11/n.40	presso Via Proust
pozzo	da 38 m s.l.m.; profondità 20 m
stratigrafia	0 – 1 terreno vegetale;
	1 – 20 pozzolana da marrone rossastra a rosso violacea (Api).

➤ Foglio 10 I11/n. 48	a circa 450 m a NE dall'incrocio della Via Pontina con Via dell'Acquacetosa Ostiense
pozzo	da 19 m s.l.m.; profondità 20 m
stratigrafia	0 – 1 terreno vegetale;
	1 – 4 tufo marrone rossastro rimaneggiato (Ata);
	4 – 16 limo sabbioso giallastro;

	16 – 20 sabbia avana giallastra.
➤ Foglio 10 i9/n. 5	Spinaceto: presso Largo Croce del Sud
note	un pozzo, iniziato a 30 m s.l.m., è stato scavato nel tufo litoide
	Lionato (Atl).
➤ Foglio 10 i9/n. 6	Via Eroi di Cefalonia: presso Largo M. Talamo
pozzo	da 9 m s.l.m.; profondità 61 m
stratigrafia	0 – 6 terreno bruno scuro con concrezioni biancastre (qa);
	6 – 9 sabbia argillosa grigiastra;
	9 – 12 sabbia grigiastra;
	12 – 24 ghiaia mista a sabbia.
falda acquifera	livello statico 18 m s.l.m.
➤ Foglio 10 i10/n. 1	Spinaceto: presso l'incrocio di Via C. Colombo con il G.R.A.
pozzo	da 44 m s.l.m.; profondità 40 m
note	Il pozzo è stato iniziato nella pozzolana rossa (Api).
➤ Foglio 10 i10/n. 2	Via Mezzocammino: presso Via dei Caduti per la Resistenza
pozzo	da 49 m s.l.m.; profondità 6 m
stratigrafia	0 – 2 terreno vegetale misto a pozzolana (Api);
	2 – 4 pozzolana (Api);
	4 – 6 lava leucitica.
➤ Foglio 10 i10/n. 3	Spinaceto: Via dei Caduti della Guerra di Liberazione presso Largo A. Annarumma
pozzo	da 51 m s.l.m.; profondità 5 m
stratigrafia	0 – 2 terreno vegetale misto a pozzolana (Api);
	2 – 4 pozzolana (Api);
	4 – 5 lava leucitica.
➤ Foglio 10 i10/n. 7	Spinaceto: Via dei Caduti per la Resistenza presso Largo N. Cannella
pozzo	da 47 m s.l.m.; profondità 9 m
stratigrafia	0 – 3 terreno vegetale misto a pozzolana (Api);

	3 – 8 pozzolana (Api);
	8 – 9 lava leucitica.
➤ Foglio 10 i10/n. 8a	Spinaceto: tra Via dei Caduti per la Resistenza e Via N. Stame
pozzo	da 49 m s.l.m.; profondità 10 m
stratigrafia	0 – 10 lava leucitica (AL ¹).
falda acquifera	livello statico 35 m s.l.m.
➤ Foglio 10 i10/n.8b	Spinaceto: tra Via dei Caduti per la Resistenza e Via N. Stame
pozzo	da 49 m s.l.m.; profondità 6 m
stratigrafia	0 – 2 terreno di riporto con grossi blocchi di lava (AL ¹);
	2 – 6 argilla plastica grigio verdastra.
➤ Foglio 10 i10/n.10	Spinaceto: Via Martiri di Marzabotto
pozzo	da 47 m s.l.m.; profondità 35 m
stratigrafia	0 – 7 terreno di riporto;
	7 – 15 tufo da terroso scuro a litoide, pisolitico, grigio (Ata);
	15 – 20 argilla limosa;
	20 – 24 argilla limosa passante in basso a sabbia;
	24 – 26 sabbia e sabbia argillosa;
	26 – 28 sabbia giallo rossastra;
	28 – 35 ghiaia.
➤ Foglio 10 i10/n.11	Spinaceto: Via Caduti Civili
pozzo	da 35 m s.l.m.; profondità 20 m
stratigrafia	0 – 7 terreno di riporto e alluvione (qa);
	7 – 10 tufo compatto (Ata);
	10 – 18 marna e sabbia marine;
	18 – 20 sabbia marina e pietrisco leucitico fratturato.
➤ Foglio 10 i10/n.12	Spinaceto: Viale Caduti della Guerra di Liberazione presso Via R. Aversa
pozzo	da 45 m s.l.m.; profondità 4 m
stratigrafia	0 – 1 ghiaia con acqua (qa);
	1 – 3 argilla con ghiaia e acqua;

	3 - 4 lava leucitica.
--	-----------------------

➤ Foglio 10 L10/n.2	Largo C. Croce
pozzo	da 41 m s.l.m.; profondità 27 m
stratigrafia	0 - 3 terreno argillificato (qa);
	3 - 6 tufo argillificato;
	6 - 18 sabbia con intercalata argilla azzurrastra;
	18 - 27 ghiaia sabbiosa.
note	nella ghiaia è stata raggiunta una seconda falda acquifera
falda acquifera	livello statico 32 m s.l.m.; 2ª falda a 23 m. s.l.m.

➤ Foglio 10 L10/n.3	Via dei Caduti della Guerra di Liberazione: presso Via A. Renzini
pozzo	da 48 m s.l.m.; profondità 20 m
stratigrafia	0 - 1 terreno vegetale;
	1 - 6 pozzolana rossa (Api);
	6 - 18 tufo grigio, passante in basso a tufo grigio pisolitico con intercalazione (da 7 a 10 m) di limo argilloso grigio chiaro;
	18 - 20 argilla limosa da grigio giallastra a verdastra.

➤ Foglio 10 L10/n.4	Tor de' Cenci: Viale Caduti per la Resistenza all'incrocio con Via Eroi di Cefalonia
pozzo	da 33 m s.l.m.; profondità 29 m
stratigrafia	0 - 1 tufo lionato (Atl);
	1 - 18 argilla sabbiosa grigia;
	18 - 29 ghiaia sede di una falda acquifera.
falda acquifera	livello statico 21 m s.l.m.

➤ Foglio 10 L10/n.5	Viale Caduti per la Resistenza: presso Via D. De Giovanni
pozzo	da 43 m s.l.m.; profondità 27 m
stratigrafia	0 - 2 terreno vegetale;
	2 - 6 limo grigio chiaro prodotto dell'alterazione del tufo (qa);
	6 - 7 tufo grigio pisolitico;
	7 - 19 alternanza di argilla grigio verdastra sabbia e limo;
	19 - 27 sabbia grigia.

➤ Foglio 10 L10/n.6	Viale degli Eroi di Rodi: presso l'angolo con Viale Caduti per la Resistenza
pozzo	da 43 m s.l.m.; profondità 27 m
note	un pozzo, è stato iniziato a 43 m s.l.m. nella pozzolana grigia (Aps)

➤ Foglio 10 L10/n.7	Presso l'angolo di Viale degli Eroi di Cefalonia con la S.S. Pontina
pozzo	da 47 m s.l.m.; profondità 28 m
stratigrafia	0 - 4 tufo (Ata);
	4 - 9 sabbia vulcanica (Ata);
	9 - 18 tufo da incoerente a litoide, da marrone a grigio, pisolitico (Ata);
	18 - 19 argilla nera torbosa;
	19 - 28 argilla grigia molto consistente.

➤ Foglio 10 L10/n.8	Viale degli Eroi di Cefalonia: presso Via A. Cozzi
pozzo	da 46 m s.l.m.; profondità 31 m
stratigrafia	0 - 10 pozzolana grigia (Aps);
	10 - 22 alternanza di sabbia argillosa e di argilla sabbiosa e localmente torbosa;
	22 - 31 banco di ghiaia.
falda acquifera	livello statico 24 m s.l.m.

9.2 CAVITA' PRESENTI NELLA LETTERATURA – SCIENTIFICA (VENTRIGLIA, 2002)

➤ Foglio 5 h 11/n.87	Via Cristoforo Colombo: Viale Algeria presso Via Marocco
note	è segnalata la presenza di gallerie di vecchie cave di pozzolana (Api).
➤ Foglio 10 I11/n.44	Via Gide
pozzo	da 42 m s.l.m.; profondità 20 m
stratigrafia	0 – 1 terreno vegetale;
	1 – 20 pozzolana (Api). Da 5,30 m a 7 m cavità.

9.3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI E PARAMETRI SISMICI AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEI SITI PREVISTI PER L'UBICAZIONE DELLE N. 3 SOTTOSTAZIONE ELETTRICHE

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame: SSE A – Spinaceto (area di parcheggio posta a ridosso di Via dei Caduti della Guerra di Liberazione e Via Raffaele Aversa)

Coordinate geografiche espresse in ED50

Latitudine (°): 41,787908 N

Longitudine (°): 12,444919 E

Coordinate geografiche espresse in WGS84

Latitudine (°): 41,786915 N

Longitudine (°): 12,443992 E

Classe d'uso: III (rif. par. 2.4.2 del DM 17/01/2018 ed allegato A della D.G.R. Lazio n. 489 del 17/10/2012). Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita Nominale di Progetto (V_n) (rif. par. 2.4.1 e tab. 2.4.I del DM 17/01/2018): 50 anni (valore minimo per i diversi tipi di costruzioni). Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari.

Tipo di interpolazione: media ponderata

Siti di riferimento:

	ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
Sito 1	28955	41,7798	12,4175	2447,519
Sito 2	28956	41,7804	12,4845	3386,037
Sito 3	28734	41,8304	12,4837	5718,206
Sito 4	28733	41,8298	12,4166	5220,190

Parametri sismici:

Categoria di sottosuolo: **C**. Depositi 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.

Categoria topografica: **T1**. Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media (i) ≤ 15°.

Coefficiente d'uso (cu) (rif. par. 2.4.3 e tab. 2.4.II del DM 17/01/2018): **1,5** (per classe d'uso III)

Periodo di riferimento (V_r) (rif. par. 2.4.3 e formula 2.4.1 del DM 17/01/2018): **75 anni** ($V_r = V_n \times cu = 50 \text{ anni} \times 1,5$)

Tabella 1: valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* e relativi spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r associati a ciascun stato limite.

Stato Limite	Prob. superamento %	T_r anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
Operatività (SLO)	81	45	0,052	2,521	0,263
Danno (SLD)	63	75	0,067	2,464	0,274
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,163	2,572	0,276
Prevenzione da collasso (SLC)	5	1462	0,207	2,526	0,282

Coefficienti sismici:

Stato Limite	S_s	C_c	S_t	K_h	K_v	A_{max} m/s ²	β_s
	-	-	-	-	-	-	-
SLO	1,500	1,630	1,000	0,015	0,008	0,760	0,200
SLD	1,500	1,610	1,000	0,020	0,010	0,993	0,200
SLV	1,450	1,610	1,000	0,057	0,028	2,318	0,240
SLC	1,390	1,590	1,000	0,081	0,040	2,826	0,280

dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica

C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo

S_t = coefficiente di amplificazione topografica

K_h = coefficiente sismico orizzontale = $\beta_s \times (A_{max}/g)$

K_v = coefficiente sismico verticale = $\pm 0,5 \times K_h$

A_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito = $S_s \times S_t \times a_g$

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

$A_{g0, \text{riferimento}}$ = accelerazione di riferimento per la U.A.S. Roma XII = 0,1630 m/s²

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame: **SSE B - Maestrini (Via Versari)**

Coordinate geografiche espresse in ED50

Latitudine (°): 41,798062 N

Longitudine (°): 12,443630 E

Coordinate geografiche espresse in WGS84

Latitudine (°): 41,797069 N

Longitudine (°): 12,442704 E

Classe d'uso: III (rif. par. 2.4.2 del DM 17/01/2018 ed allegato A della D.G.R. Lazio n. 489 del 17/10/2012). *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*

Vita Nominale di Progetto (V_n) (rif. par. 2.4.1 e tab. 2.4.I del DM 17/01/2018): **50 anni (valore minimo per i diversi tipi di costruzioni)**. *Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari.*

Tipo di interpolazione: **media ponderata**

Siti di riferimento:

	ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
Sito 1	28955	41,7798	12,4175	2966,430
Sito 2	28956	41,7804	12,4845	3914,907
Sito 3	29734	41,8304	12,4837	4897,916
Sito 4	29733	41,8298	12,4166	4184,183

Parametri sismici:

Categoria di sottosuolo: **C**. *Depositi 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.*

Categoria topografica: **T1**. *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media (i) $\leq 15^\circ$.*

Coefficiente d'uso (cu) (rif. par. 2.4.3 e tab. 2.4.II del DM 17/01/2018): **1,5** (per classe d'uso III)

Periodo di riferimento (V_r) (rif. par. 2.4.3 e formula 2.4.1 del DM 17/01/2018): **75 anni** ($V_r = V_n \times cu = 50 \text{ anni} \times 1,5$)

Tabella 1: valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* e relativi spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r associati a ciascun stato limite.

Stato Limite	Prob. superamento %	T_r anni	a_g g	F_0 -	T_c^* s
Operatività (SLO)	81	45	0,052	2,521	0,263
Danno (SLD)	63	75	0,067	2,465	0,274
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,161	2,575	0,277
Prevenzione da collasso (SLC)	5	1462	0,205	2,532	0,283

Coefficienti sismici:

Stato Limite	S_s -	C_c -	S_t -	K_h -	K_v -	A_{max} m/s ²	β_s -
SLO	1,500	1,630	1,000	0,015	0,008	0,759	0,200
SLD	1,500	1,610	1,000	0,020	0,010	0,989	0,200
SLV	1,450	1,600	1,000	0,056	0,028	2,296	0,240
SLC	1,390	1,590	1,000	0,088	0,040	2,797	0,280

dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica

C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo

S_t = coefficiente di amplificazione topografica

K_h = coefficiente sismico orizzontale = $\beta_s \times (A_{max}/g)$

K_v = coefficiente sismico verticale = $\pm 0,5 \times K_h$

A_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito = $S_s \times S_t \times a_g$

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

$a_{g0, riferimento}$ = accelerazione di riferimento per la U.A.S. Roma XII = 0,1630 m/s²

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame: SSE C – Colombo (sul dismesso rilevato della rampa di inversione Pontina-Colombo, fra il corridoio e la via Pontina)

Coordinate geografiche espresse in ED50

Latitudine (°): 41,810144 N

Longitudine (°): 12,457468 E

Coordinate geografiche espresse in WGS84

Latitudine (°): 41,809152 N

Longitudine (°): 12,456542 E

Classe d'uso: III (rif. par. 2.4.2 del DM 17/01/2018 ed allegato A della D.G.R. Lazio n. 489 del 17/10/2012). Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita Nominale di Progetto (V_n) (rif. par. 2.4.1 e tab. 2.4.I del DM 17/01/2018): **50 anni (valore minimo per i diversi tipi di costruzioni)**. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari.

Tipo di interpolazione: **media ponderata**

Siti di riferimento:

	ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
Sito 1	28733	41,8298	12,4166	4034,562
Sito 2	28734	41,8304	12,4837	3133,441
Sito 3	28956	41,7804	12,4845	3991,850
Sito 4	28955	41,7798	12,4175	4728,869

Parametri sismici:

Categoria di sottosuolo: **D**. Depositi 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.

Categoria topografica: **T1**. Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media (i) $\leq 15^\circ$.

Coefficiente d'uso (c_u) (rif. par. 2.4.3 e tab. 2.4.II del DM 17/01/2018): **1,5** (per classe d'uso III)

Periodo di riferimento (V_r) (rif. par. 2.4.3 e formula 2.4.1 del DM 17/01/2018): **75 anni** ($V_r = V_n$)

x cu = 50 anni x 1,5)

Tabella 1: valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* e relativi spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r associati a ciascun stato limite.

Stato Limite	Prob. superamento	T_r	a_g	F_0	T_c^*
	%	anni	g	-	s
Operatività (SLO)	81	45	0,052	2,518	0,263
Danno (SLD)	63	75	0,068	2,457	0,274
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,162	2,578	0,277
Prevenzione da collasso (SLC)	5	1462	0,206	2,534	0,283

Coefficienti sismici:

Stato Limite	S_s	C_c	S_t	K_h	K_v	A_{max}	β_s
	-	-	-	-	-	m/s ²	-
SLO	1,800	2,440	1,000	0,019	0,009	0,921	0,200
SLD	1,800	2,390	1,000	0,025	0,012	1,203	0,200
SLV	1,770	2,370	1,000	0,069	0,034	2,813	0,240
SLC	1,620	2,350	1,000	0,093	0,047	3,267	0,280

dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica

C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo

S_t = coefficiente di amplificazione topografica

K_h = coefficiente sismico orizzontale = $\beta_s \times (A_{max}/g)$

K_v = coefficiente sismico verticale = $\pm 0,5 \times K_h$

A_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito = $S_s \times S_t \times a_g$

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

$A_{g0, riferimento}$ = accelerazione di riferimento per la U.A.S. Roma XII = 0,1630 m/s²

ELABORATI GRAFICI

- **TDC A1 PE TU D TDC C D DB003 B:** Carta ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche di riferimento (scala 1:10000);
- **TDC A1 PE TU D TDC C D DB004 B:** Carta Geologica (scala 1:10000);
- **TDC A1 PE TU D TDC C D DB008 B:** Carta Idrogeologica (scala 1:10000);
- **TDC A1 PE TU D TDC C D DB009 B:** Carta Geomorfologica (scala 1:10000);
- **TDC A1 PE TU D TDC C D DB010 B:** Carta degli Spessori dei terreni di Riporto (scala 1:10000);
- **TDC A1 PE TU D TDC C D DB011 B:** Carta delle Fasce e Rischio Idraulico sul reticolo secondario e minore (scala 1:10000);
- **TDC A1 PE TU D TDC C D DB012:** Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (scala 1:10000).

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Parametri sismici determinati con **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

ELABORATI PRESENTI NEL CD-ROM

- **Elaborato 1:** Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica allegata al progetto preliminare della metropolitana leggera - sistema automatico di trasporto "Eur Palasport - Tor de' Cenci" (cod. 314 1004 2 R DG ID 004);
 - **Elaborato 2:** Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica allegata al progetto definitivo del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC 02 B1 TU D TDC C R DB 001 a);
 - **Elaborato 3:** Relazione geologica allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 1 (Spinaceto - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 01 000 00 R DB 002);
 - **Elaborato 4:** Relazione sulle indagini geognostiche e sismiche allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 1 (Spinaceto - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 01 000 00 R DB 001);
 - **Elaborato 5:** Relazione geologica allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 05 000 00 R DB 504);
 - **Elaborato 6:** Sezioni geologiche allegate al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 05 000 00 D DB 501);
 - **Elaborato 7:** Relazione sulle indagini geognostiche e sismiche allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 05 000 00 R DB 501);
 - **Elaborato 8:** Relazione sulle indagini geognostiche e sismiche allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 "Passerella Ciclopedonale IFO COLOMBO" (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 05 000 00 R DB 502);
 - **Elaborato 9:** Prove di laboratorio allegate alla relazione geologica del progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 05 000 00 R DB 503);
 - **Elaborato 10:** Relazione sulla Risposta Sismica Locale allegata al progetto esecutivo dell'Ambito 5 (Piazzale XXV Marzo 1957 - Maestrini) del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci" (cod. TDC A1 PE 05 000 00 R DB 506);
- **Elaborato 11:** Rapporto tecnico conclusivo sulle indagini geognostiche, redatta dalla Icofond S.r.l. ed allegata al progetto definitivo della Variante di Tracciato del corridoio filoviario ramo "Eur - Tor de' Cenci".