



DIPARTIMENTO VII - VIABILITA' E INFRASTRUTTURE VIARIE

PRUSST ASSE TIBURTINO

RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL C.A.R.
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE
DA ALBUCCIONE FINO AL C.A.R.

PROGETTO ESECUTIVO

1° LOTTO FUNZIONALE DAL Km 1+788 AL Km 3+227

RELAZIONI GENERALI
RELAZIONE GEOTECNICA

ELABORATO

1.120

COD. ELABORATO:

ATEGERL05B

NOME FILE:

1.120_ATEGERL05B.doc

SCALA

-

RESPONSABILE
DELL'ISTRUTTORIA

Dott. Ing. ANDREA RUGGERI

PROGETTISTA



COORDINATORE DEL GRUPPO
DI PROGETTAZIONE:

ING. F. NICCHIARELLI

PROGETTISTI:

ING. G. PIAZZA
ING. M. DI GIROLAMO
ARCH. M. ROSSI
ING. E. DI PLACIDO
ING. S. ZANNOTTI
ING. A. SCHIRRIPIA
DIS. A. MARONCELLI

GEOLOGIA:
DOTT. GEOL. M. LANZINI

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. CLAUDIO DI BLAGIO

N.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	OTTOBRE-2018	EMISSIONE	-	-	NICCHIARELLI
1	NOVEMBRE-2018	AGG. PER VALIDAZIONE	-	-	NICCHIARELLI
2	--.--	-	-	-	-
3	--.--	-	-	-	-
4	--.--	-	-	-	-

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO TETTONICO E IDRO-GEO-MORFOLOGICO	3
2.1	<i>Ubicazione e caratteri geomorfologici</i>	3
2.2	<i>Caratteri tettonico-strutturali</i>	3
2.3	<i>Caratteri geologici</i>	4
2.3	<i>Caratteri idrogeologici</i>	5
2.4	<i>Sismicità</i>	5
3	INDAGINI GEOTECNICHE	8
4	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	13
4.1	<i>Modelli di parametrizzazione geotecnica</i>	13
4.2	<i>Parametri geotecnici</i>	16
4.3	<i>Parametri geotecnici di progetto</i>	29
5	PROBLEMATICHE GEOTECNICHE LUNGO L'ASSE	30
6	TABELLE RIASSUNTIVE DELLE PROVE DI LABORATORIO	34

1 PREMESSA

Nel presente rapporto si esaminano principali aspetti geotecnici dell'area interessata dal Progetto Esecutivo – 1° Lotto Funzionale dal Km 1+788 al Km 3+277, di allargamento a 4 corsie della Via Tiburtina nel tratto da Albuccione al CAR.

La presente relazione geologica è basata su rilievi geologici di superficie, su precedenti esperienze di studio nell'area, su dati stratigrafici di letteratura e indagini geognostiche appositamente eseguite.

L'analisi della sismicità generale e locale viene sviluppata con riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e con le modifiche presenti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2008, in quanto le fasi progettuali sono iniziate nel 2009.

In questa sede si sviluppano i seguenti argomenti:

1. Inquadramento tettonico, geologico-strutturale, morfologico, idrogeologico e sismico del settore interessato da progetto;
2. Descrizione delle indagini geotecniche eseguite;
3. Descrizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni lungo l'asse di progetto;
4. problematiche geotecniche lungo l'asse di progetto;
5. Gestione materie;

2 INQUADRAMENTO TETTONICO E IDRO-GEO-MORFOLOGICO

Si descrivono qui di seguito i principali caratteri tettonici, geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici generali dell'area interessata dal progetto, ricavati dalla Relazione Geologica ed alla quale si rimanda per maggiori approfondimenti.

2.1 Ubicazione e caratteri geomorfologici

L'asse stradale di progetto si sviluppa su quote che variano da 55 a 70 m slm; lungo il tracciato si individuano alcuni impluvi e vallecole trasversali con quote più basse ed intorno a 48-50 m slm.

Le vallecole di cui sopra, che hanno direzione verso sud e verso la piana del Fiume Aniene, sono rappresentate, da ovest verso est, dal Fosso del Cavaliere, Fosso delle Tavernucole, dal Fosso dei Sordi e dal Fosso dell'Albuccione.

2.2 Caratteri tettonico-strutturali

L'area in esame è localizzata ad ovest del margine occidentale dell'Appennino Laziale-Abruzzese e di una fascia strutturalmente complessa, che ha subito una serie di fasi tettoniche, sia compressive che distensive, che si sono sviluppate dal Miocene fino a tempi recenti.

La fase distensiva di cui sopra si è esplicata lungo direttrici di svincolo (faglie) con assi NW-SE e N-S che hanno abbassato e disarticolato il basamento carbonatico mesozoico, attraverso la formazione di zone depresse e rilevate (horst e graben) di direzione appenninica e di forma allungata. Una di dette strutture rilevate è rappresentata dall'asse Monte Soratte-Monti Cornicolani che, in corrispondenza dell'area delle Acque Albule, prosegue più a sud, sepolto da sedimenti plio-pleistocenici e quaternari. Questo settore è localizzato ad est ed esternamente all'area in esame.

Successivamente nel Pleistocene si è verificato un abbassamento del livello marino e conseguente emersione delle terre, che ha portato alla deposizione di sedimenti si

ambiente via via più continentali e fluvio-lacustri.

Nel Pleistocene medio-superiore, lungo le linee di debolezza (faglie) presenti nella fascia peritirrenica ribassata e dislocata, cominciarono a risalire magmi dal chimismo alcali-calcico che hanno portato al verificarsi di fasi di intensa attività vulcanica di età quaternaria (complessi vulcanici dei Colli Albani e dei Monti Sabatini) che hanno modificato la morfologia preesistente, deviando corsi d'acqua e colmando depressioni.

Si sottolinea che il tratto stradale in progetto impegna esclusivamente i depositi piroclastici ed è esterno alla zona travertinosa delle Acque Albule e pertanto non sono presenti dinamiche carsiche che possano far prefigurare potenziali fenomeni di sinkhole, secondo quanto stabilito dalla Delibera della Regione Lazio dell'Agosto 2002 n. 1159.

2.3 Caratteri geologici

Il tratto stradale in progetto impegna esclusivamente i depositi piroclastici; le piroclastiti presenti sono caratterizzate da colate piroclastiche e da depositi di ricaduta provenienti sia dal Distretto Vulcanico dei Colli Albani (a sud) e sia dal Distretto Vulcanico Sabatino (a nord-ovest).

Le unità piroclastiche riconosciute nell'area in esame sono costituite dai Tufi di Sacrofano, dalle Pozzolane Inferiori (Pozzolane Nere e Pozzolane Rosse), dal Tufo Lapideo Lionato e dai Tufi Stratificati Varicolori di La Storta.

Le suddette unità vulcaniche sono sovrimposte al di sopra di depositi fluvio-lacustri (sabbie ed argille) che non affiorano nell'area in esame, ma sono esposti lungo la valle del Fosso dell'Inviolata (affluente del Fosso di Pratolungo), molto più a nord del tracciato stradale in progetto; queste unità prevulcaniche sono state comunque raggiunte in alcuni sondaggi.

Dal punto di vista geologico inoltre sono presenti, lungo le incisioni e le vallecole, depositi alluvionali ed eluvio-colluviali, sempre originati da fenomeni erosivi che hanno interessato i terreni piroclastici.

2.3 Caratteri idrogeologici

Nel corso delle indagini geognostiche sono stati installati n. 5 piezometri a tubo aperto nei quali si sono misurati i seguenti livelli piezometrici:

INDAGINE	SONDAGGIO	QUOTA (m slm)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m da p.c.)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m slm)
2018	S4	63,0	14,0	49,0
	S7	71,5	14,8	56,7
2010	S1	56	4,5	51,5
	S3	49	3,0	46
	S4	49,50	5,0	44,50

Si individua una piezometrica che, oltre a drenare verso sud (valle dell'Aniene), presenta un gradiente anche verso est, passando da quota 50 m slm (zona CAR) a quota 45 m slm (zona di Via Gualandi).

2.4 Sismicità

In base all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, il comune di Guidonia Montecelio, attraverso i quali si sviluppa il progetto, è stato incluso nella Zona Sismica 2. La Regione Lazio con la Deliberazione n. 766 del 1 Agosto 2003 ha confermato tale classificazione.

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

Novità di rilievo di questa ultima classificazione è l'istituzione di sottozone sismiche, che creano l'occasione di poter differenziare in modo dettagliato la pericolosità sismica sul territorio regionale.

In tale contesto il Comune di Guidonia è incluso nella Zona Sismica 2B, caratterizzata da accelerazione sismica al suolo $PGA = 0,15-0,20$ (con riferimento alla Probabilità di Superamento del 10% in 50 anni), come di seguito mostrato.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Il Comune di Guidonia si è dotato di uno studio di Microzonazione sismica di livello 1 (MOPS-1); da tale studio emerge che l'asse di progetto impegna terreni simicamente stabili e soggetti soltanto ad amplificazione sismica (Sa3, Sa4, Sa6) e non sono presenti aree suscettibili di instabilità (Si1).

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

Dalla prova Down-Hole eseguita nel sondaggio S2 e da n. 2 prove MASW risulta un valore di $V_{s30} = 364-413$ m/sec, che individua una **Categoria di Sottosuolo B**.

Tale classificazione è confermata anche per i tratti di attraversamento di impluvi e fossi, dati i limitati spessori dei depositi alluvionali (5-10 m).

Le prove HVSr hanno individuato la presenza di picchi significativi nelle curve H/V intorno a 0,75-0,88 Hz, nel range di frequenze di interesse ingegneristico (0,5-20 Hz).

Dal punto di vista morfologico si individua un **Fattore di Amplificazione Topografica $S_T = 1$** .

Problematiche relative al rischio di liquefazione dei terreni sono possibili in presenza di strati sabbiosi fini in falda ed a profondità inferiori a 15-20 m dal p.c.; tali litologie possono essere potenzialmente presenti soltanto nelle alluvioni oloceniche-recenti dei principali fossi e delle aree alluvionali (Fosso del Cavaliere, e dell'Albuccione), con esclusione, per motivi geotecnici dei depositi piroclastici.

Dall'analisi dei dati granulometrici, dei valori penetrometrici e degli spessori delle alluvioni dei fossi, si esclude nelle zone vallive dei fossi il rischio di liquefacibilità dei terreni, in accordo anche con lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del

Comune di Guidonia che non individua nell'area zone suscettibili di instabilità.

3 INDAGINI GEOTECNICHE

Si descrivono qui di seguito le indagini geotecniche eseguite lungo l'asse ed i dati geotecnici relativi ad indagini pregresse e di letteratura.

Indagine geognostica 2018

L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di n. 3 sondaggi a rotazione ed a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove penetrometriche dinamiche SPT, come mostrato nella tabella seguente:

SONDAGGIO	LOCALIZZAZIONE	LUNGHEZZA (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	SPT
S2	Colline in destra idrografica dell'Albuccione	30	5	6
S4	Centro Commerciale Scarpata di Tufi Paratia di pali in dx	30	5	7
S7	Inizio lotto-fosso del Cavaliere. Via Grazia Deledda. Raccordo con rotatoria CAR	30	4	6

Nei sondaggio S4 e S7 è stato installato un piezometro a tubo aperto.

Nel sondaggio S2 è stata eseguita una prova sismica tipo Down-Hole.

Nei campioni prelevati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

S-C	PROF. (m)	LITOLOGIA	PROVE
1C1	2,80-3,30	Pozzolane	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
2-C1	2,50-3,00	Tufi La Storta	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR
PROGETTO ESECUTIVO - 1° LOTTO FUNZIONALE DAL Km 1+788 AL Km 3+227

Relazione Geotecnica

2-C2	8,00-8,50	Pozzolana	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
2-C3	12,20-12,70	Pozzolana	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento.
2-C4	18,30-18,80	Sabbie prevulcaniche	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
2-C5	22,00-22,40	Sabbie prevulcaniche	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
4-C1	9,00-9,50	Pozzolana	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
4-C2	5,10-5,60	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
4-C3	15,30-15,80	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
4-C4	18,00-18,50	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
4-C5	27,60-28,10	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
7-C1	2,60-2,90	Pozzolana	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
7-C2	15,10-15,60	Pozzolana	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
7-C3	19,20-19,70	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
7-C4	25,30-25,80	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento

Sono state eseguite, oltre alle prove di riconoscimento (Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg), prove meccaniche per definire i parametri di resistenza al taglio a lungo termine (Taglio Diretto).

L'indagine è stata eseguita dalla TECNOGEO srl; le stratigrafie e i certificati delle prove di laboratorio (SOGEA) sono allegati in un rapporto separato.



Indagine geognostica 2010

L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di n. 4 sondaggi a rotazione ed a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove penetrometriche dinamiche SPT, come mostrato nella tabella seguente:

SONDAGGIO	LOCALIZZAZIONE	LUNGHEZZA (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	SPT
S1	Inizio lotto-fosso del Cavaliere. Via Grazia Deledda. Raccordo con rotatoria CAR	20	3	3
S2	Centro Commerciale Scarpata di Tufi Paratia di pali in dx	30	1	4
S3	Fosso del Muracciolo Piazzale lungo Tiburtina ad ovest della Pista Kart	20	2	4
S4	Fine lotto-Fosso dell'Albuccione Rotatoria-svincolo Piazzola in Via F.lli Gualandi	30	1	5

Nei sondaggi S1, S3 e S4 sono stati installati piezometri a Tubo Aperto per lo studio della circolazione idrica sotterranea.

Nei campioni prelevati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

S-C	PROF. (m)	LITOLOGIA	PROVE
1-C1	4,50-5,00	Alluvioni con piroclastiti	Wn, Gamma, P.Sp., Granul, Limiti, TD lento, EDO
1-C2	10,50-11,00	Pozzolana	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento
1-C3	14,60-15,10	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg.
2-C1	5,10-5,60	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento, ELL

Relazione Geotecnica

3-C1	5,10-5,60	Alluvioni con piroclastiti	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento, EDO
3-C2	8,40-8,90	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg.
4-C1	9,00-9,50	Tufo cineritico	Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg. TD lento

Sono state eseguite, oltre alle prove di riconoscimento (Umidità Naturale, Peso di Volume, Peso Specifico, Granulometria, Limiti di Atterberg), prove meccaniche per definire i parametri di resistenza al taglio sia a lungo (Taglio Diretto) che a breve termine (Compressione ELL); inoltre, nei terreni alluvionali dei fossi con granulometrie limose-argillose sono state eseguite prove edometriche per lo studio dei caratteri di deformabilità.

Le stratigrafie ed i certificati delle prove di laboratorio sono allegati in un rapporto separato. I risultati delle prove di laboratorio sono anche allegate in forma tabellare alla fine del presente rapporto.

Dati geotecnici di indagini pregresse

I sondaggi dell'indagine 2010 sono tutti ubicati lungo il lato nord della Via Tiburtina; poiché l'allargamento impegna sia il ciglio nord che quello sud, si sono ricercati dati geotecnici localizzati nei settori meridionali della Via Tiburtina stessa.

Nella ricerca di dati geotecnici di indagini pregresse, si sono recuperati alcuni sondaggi nei quali sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche: il primo eseguito immediatamente a sud della Via Tiburtina, in località Tavernelle (SA), il secondo relativo alle indagini per il CAR (SB), mentre gli ultimi due sono relativi ad indagini dell'ACEA (SC, SD).

SONDAGGIO	QUOTA (m slm)	DATA	ZONA-INDAGINE	NUOVA SIGLA
S2	57,00	Settembre 2009	Via Tiburtina - Tavernelle	SA
S2	57,00	2000	Via Tiburtina - CAR	SB
S1	47,00	2004	Via Tiburtina - ACEA	SC
S2	51,00	2004	Via Tiburtina - ACEA	SD



L'ubicazione di tutti i suddetti sondaggi è mostrata nella Carta Geologica congiuntamente con i sondaggi dell'indagine attuale (vedi anche Carta Ubicazione indagini geognostiche – indagine 2010).

4 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

4.1 Modelli di parametrizzazione geotecnica

Si descrivono qui di seguito i modelli interpretativi utilizzati per la parametrizzazione delle terre attraverso prove geotecniche di laboratorio ed in sito.

Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio sono state programmate al fine di definire, oltre alle caratteristiche fisiche, i parametri di resistenza al taglio a breve ed a lungo termine, nonché le caratteristiche di deformabilità.

Prove Penetrometriche Dinamiche SPT

I dati penetrometrici, particolarmente significativi per la definizione degli orizzonti più granulari non campionabili, sono utilizzati per la parametrizzazione di tali terreni utilizzando le metodologie più accreditate presenti in letteratura.

Per i terreni incoerenti ed a comportamento geomeccanico di tipo frizionale le prove penetrometriche permettono di stimare la densità relativa (D_r) e l'angolo d' attrito di picco (φ_p), utilizzando i grafici seguenti di Figura 1 (Gibbs & Holtz, 1957 e Schmertmann, 1977):

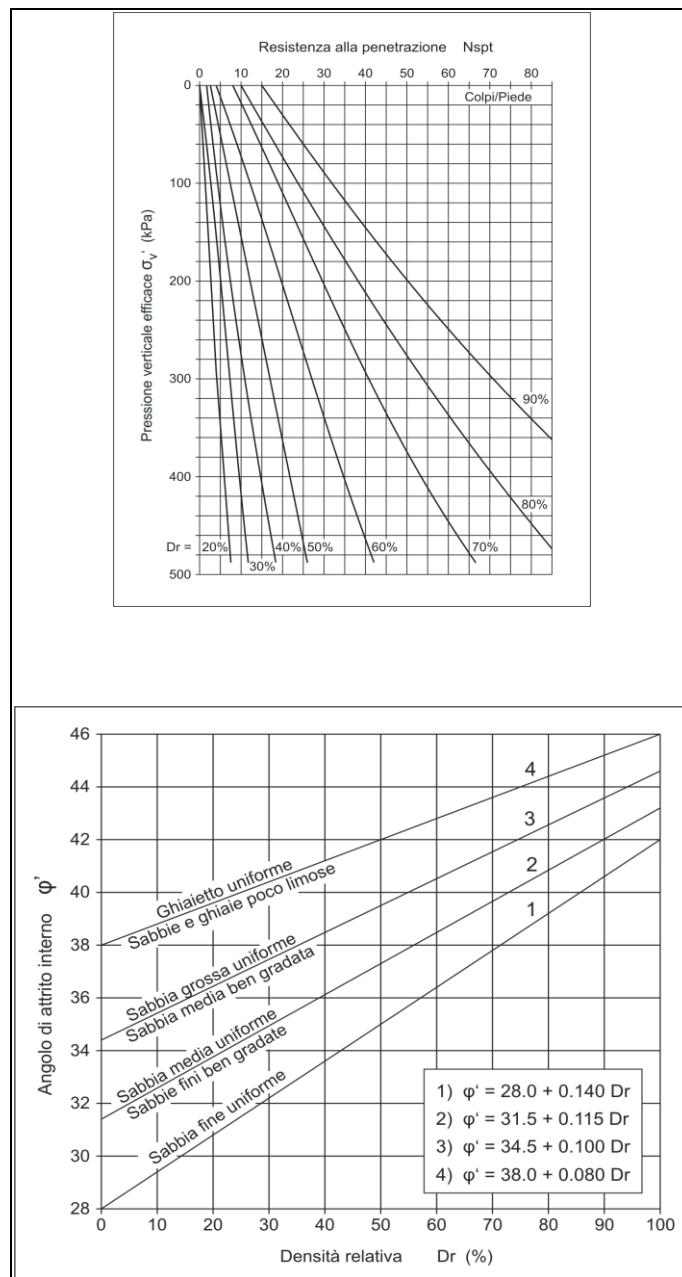


Figura 1: Stima della Densità Relativa e dell'angolo di attrito, da valori SPT

Per quanto riguarda la deformabilità, questa viene stimata (Denver, 1982) in base alle seguenti curve dovute a vari autori e per diversi litotipi (Figure 2, 3).

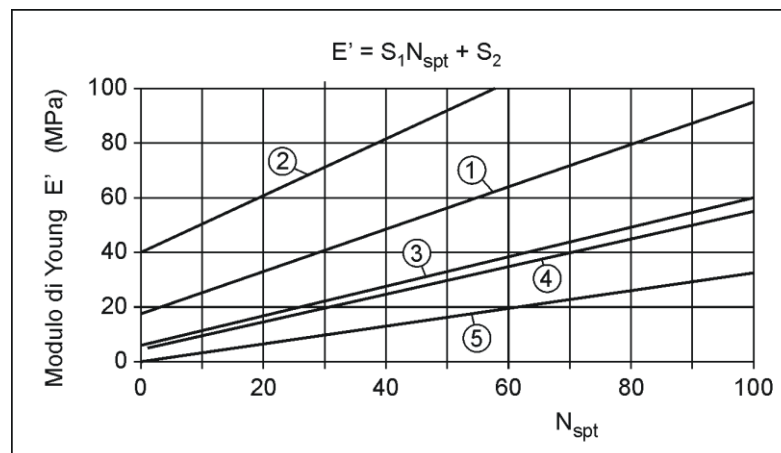
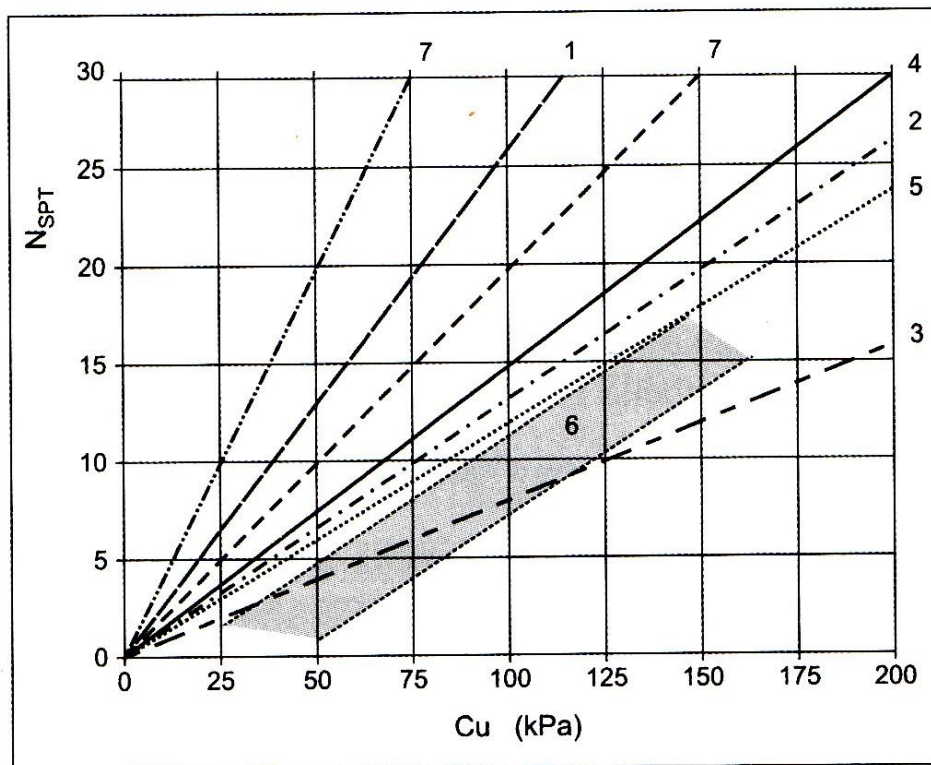


Figura 2: Parametri di deformabilità in base a valori SPT

CURVA	S1 (MPa)	S2 (MPa)	NOTE	RIFERIMENTO
1	0,756	18,75	Sabbia e ghiaia normalconsolidata	D'Appolonia et AlII, 1970
2	1,043	36,79	Sabbia sovracconsolidata	D'Appolonia et AlII, 1970
3	0,517	7,46	(tiene conto delle tensioni efficaci)	Schultze & Menzenbach, 1961
4	0,478	7,17	Sabbia satura	Webb, 1970
5	0,316	1,58	Sabbia argillosa	Webb, 1970

Figura 3 - Parametri S1 e S2 per la stima del Modulo di Young (Denver, 1982)

Più problematica, e particolarmente affetta da elevata variabilità statistica, è la stima della coesione non drenata C_u dai valori SPT. Si riporta qui di seguito la Figura 4 che mostra alcune delle correlazioni indicate in letteratura.



1. DM-7: argille limose e argille di bassa plasticità
2. DM-7: argille di media plasticità
3. DM-7: argille di alta plasticità
4. Terzaghi-Peck (1948)
5. Fletcher (1965): argilla di Chicago
6. Houston (1960)
7. Shioi-Fukui (1982).

Figura 4 - Stima della Cu da valori penetrometrici SPT

4.2 Parametri geotecnici

L'asse stradale in progetto si sviluppa in destra idrografica del Fiume Aniene lungo il bordo meridionale di un settore ove affiorano in prevalenza depositi piroclastici ed ove questi passano via via ai depositi alluvionali dell'Aniene stesso. Localmente in corrispondenza di vallecicole sono presenti depositi alluvionali e/o eluvio-alluvionali.

Si sottolinea che il tratto stradale in progetto è esterno alla zona travertinosa delle Acque Albule e pertanto non sono presenti dinamiche carsiche che possano far prefigurare potenziali fenomeni di sinkhole (Delibera della Regione Lazio dell'Agosto 2002 n. 1159).

Si descrivono qui di seguito le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti lungo l'asse in progetto, sulla base dei dati di laboratorio ed in sito.

Riporti (recente)

I terreni di riporto sono riferibili in prevalenza alle fasi di urbanizzazione che si sono sviluppate in varie zone lungo la Via Tiburtina, soprattutto in corrispondenza di antichi fossi e depressioni ormai colmati e non più riconoscibili sul terreno.

Nel corso dell'indagine si sono rilevati spessori dei riporti intorno a 1,5-2,0 metri in corrispondenza delle vallecicole, mentre nei restanti tratti lo spessore è minore di 0,5 m.

Dal punto di vista litologico sono costituiti da elementi di natura vulcanica, eterometrica, in matrice limosa-argillosa, in assetto caotico.

I limitati spessori individuati non hanno determinato la necessità di campionamenti e le caratteristiche geotecniche sono stimate in base all'esperienza ed alla visione dei carotaggi:

Densità - γ (kN/m ³)	16-17
Angolo di attrito - ϕ'	28-30
Coesione drenata – C' (kPa)	0
Modulo di Deformazione – E (MPa)	3-4

Le caratteristiche geotecniche sono ovviamente scadenti, soprattutto con riferimento alla eterogeneità ed eterometria di questo litotipo; il comportamento geomeccanico è comunque tendenzialmente frizionale con elevata deformabilità.

Alluvioni recenti ed attuali dei fossi (Olocene)

L'area in esame è caratterizzata da una serie di vallecicole che dai rilievi collinari piroclastici confluiscono, a sud, nell'ampia piana alluvionale del Fiume Aniene; in particolare la Via Tiburtina intercetta alcune delle suddette vallecicole in settori prossimi agli sbocchi nella valle del Fiume Aniene.

In queste zone sono pertanto presenti depositi alluvionali e/o coltri eluvio-colluviali, caratterizzati da limi ed argille con intercalazioni sabbiose di natura piroclastica

fluitata e con frequenti eteropie di facies; si individua pertanto una notevole variabilità granulometrica che condiziona il comportamento geotecnico..

Nel corso dell'indagine, in corrispondenza delle zone di impluvio, si sono individuati spessori intorno a 4-5 metri.

In questa unità litologica sono state eseguite prove di laboratorio che hanno individuato i seguenti parametri fisico-meccanici:

Densità - γ (kN/m ³)	17-19
Umidità naturale – W _n (%)	22-40
Limite Liquido – LL (%)	33-65
Indice Plastico - IP	6-30
Indice di Consistenza - I _c	0,7-1,6
Angolo di attrito - ϕ'	27-38
Coesione drenata – C' (kPa)	0-25
Modulo di Edometrico – E _{ed} (MPa)	6-15

I suddetti parametri di laboratorio includono anche i risultati di indagini geognostiche pregresse, relative al sondaggio SC.

Le prove penetrometriche SPT hanno dato valori variabili da 9 a 35 colpi/30 cm, come mostra la Figura 5.

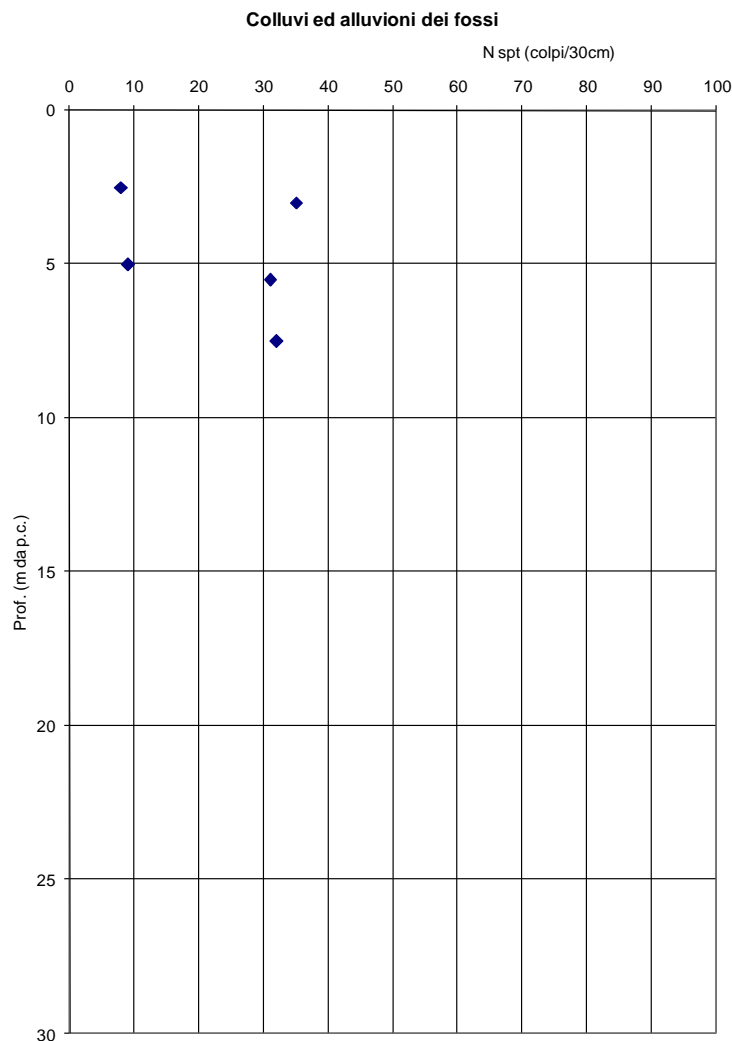


Figura 5 - Valori SPT nei depositi alluvionali-eluviali dei fossi

Tali valori sono in accordo con la variabilità riscontrata in laboratorio e permettono di stimare i seguenti parametri geomeccanici:

$D_r = 50-70\%$

$\varphi = 32-34^\circ$

$C_u = 100-150 \text{ kPa}$

$E = 4-7 \text{ MPa}$

Dalle punzonature con Penetrometro Tascabile sulle carote appena estratte si stimano valori della Coesione non Drenata $C_u = 60-80 \text{ kPa}$, ma tali valori appaiono

sovrastimati in quanto influenzati dal contenuto in acqua e l'indagine è stata eseguita in un periodo privo di precipitazioni (Figura 6):

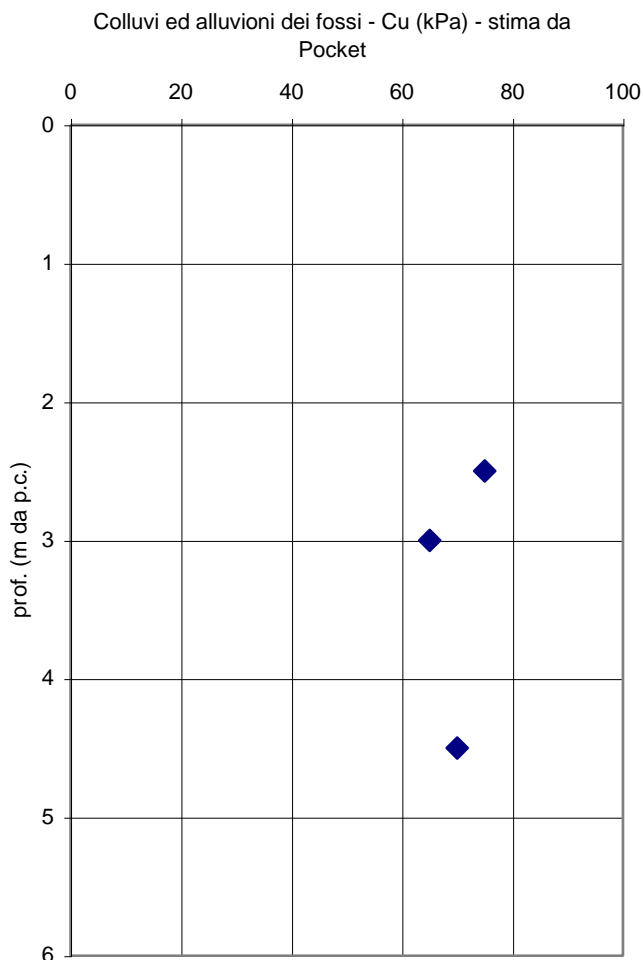


Figura 6 - Valori di Cu stimati da Penetrometro Tascabile

I parametri ricavati dalle prove geotecniche in sito sono in sostanziale accordo con i parametri di laboratorio.

Questa unità è caratterizzata da un comportamento geomeccanico molto variabile, da frizionale a coesivo, con coesione variabile con le condizioni meteorologiche, e con medio-elevata deformabilità.

Depositi piroclastici (Pleistocene medio)

La prevalenza dell'area in esame è caratterizzata da depositi di origine piroclastica, rappresentati dalle Pozzolane Inferiori (Pozzolane Nere e Pozzolane Rosse) e localmente dal sovrastante Tufo Litoide Lionato provenienti dal distretto vulcanico dei Colli Albani. Pur marginalmente un breve tratto dell'asse della Via Tiburtina è interessato da piroclastiti di ricaduta relativamente più recenti e riferibili ai Tufi Stratificati Varicolori di La Storta di provenienza sabatina e che si estendono maggiormente nei settori più a nord.

Non affioranti in superficie e inferiormente alle pozzolane, i sondaggi hanno carotato a varie profondità depositi vulcanici attribuibili ai Tufi di Sacrofano (conosciuti in letteratura come Tufi Pisolitici e Tufi Antichi).

Si descrivono dall'alto verso il basso le caratteristiche geotecniche delle suddette formazioni piroclastiche:

Tufi Stratificati Varicolori di La Storta

Questi tufi, che impegnano marginalmente un breve tratto della Via Tiburtina, sono caratterizzati da un assetto stratificato dovuto a modalità di messa in posto di ricaduta balistica, con alternanza di strati e livelli cineritici, lapillosi e scoriacei.

La porzione sommitale di tali piroclastiti può presentare fenomeni di alterazione ed argillificazione.

Questa litologia impegna marginalmente l'asse stradale in allargamento soltanto in una breve tratta in corrispondenza di Castel Arcione (progr. 0+700-1+100) e non è stato interessato da sondaggi geognostici.

Dagli affioramenti si valuta comunque uno spessore limitato e non superiore a 2-4 metri.

Le caratteristiche geotecniche sono valutate in base a prove di laboratorio di un campione e stimate in base all'esperienza ed alla visione degli affioramenti presenti lungo la Via Tiburtina:

Densità - γ (kN/m ³)	15-18
Angolo di attrito - ϕ'	26-30
Coesione drenata - C' (kPa)	5-30
Modulo di Deformazione - E (MPa)	8-10

Il comportamento geomeccanico è prevalentemente di tipo coesivo, prevalendo la frazione cineritica, pur con presenza di subordinati livelli incoerenti lapillosi e scoriacei.

Tufo Litoide Lionato

Questa unità è parzialmente interessata dal progetto ed è localizzata in corrispondenza di due relativi alti morfologici, a causa della minore erodibilità del Tufo Lionato. L'asse stradale è direttamente impegnato da questa unità soltanto fra le progr. di progetto 1+400-1+600, ove però il sondaggio S2, a causa degli interventi urbanistici (strutture del Centro Commerciale) che hanno disturbato gli affioramenti, non ha carotato questa unità, ma soltanto le sottostanti pozzolane.

Localmente lo spessore è comunque stimabile dagli affioramenti lungo la Via Tiburtina, con valori intorno a 4-6 metri.

In base agli affioramenti si stimano i seguenti parametri fisico-meccanici:

Densità - γ (kN/m ³)	17-18
Angolo di attrito - φ'	30-32
Coesione drenata – C' (kPa)	5-10
Modulo di Deformazione – E (MPa)	30-40

Il comportamento geomeccanico è prevalentemente di tipo lapideo-semilapideo, anche se, per i limitati spessori localmente presenti, si individua una diffusa alterazione di questo litotipo.

Pozzolane Nere e Pozzolane Rosse

Tali depositi piroclastici sono rappresentate dalle Pozzolane Nere e Pozzolane Rosse, che rappresentano i terreni più antichi affioranti lungo l'asse stradale in progetto.

Trattasi di depositi da colata piroclastica massivi, costituiti da scorie violacee o grigio-nerastre in una matrice scoriacea di colore analogo.

Questa unità è stata intercettata con spessori variabili da 5 a 20 metri nei sondaggi

cari sondaggi mentre è assente, in quanto eroso, nei settori orientali dell'asse di progetto.

Le pozzolane sono state interessate da prove di laboratorio che hanno dato i seguenti parametri fisico-meccanici:

Densità - γ (kN/m ³)	15-16
Umidità naturale – Wn (%)	25-40
Limite Liquido – LL (%)	30-60
Indice Plastico - IP	NP
Angolo di attrito - ϕ'	33-38
Coesione drenata – C' (kPa)	0

Il valore di coesione nullo è legato a livelli scoriacei sciolti, mentre nella formazione pozzolanica è comunque presente un certo grado di coesione legata alla saldatura dei granuli.

Le prove penetrometriche SPT hanno dato valori variabili da 40 colpi/30 cm a Rifiuto, come mostra la Figura 7 (utilizzando i dati penetrometrici dell'indagine attuale e delle indagini pregresse).

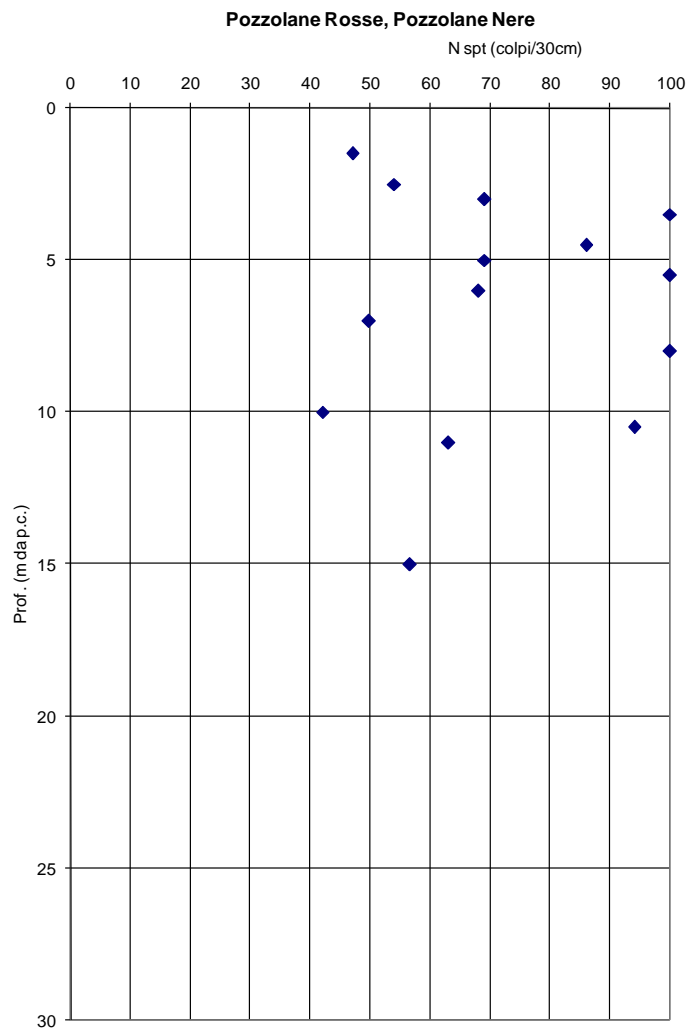


Figura 7 - Valori SPT nei depositi pozzolanacei

I valori penetrometrici permettono di stimare i seguenti parametri geomeccanici:

$D_r = 80-100\%$

$\varphi = 38-40^\circ$

$E = 15-20 \text{ MPa}$

I parametri ricavati dalle prove penetrometriche sono in sostanziale accordo con i parametri di laboratorio; si sottolinea che l'elevato angolo di attrito è giustificato dalle modalità della prova penetrometrica che non valuta la coesione drenata e nel valore di φ (angolo di attrito di picco) contiene anche la componente coesiva della

resistenza al taglio.

Il comportamento geomeccanico è governato decisamente dalla resistenza frizionale, con bassa deformabilità; localmente può essere presente un certo grado di resistenza coesiva dovuta all'addensamento e/o alla frazione cineritica.

Tufi di Sacrofano (Tufi Pisolitici, Tufi Antichi, Auct)

Non affioranti in superficie e inferiormente alle pozzolane, i sondaggi hanno carotato depositi vulcanici attribuibili ai Tufi Pisolitici; la caratterizzazione di questa unità litotecnica è però fondamentale con riferimento agli incastri delle tratte con paratie.

Trattasi di piroclastiti essenzialmente cineritiche di colore marrone verdastro e che rappresentano le primi prodotti vulcanici eruttati dal Colli Albani e dal Vulcano Sabatino, al di sopra dei depositi fluvio-lacustri prevulcanici.

Questa unità è stata interessata da prove di laboratorio che hanno dato i seguenti parametri fisico-meccanici:

Densità - γ (kN/m ³)	17-18
Umidità naturale – Wn (%)	28-44
Limite Liquido – LL (%)	33-62
Indice Plastico - IP	16-NP
Indice di Consistenza - Ic	1,1-1,4
Angolo di attrito - ϕ'	35-40
Coesione drenata – C' (kPa)	0-29

Fra i suddetti parametri non si considera il campione S2-C1 (1910) prelevato a 5,6 m dal p.c., in quanto è risultato in maniera anomala con un contenuto in acqua dell'85%, conseguenza probabile di un non efficace campionamento.

Il valore di coesione nullo è legato a livelli scoriacei sciolti, mentre nella formazione tufacea in esame è comunque presente un certo grado di coesione legata alla diffusa frazione cineritica.

Le prove penetrometriche SPT hanno dato valori variabili da 30 colpi/30 cm a rifiuto, come mostra la Figura 8.

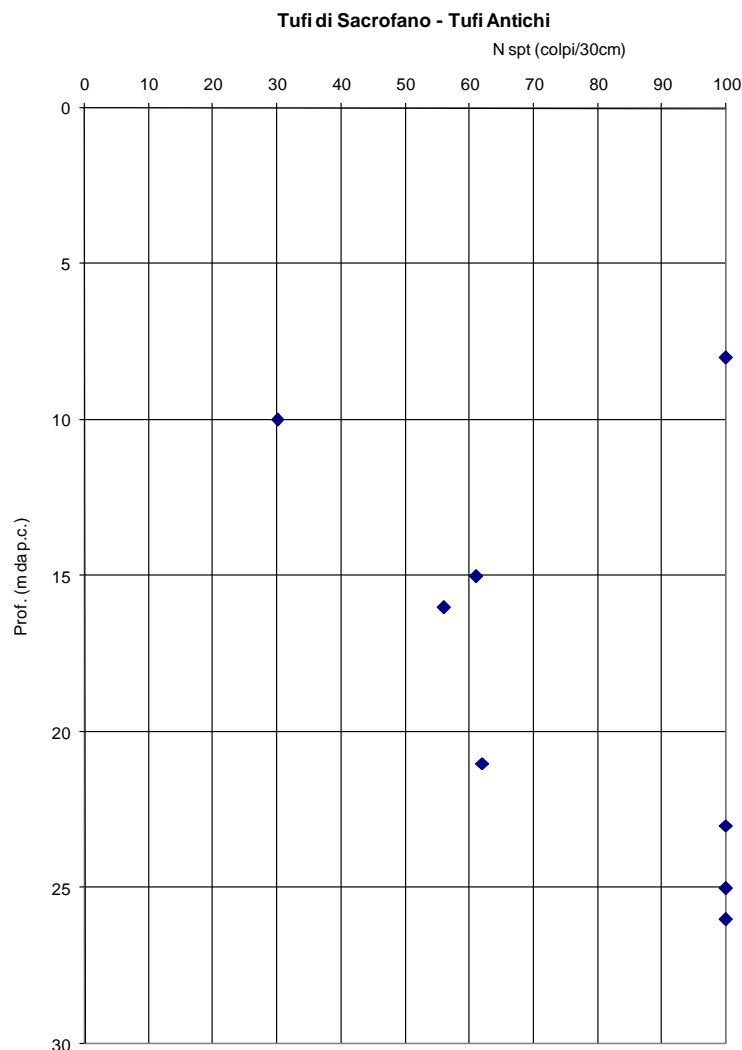


Figura 8 - Valori SPT nei Tufi di Sacrofano

I valori penetrometrici permettono di stimare i seguenti parametri geomeccanici:

$D_r = 70-80\%$

$\varphi = 34-36^\circ$

$E = 20-25 \text{ MPa}$

I parametri ricavati dalle prove penetrometriche sono in sostanziale accordo con i parametri di laboratorio; si sottolinea che l'elevato angolo di attrito è giustificato dalle modalità della prova penetrometrica che non valuta la coesione drenata e nel valore di φ (angolo di attrito di picco) contiene anche la componente coesiva della

resistenza al taglio.

Depositi prevulcanici (Pleistocene medio)

Questi depositi non affiorano lungo la tratta in progetto (affiorano invece nei settori settentrionali e lungo la valle del Fosso dell'Inviolata-Pratoungo).

Trattasi prevalentemente di sabbie fini e grossolane, di colore giallastro, con livelli cementati.

Questa unità è stata campionata nel sondaggio S2 (indagine 2018) con. 2 campioni indisturbati per prove di laboratorio.

Le prove penetrometriche dinamiche SPT, hanno dato valori variabili da 40 a 70 colpi/30cm (Figura 9).

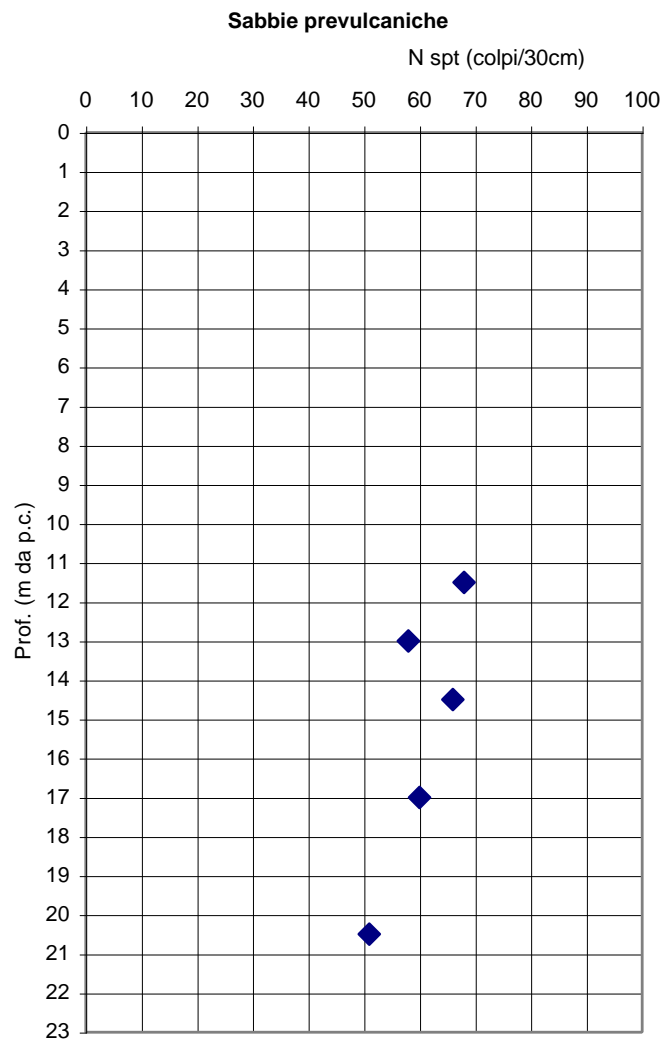


Figura 9 - Valori SPT nelle sabbie prevulcaniche

Le prove di laboratorio ed i valori penetrometrici permettono di stimare i seguenti parametri geomeccanici:

Densità - γ (kN/m ³)	18-19
Densità Relativa – Dr (%)	80-100
Angolo di attrito - ϕ'	36-38
Coesione drenata – C' (kPa)	0
Modulo di Deformazione – E (MPa)	35-40

4.3 Parametri geotecnici di progetto

Sulla base dei dati geotecnici di laboratorio ed in sito precedentemente discussi, si valutano qui di seguito i parametri di progetto, con criterio cautelativo:

Unità litotecnica	Peso di Volume (kN/m³)	Angolo di Attrito	Coesione drenata – C' (kPa)	Coesione non drenata – Cu (kPa)	Modulo di Deformazione (MPa)
Riporti	16-17	28-30	0	-	3-4
Alluvioni dei fossi	17-18	26-28	0-5	60-70	6-8
Formazione di La Storta	17-18	26-28	5-10	-	8-10
Tufo Litoide Lionato	17-18	30-32	10-20	-	30-40
Depositi pozzolanacei	16-17	33-35	0-5	-	15-20
Tufi di Sacrofano	17-18	30-33	5-15	-	20-25
Sabbie prevulcaniche	18-19	34-36	0	-	35-40

5 PROBLEMATICHE GEOTECNICHE LUNGO L'ASSE

L'opera in progetto

Il progetto consiste nell'adeguamento della Via Tiburtina, dalla sezione attuale a 4 corsie, nel tratto dallo svincolo con il CAR e Via F.lli Gualandi, della lunghezza di circa 3,2 Km; l'allargamento determina una sezione di progetto di circa 21 m.

Il tracciato impegna esclusivamente depositi piroclastici pozzolanacei e locali placche di Tufo Litoide Lionato, con sezioni attuali in trincea ed ove sono previste paratie; in corrispondenza degli impluvi sono presenti limitati spessori di depositi eluviali ed alluvionale con livelletta di progetto che conferma quella della attuale Via Tiburtina.

Si descrivono qui di seguito le problematiche geotecniche separatamente per le tratte in trincea e di attraversamento dei fossi.

Tratte in trincea

Si prevedono paratie di pali in corrispondenza delle zone ove l'attuale Tiburtina è in trincea, con altezze massime delle scarpate di 4-10 metri.

In queste zone non si prevedono particolari problemi date le ottime caratteristiche geotecniche dei terreni piroclastici e delle sottostanti sabbie prevulcaniche.

Si descrivono qui di seguito in forma tabellare le stratigrafie in corrispondenza delle varie tratte ove sono previste opere di sostegno con paratie di pali, con alcuni riferimenti topografici:

Paratia SX 0+805 – 0+996,75 L= 190 m

Quota top (m slm)	Quota strada m slm	H m	STRATIGRAFIA
65	55	10	68-55: Tufo di la Storta
			55-52: Pozzolane
			42-36: Tufi Antichi
			<36: Sabbie

Paratia DX -Centro Commerciale L= 160 m

Quota top (m slm)	Quota strada (m slm)	H (m)	STRATIGRAFIA
62	55	7	70-63: Tufo Litoide Lionato alterato e pozzolane
			63-50: Pozzolane
			50-25: Tufi Antichi
			< 25: Sabbie

Paratia DX – 2+432,156 – 2+607,156 L= 175 m

Quota top (m slm)	Quota strada (m slm)	H (m)	STRATIGRAFIA
64	60	4	65-47: Pozzolane
			< 47: Tufi Antichi

Paratia DX – 2+598,156 – 2+782,156 L= 130 m

Quota top (m slm)	Quota strada (m slm)	H (m)	STRATIGRAFIA
68	58	10	65-45: Pozzolane
			< 45: Tufi Antichi

Paratia DX – 2+828,00 – 2+903 L= 75 m

Quota top (m slm)	Quota strada (m slm)	H (m)	STRATIGRAFIA
66	57	9	65-45: Pozzolane
			< 45: Tufi Antichi

I calcoli di progetto delle paratie saranno sviluppate utilizzando i parametri fisico-meccanici di progetto riassunti nel paragrafo 4.3.

Tratte di attraversamento dei fossi

Le tratte di attraversamento dei fossi sono caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali olocenici, a granulometria prevalentemente medio-fine con livelli sabbiosi e pertanto potenzialmente compressibili.

Si fa qui riferimento prevalentemente alle alluvioni di alcuni fossi affluenti dell'Aniene quali il Fosso del Cavaliere, il Fosso delle Tavernucole, il Fosso dei Sordi ed il Fosso dell'Albuccione, che sono attraversati dal tracciato nel settore occidentale.

In queste tratte sono altresì presenti terreni di riporto, con spessori comunque limitati, e legati alle fasi di urbanizzazione e di colmamento degli impluvi stessi

Poiché il progetto di allargamento non prevede variazioni significative della livelletta dell'attuale Via Tiburtina, non si inducono incrementi di tensioni nel sottosuolo e pertanto non si ipotizzano problematiche legate a cedimenti ed a stabilità del sottofondo.

In tali tratte si prevede comunque una bonifica del sottofondo, con materiale inerte granulare appartenente alla Classi A1

Sismicità

Dal punto di vista sismico si individuano **Categorie di Sottosuolo tipo B** lungo tutto l'asse di progetto, con assenza di amplificazione topografica; non sono presenti condizioni che possano far presupporre rischio di liquefazione dei terreni.

BIBLIOGRAFIA

AAVV (1966), *Geotecnica stradale*, TCI Ed., 1966

Bowles J.E., (1991), *Fondazioni - Progetto e analisi*, McGraw-Hill Ed., 1991

Lancellotta R. (1983), *Meccanica dei terreni e fondazioni.*, Ed. Levrotto & Bella, Torino

Cestelli Guidi C. (1981), *Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni*, Voll. 1, 2, Hoepli Ed.

6 TABELLE RIASSUNTIVE DELLE PROVE DI LABORATORIO

PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR
PROGETTO ESECUTIVO - 1° LOTTO FUNZIONALE DAL Km 1+788 AL Km 3+227
Relazione Geotecnica

Tiburtina bis - allargamento CAR-Albuccione

Alluvioni dei fossi

Indagine	S/C	Quota sond. m slm	Prof. (m)	Quota camp. m slm	Wn (%)	Peso vol. kN/m3	Peso sp. kN/m3	e	Sr	LL (%)	IP	Ic	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	FI (°)	C' kPa	Eed MPa
2010	1/1	56	5	51	36,1	17,5		1,013	94,5	46,1	8,2	1,22	1,5	35,9	41,8	20,8	38,9	0	15,8
2010	3/1	49	5,6	43,4	22,7	19,8		0,593	100	33,3	6,5	1,62	7,4	38	22,1	32,5	39,8	0	6,2
ACEA-2004	C/1	47	3,5	43,5	35,7	17,81		1	95,56	46,5	15,2	0,70	0,72	46,28	42,5	10,5	26	25	
ACEA-2004	C/2	47	5,2	41,8	39,9	16,92		1,17	91,23	65,4	29,7	0,90	0,4	24,6	51,5	23,5	27	11	

min				41,80	22,70	16,92	0,00	0,59	91,23	33,30	6,50	0,70	0,40	24,60	22,10	10,50	26,00	0,00	6,20
media				44,93	33,60	18,01	#DIV/0!	0,94	95,32	47,83	14,90	1,11	2,51	36,20	39,48	21,83	32,93	9,00	11,00
mediana				43,45	35,90	17,66	#NUM!	1,01	95,03	46,30	11,70	1,06	1,11	36,95	42,15	22,15	32,95	5,50	11,00
max				51,00	39,90	19,80	0,00	1,17	100,00	65,40	29,70	1,62	7,40	46,28	51,50	32,50	39,80	25,00	15,80

Tiburtina bis - allargamento CAR-Albuccione

Tufi di La Storta

Indagine	S/C	Quota sond. m slm	Prof. (m)	Quota camp. m slm	Wn (%)	Peso vol. kN/m3	Peso sp. kN/m3	e	Sr	LL (%)	IP	Ic	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	FI (°)	C' kPa	Eed Mpa
2018	2/1	63	3	60	48,6	14	22,6	1,348	81,4	57,8	NP		0,3	17,6	41,3	40,8	30,9	30,1	

min				60,00	48,60	14,00	22,60	1,35	81,40	57,80	0,00	0,00	0,30	17,60	41,30	40,80	30,90	30,10	0,00
media				60,00	48,60	14,00	22,60	1,35	81,40	57,80	#DIV/0!	#####	0,30	17,60	41,30	40,80	30,90	30,10	#DIV/0!
mediana				60,00	48,60	14,00	22,60	1,35	81,40	57,80	#NUM!	#####	0,30	17,60	41,30	40,80	30,90	30,10	#NUM!
max				60,00	48,60	14,00	22,60	1,35	81,40	57,80	0,00	0,00	0,30	17,60	41,30	40,80	30,90	30,10	0,00



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR
PROGETTO ESECUTIVO - 1° LOTTO FUNZIONALE DAL Km 1+788 AL Km 3+227
Relazione Geotecnica

Tiburtina bis - allargamento CAR-Albuccione

Depositi pozzolanacei

Indagine	S/C	Quota sond. m slm	Prof. (m)	Quota camp. m slm	Wn (%)	Peso vol. kN/m3	Peso sp. kN/m3	e	Sr	LL (%)	IP	Ic	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	FI (°)	C' kPa	Eed Mpa
2010	2/1	62	5,6	56,4	85,2	13,7		2,332	91,8	75,4	NP		1,7	44,2	36,4	17,7	40,1	0	
	1/1	56	3,3	52,7	14,5	15	26	0,948	39,9	ND	NP		0	75	18,2	6,8	37,3	0	
	2/2	63	8,5	54,5	47,5	14,8	23,7	1,31	85,7	45,3	NP		0	33,6	38,9	27,5	40,2	0	
	2/3	63	12,7	50,3	20,6	18,9	25,2	0,572	90,6	26,7	NP		0	39,5	32,2	28,3	38	0	
	4/1	65	9,5	55,5	24,8	17,6	26,7	0,862	76,7	36,3	NP		12,7	31	42,6	13,7	42,1	0	
2018	7/1	64	2,9	61,1	23,8	16,3	23,5	0,744	75,1	38,6	NP		0	37,6	39,3	23,1	42,4	0	

min				50,30	14,50	13,70	23,50	0,57	39,90	26,70	0,00	0,00	0,00	31,00	18,20	6,80	37,30	0,00	0,00
media				55,08	36,07	16,05	25,02	1,13	76,63	44,46	#DIV/0!	####	2,40	43,48	34,60	19,52	40,02	0,00	#DIV/0!
mediana				55,00	24,30	15,65	25,20	0,91	81,20	38,60	#NUM!	#NUM!	0,00	38,55	37,65	20,40	40,15	0,00	#NUM!
max				61,10	85,20	18,90	26,70	2,33	91,80	75,40	0,00	0,00	12,70	75,00	42,60	28,30	42,40	0,00	0,00



PRUSST ASSE TIBURTINO – RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL CAR
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE DA ALBUCCIONE FINO AL CAR
PROGETTO ESECUTIVO - 1° LOTTO FUNZIONALE DAL Km 1+788 AL Km 3+227
Relazione Geotecnica

Tiburtina bis - allargamento CAR-Albuccione

Tufi di Sacrofano (Tufi Antichi)

Indagine	S/C	Quota sond. m slm	Prof. (m)	Quota camp. m slm	Wn (%)	Peso vol. kN/m3	Peso sp. kN/m3	e	Sr	LL (%)	IP	Ic	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	FI (%)	C' kPa	Eed Mpa
2010	1/2	56	11	45	50,2	16,1		1,386	94,5	62,5	9,8	1,25	0,2	18,2	38,7	42,9	33,2	0	
	1/3	56	15,1	40,9	33,1	17,7		0,926	93,1	53,9	16,7	1,25	0,5	9,7	37,4	52,4			
	3/2	49	8,9	40,1	28,6	18,8		0,743	99,99	41,4	11,5	1,11	0,1	46,3	20,2	33,4			
	4/1	49,5	9,5	40	36,9	16,9		1,076	89,8	47	7,2	1,41	0,1	35,5	38,8	25,6			
	4/2	65	13,1	51,9	17,3	19,6	29,1	0,705	71,2	33	NP		21,6	37,1	26,8	14,5	44,9	0	
2018	4/3	65	15,8	49,2	39,8	15,2	25,7	1,321	77,5	36	NP		2,2	33,8	49,9	14,1	36	29,7	
	4/4	65	18,5	46,5	38,6	15,6	25,6	1,236	80	53,9	NP		4,6	20,3	61,5	13,6	38,1	8,9	
	4/5	65	28,1	36,9	32,2	16,2	25,5	1,044	78,7	34,2	NP		17,9	45,1	21,4	15,6	44,6	0	
	7/2	64	15,6	48,4	28,5	18,4	26,6	0,824	92,2	ND	NP		12,9	71,8	12,6	2,7	45,9	0	
	7/3	64	19,7	44,3	44,6	16,2	24,3	1,124	96,5	45,1	NP		0,4	58,7	31,8	9,1	43,5	0	
	7/4	64	25,8	38,2	58,4	15,4	24,4	1,488	97,1	52,6	NP		0	28,4	50	21,6	41,6	0	

min				36,90	17,30	15,20	24,30	0,71	71,20	33,00	7,20	1,11	0,00	9,70	12,60	2,70	33,20	0,00	0,00
media				43,76	37,11	16,92	25,89	1,08	88,24	45,96	11,30	1,26	5,50	36,81	35,37	22,32	40,98	4,83	#DIV/0!
mediana				44,30	36,90	16,20	25,60	1,08	92,20	46,05	10,65	1,25	0,50	35,50	37,40	15,60	42,55	0,00	#NUM!
max				51,90	58,40	19,60	29,10	1,47	99,99	62,50	16,70	1,41	21,60	71,80	61,50	52,40	45,90	29,70	0,00

Tiburtina bis - allargamento CAR-Albuccione

Depositi prevulcanici

Indagine	S/C	Quota sond.		Prof. (m)	Quota camp.		Wn (%)	Peso vol.		Peso sp. kN/m3	e	Sr %	LL (%)	IP	G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	FI (%)	C' kPa	Eed Mpa
		m slm	m slm		m slm	m slm		kN/m3	kN/m3												
2018	2/4	56	18,8		37,2	26,4	26,4	18,7	25,9	0,719	25,9	95,3	30,8	NP	0	40,4	43,4	16,2	38,8	0	
	2/5	56	22,4		33,6	23,3	23,3	18,5	26,2	0,713	26,2	85,5	29,4	NP	0,3	23,7	54,6	21,4	38,4	0	

min					33,60	23,30	23,30	18,50	25,90	0,71	25,90	85,50	29,40	0,00	0,00	23,70	43,40	16,20	38,40	0,00	0,00
media					35,40	24,85	24,85	18,60	26,05	0,72	26,05	90,40	30,10	#DIV/0!	0,15	32,05	49,00	18,80	38,60	0,00	#DIV/0!
mediana					35,40	24,85	24,85	18,60	26,05	0,72	26,05	90,40	30,10	#NUM!	0,15	32,05	49,00	18,80	38,60	0,00	#NUM!
max					37,20	26,40	26,40	18,70	26,20	0,72	26,20	95,30	30,80	0,00	0,30	40,40	54,60	21,40	38,80	0,00	0,00

