

STUDIO DI GEOLOGIA
DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO
Geologo Consulente ambientale
Pianificazione Territoriale
Via Luigi Cibrario 31/6 –16154 Genova
Cell 335 6450816 tel/fax 010/6049472
email ebarboro@gmail.com
pec ebarboro@epap.sicurezzapostale.it

COMUNE DI GENOVA
CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE
CARBURANTI ED AREA PER LA SGAMBATURA CANI PRESSO IL
CENTRO COMMERCIALE "L'AQUILONE" DI VIA ROMAIRONE



Richiedente: TALEA Spa

RELAZIONE GEOLOGICA

Dott.ssa Geol. Elisabetta Barboro

O.R.G.L. N° 164

Elisabetta Barboro



rif. 62/2016

Genova, 21.09.2016

RELAZIONE GEOLOGICA INERENTE IL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE CARBURANTI ED AREA PER LA SGAMBATURA CANI PRESSO IL CENTRO COMMERCIALE “L’AQUILONE” DI VIA ROMAIRONE

1. PREMESSA

La scrivente ha ricevuto l’incarico di redigere una relazione geologica inerente il progetto di realizzazione di un impianto di distribuzione carburanti in Via Romairone n°10, nel Comune Genova.

Presa visione degli elaborati progettuali, dalla Studio Atelier di Architettura di Genova, la sottoscritta si è recata nei luoghi in oggetto allo scopo di rilevare l’assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto di distribuzione carburanti, con annesse opere di urbanizzazione (servizi di accesso, viabilità ed altro) ed di un area destinata allo sgambamento cani, in corrispondenza di un piazzale attualmente adibito a parcheggio di pertinenza del centro commerciale IPERCOOP, a tergo della sede stradale di Via Romairone e rialzato rispetto alla stessa di circa 3 mt. E’ inoltre prevista la demolizione della rampa carrabile esistente lungo il lato orientale del comparto oggetto dell’intervento.

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della normativa vigente e dello stato dell’arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico, il quale è propedeutico per la redazione del modello geotecnico, facente parte integrante della relazione d’opera geotecnica, così come definito dai dettami delle NTC 2008.

Le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche medie dei terreni sono state ottenute sulla base del rilievo di dettaglio e dei dati ricavati dalle indagini geognostiche già eseguite nei mesi di maggio e giugno 2012, in corrispondenza del lotto di terreno in esame.

In base agli elementi emersi dall’indagine di dettaglio si espongono di seguito le considerazioni e conclusioni scaturite.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario –Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M.14 gennaio 2008. Circolare n° 617 del 2 febbraio 2009

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1988)

Eurocodice 7.1 (1997) -Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali. – UNI

Eurocodice 7.2 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita con prove in situ (2002). UNI

D.G.R. n°1362 del 19/11/2010 della Regione Liguria

L.R. 4/99 della Regione Liguria

Piano di Bacino stralcio “Torrente Polcevera” dell’Autorità di Bacino Regionale

P.U.C. del Comune di Genova

3. VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

L’area in esame è classificata, secondo le normative vigenti di carattere geologico del P.U.C. del Comune di Genova come “Zona B urbanizzata - Aree con suscettività d’uso parzialmente condizionata-”.

Per quanto riguarda il Piano di Bacino Stralcio “Torrente Polcevera”, sulla “Carta della suscettività al dissesto”, l’area ricade all’interno di una zona classificata Pg0 “Suscettività al dissesto molto bassa”. Sulla base della “Carta delle Fasce di inondabilità” l’area non rientra all’interno di Fasce fluviali. Il lotto di terreno in esame non è interessato da corsi d’acqua appartenenti al reticolo idrografico.

L’area non è sottoposta a vincolo per scopi idrogeologici.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona interessata dall’intervento, rappresentata sulla C.T.R. della Regione Liguria in scala 1:5.000 Elemento n° 213112 “Bolzaneto”, è ubicata in Via Romairone n°10, nel quartiere di Bolzaneto.

Il nuovo impianto di distribuzione carburanti sarà realizzato in corrispondenza di un piazzale attualmente adibito a parcheggio di pertinenza del centro commerciale IPERCOOP.

L’area, completamente urbanizzata, è ubicata ad una quota media di 58 mt. s.l.m.m.

MODELLO GEOLOGICO LOCALE

5. CARATTERISTICHE GEOLITOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

L’indagine geologica di dettaglio eseguita sul territorio ha evidenziato le seguenti informazioni sulle condizioni litologiche dell’area investigata.

Per la locuzione dei litotipi incontrati nel corso del rilevamento geologico, si è fatto riferimento alla nuova cartografia geologica del progetto CARG Foglio 213-230 “Genova” - Sezione 213/2 “Genova”.

L’ossatura litologica del versante in oggetto è costituita dai litotipi appartenenti all’Unità tettotonometamorfica Figogna, costituita da un basamento metaofiolitico e relativa copertura metasedimentaria ed alla Formazione degli Argilloscisti di Murta.

Si tratta di una formazione costituita da argilloscisti filladici neri, a patina sericitica, con intercalazione di metasiltiti.

Lo spessore degli strati è generalmente centimetrico.

L’età presunta è il cretacico inferiore.

In corrispondenza dell’area in esame il substrato roccioso è ricoperto da un potente strato di depositi alluvionali quaternari, a granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, di spessore superiore a 15 mt.

Dal punto di vista geomorfologico la zona d’intervento è localizzata in sponda destra del T. Polcevera, in prossimità della confluenza con il T. Burla, in corrispondenza della piana alluvionale compresa tra i due corsi d’acqua.

L’area, a morfologia sub-pianeggiante, ubicata ad una distanza di circa 35 mt dall’argine destro del T. Polcevera, risulta rialzata di circa 8-10 mt rispetto alla quota dell’alveo attivo.

In tale settore i corsi d’acqua hanno depositato a più riprese ed a quote diverse, come risulta dalle indagini geognostiche effettuate, materiali prevalentemente granulari, a granulometria sabbiosa e ghiaiosa con ciottoli.

I depositi alluvionali sono ricoperti con continuità da uno strato di riporti, con spessori variabili e stimabili fino ad un massimo di 4-5 mt, utilizzati per le opere di sistemazione degli spazi circostanti l’adiacente centro commerciale, che hanno in parte modificato l’originaria morfologia dei luoghi.

Considerate anche le caratteristiche morfologiche dell’area, le condizioni di stabilità appaiono buone poiché dagli studi effettuati non si sono rilevate particolari strutture geomorfologiche, né fenomeni di dissesto in atto e/o quiescenti.

Tale situazione ha trovato anche riscontro positivo dall’analisi diretta dei manufatti esistenti, che non presentano lesioni o segni di cedimento o instabilità.

L'area in oggetto risulta quindi, da un punto di vista geomorfologico ed idrogeologico, idonea all'intervento previsto.

6. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'accumulo e le defluenze superficiali vengono essenzialmente regolate dalla complessa rete di smaltimento urbana, attraverso tombinature e canalizzazioni, più che dalle caratteristiche granulometriche dei depositi superficiali e dal grado di permeabilità dei terreni costituenti il sottosuolo, nella quasi totalità ricoperti da un'urbanizzazione compatta sostanzialmente impermeabile.

Dal punto di vista idrogeologico l'aspetto fondamentale è rappresentato ovviamente dalla permeabilità delle formazioni considerate, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque in sotterraneo.

In questo studio non sono state fatte indagini idrogeologiche specifiche, ma è stato possibile individuare le caratteristiche ed il comportamento dei vari tipi di terreno, sul piano idrogeologico, in base dello stato di fratturazione e/o alterazione degli ammassi rocciosi ed alla presenza ed alle caratteristiche granulometriche degli accumuli detritici.

I materiali sciolti, comunque essi siano disposti, sono permeabili per porosità; la permeabilità per porosità è infatti dovuta alla presenza nella formazione di pori, spazi di dimensioni idonee, che formano una rete continua per cui l'acqua può passare filtrando da un poro all'altro. Pertanto, sui versanti, le acque di precipitazione e di scorrimento superficiale, penetrando più o meno agevolmente nelle coltri, possono raggiungere il substrato roccioso, in corrispondenza del quale trovano una superficie che determina meccanismi di deflusso per gravità verso gli impluvi e, comunque, verso il fondovalle.

I depositi alluvionali ed i riporti superficiali, a granulometria prevalentemente grossolana, sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità medio-alta.

Il substrato roccioso costituito da argilloscisti presenta una permeabilità bassa per fessurazione, se la formazione assume un aspetto più compatto, tale caratteristica si accentua in corrispondenza delle zone di faglia dove l'assetto cataclastico dei materiali litoidi favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche. Al contrario se è alterato risulta impermeabile poiché aumentano le componenti argillose.

Le indagini geognostiche effettuate hanno evidenziato la presenza di una falda libera, impostata all'interno dei depositi alluvionali, la cui soggiacenza è variabile tra -8,0/-9,0 mt da p.c.

La direzione di deflusso è E-SE, verso il T. Polcevera.

MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO LOCALE

7. INDAGINI PREGRESSE

Sull'area in esame è già stata realizzata, nei mesi di maggio e giugno 2012 a corredo della "Relazione Geologica-Tecnica" redatta dal Dott. Geol. Stefano Montaldo in data 29/06/2012, per la realizzazione dell'impianto di distribuzione carburanti, una campagna geognostica di indagini dirette ed indirette, consistente in 2 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo, prove in situ, prove di laboratorio ed 1 profilo sismico MASW.

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata sulla "Planimetria di progetto" in allegato (cfr. Tav. 3).

7.1 Sondaggi meccanici

I 2 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo sono stati spinti fino alle profondità di -12,0 e -15,0 mt da p.c. ed in entrambi i casi non è stato raggiunto il substrato roccioso.

La stratigrafia ricavata dai sondaggi è la seguente:

S1

Profondità in	Descrizione
0-4,50	Terreno di riempimento, rimaneggiato prevalentemente granulare, coeso da matrice limo-argillosa in subordine, non plastico al tatto, con frammenti lapidei eterometrici. Densità media.
4,50-12,00	Depositi alluvionali, mediamente densi e coesi da limo e argilla, sempre in subordine alla frazione granulare, probabilmente rimaneggiata in superficie. Nella frazione granulare prevale la percentuale grossolana assimilabile alle ghiaie, rispetto agli elementi fini. Tra -5,5/-7,0 mt livello maggiormente coesivo, sempre in subordine rispetto alla frazione granulare.

S2

Profondità in	Descrizione
0-4,70	Terreno di riempimento, rimaneggiato prevalentemente granulare, coeso da matrice limo-argillosa in subordine, non plastico al tatto, con frammenti lapidei eterometrici, con frammenti di laterizi e cls. Densità media.
4,70-15,00	Depositi alluvionali, mediamente densi e coesi da limo e argilla, sempre in subordine alla frazione granulare, probabilmente rimaneggiata in superficie. Nella frazione granulare prevale la percentuale grossolana assimilabile alle ghiaie, rispetto agli elementi fini. Tra -4,7/-5,6 mt livello maggiormente coesivo, sempre in subordine rispetto alla frazione granulare.

Il sondaggio S2 è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto.

Nei 2 fori di sondaggio sono state realizzate 6 prove S.P.T. (Standard Penetration Test). Da tali prove è possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni sciolti costituenti i riporti ed i depositi alluvionali.

Tabella dei dati ricavati:

RIPORTI E TERRENI RIMANEGGIATI

Sondaggio	Prof. (m)	N _{SPT}	N ₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S1	-1,50	54	96,2	100	42,3
S1	-3,00	Rif.	-	-	-
S2	-1,50	45	80,2	100	39,8
S2	-3,00	53	66,8	100	42,0

DEPOSITI ALLUVIONALI

Sondaggio	Prof. (m)	N _{SPT}	N ₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S1	-4,50	38	39,1	80,7	37,8
S2	-6,00	24	21,4	59,7	33,9

I valori di N_{SPT} sono stati normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della pressione verticale efficace, utilizzando la formula seguente:

$$N_1 = N \times C_N$$

dove $C_N = 1/\sigma_v^n$; $n=0,5$ (Liao & Whitman, 1985)

Va comunque fatto osservare che la distribuzione dei valori non risente in modo lineare della profondità, ma solamente delle condizioni locali di granulometria e addensamento.

I terreni interessati dalle prove sono prevalentemente incoerenti, a granulometria ghiaioso-sabbiosa.

In presenza di depositi ghiaiosi i valori ottenuti sono generalmente sovrastimati per la presenza di materiale lapideo grossolano.

Nell'analisi dei risultati si deve quindi tener conto anche dell'influenza esercitata dalla presenza di numerosi clasti e frammenti lapidei anche molto grossolani, presenti sia all'interno dei riporti che dei depositi alluvionali.

Per la determinazione del grado di addensamento dei terreni è stata utilizzata la correlazione proposta da Terzaghi e Peck (1948)-Skempton (1986), che utilizza il valore normalizzato di N_{SPT} (N_1):

per $D_r > 0,35$

$(N_1)/D_r^2 = 60$

Essendo in presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi i valori sono stati aumentati in un rapporto di 65/60.

I terreni risultano da mediamente addensati ad addensati.

L'angolo di attrito efficace ϕ' è stato determinato utilizzando la correlazione diretta di Peck-Hanson & Thornburn:

$$\phi' = 27,2 + 0,28 N_{SPT}$$

7.2 Misure Piezometriche

Il foro di sondaggio S2 è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto da 4", in modo da verificare la presenza e la quota di falda ed il comportamento della stessa nel tempo.

Di seguito vengono riportate le letture effettuate sul piezometro:

DATE LETTURE	05/06/2012	11/06/2012	20/06/2012	02/07/2012	06/07/2012
S2	-8,03 mt. p.c.	-8,10 mt. p.c.	-8,16 mt. p.c.	-8,22 mt. p.c.	-8,30 mt. p.c.

Le letture sono state effettuate a breve distanza di tempo dall'esecuzione del sondaggio ed hanno indicato la presenza di acqua all'interno del piezometro.

Sull'area in esame è infatti presente un deflusso sotterraneo, soggetto a oscillazioni del livello freatico, all'interno dei depositi alluvionali, caratterizzati da permeabilità primaria medio-alta.

7.3 Prove di Laboratorio

All'interno dei 2 sondaggi sono stati prelevati 5 campioni rimaneggiati, in corrispondenza dei depositi alluvionali, da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Segue lo schema della quota relativa di estrazione e del sondaggio:

Campione	Sondaggio	Profondità (mt.)	Terreno	Prove
S1-Cr1	S1	-5,60/-5,80	Depositi alluvionali	CG-Lim.
S1-Cr2	S1	-6,60/-6,80	Depositi alluvionali	CG-Lim.
S2-Cr1	S2	-4,80/-5,60	Depositi alluvionali	CG-Lim.
S2-Cr2	S2	-5,30/-5,50	Depositi alluvionali	CG-Lim.
S2-Cr3	S2	-6,00/-6,20	Depositi alluvionali	CG-Lim.

(*) CG = Caratteristiche granulometriche;

Lim. = Limiti di Atterberg.

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE	S1-CR1	S1-CR2	S2-CR1	S2-CR2	S2-CR3
ASTM D 422-90					
ASTM D 421-93					

Classificazione (U.S.C.S.)	GM-GC	ML	SM-SC	SM-SC	GM-GC

LIMITI ASTM D 4318-00	S1-CR1	S1-CR2	S2-CR1	S2-CR2	S2-CR3
Limite di liquidità (%)	27,7	29,3	26,2	26,7	23,9
Limite di plasticità (%)	22,7	23,7	20,7	20,6	18,6
Indice di plasticità	4,9	5,6	5,4	6,1	5,3

I campioni sui quali sono state effettuate le prove sono stati scelti tra quelli aventi una maggior percentuale di frazione coesiva. I risultati delle prove hanno comunque evidenziato la prevalenza

della frazione granulare risetto al passante P_{200} (limo-argilla).

7.4 Profilo sismico (MASW)

In corrispondenza del sedime sul quale sarà realizzato il nuovo impianto di distribuzione carburanti, è stata realizzata un'indagine sismica utilizzando il metodo MASW.

L'indagine è stata eseguita la fine di determinare la velocità media delle onde di taglio ($V_{s,30}$).

La stessa sismica è stata realizzata in direzione N-S, con una lunghezza complessiva di 64,5 mt.

La $V_{s,30}$ media è risultata pari a 498 mt/sec.

8. SISMICITÀ

Sulla base della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, approvata con D.G.R. n°1362 del 19/11/2010, il Comune di Genova ed in particolare l'unità urbanistica in esame, è classificata in Zona sismica 3 (bassa sismicità).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La zona oggetto dell'intervento in progetto risulta caratterizzata dalla presenza di un substrato roccioso da fratturato a poco fratturato, ricoperto da uno strato di riporti e depositi alluvionali grossolani, di spessore superiore a 15 mt.

Ciò premesso si è provveduto ad una classificazione sismica dei terreni investigati in termini di "Categorie di sottosuolo" ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

L'indagine MASW effettuata in corrispondenza del lotto di terreno in esame ha evidenziato una $V_{s,30}=498$ mt/sec.

Il sito in esame ricade quindi nella Categoria di sottosuolo B secondo la Tab. 3.2.II del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni":

B) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 mt/sec e 800 mt/sec (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, considerate le caratteristiche morfologiche, il sito in esame ricade nella Categoria topografica T1.

8.1 Stima della pericolosità sismica

Per la determinazione di ag (accelerazione orizzontale massima attesa su di un sito di riferimento rigido) è necessario conoscere:

- coordinate geografiche dell'opera da verificare
- individuazione dei nodi del reticolo di riferimento
- categoria di sottosuolo: B
- Vita nominale V_n tab.2.4.1. NTC nel nostro caso $V_n= 50$ anni
- classe d'uso (derivata da NTC e da leggi regionali) nel nostro caso classe II
- coefficiente d'uso c_u tab.2.4.1.II NTC nel nostro caso pari ad 1
- vita di riferimento $> V_r = V_n * c_u = 50$
- condizioni topografiche nel nostro caso T1

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,47134

longitudine: 8,901598

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16473	Lat: 44,4949	Lon: 8,8647	Distanza: 3931,044
Sito 2	ID: 16474	Lat: 44,4976	Lon: 8,9346	Distanza: 3922,290
Sito 3	ID: 16696	Lat: 44,4477	Lon: 8,9383	Distanza: 3925,248
Sito 4	ID: 16695	Lat: 44,4450	Lon: 8,8684	Distanza: 3939,815

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,024	g
Fo:	2,528	
Tc*:	0,187	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,031	g
Fo:	2,521	
Tc*:	0,208	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,074	g
Fo:	2,517	
Tc*:	0,283	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,097	g
Fo:	2,497	
Tc*:	0,290	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,540
St:	1,000
Kh:	0,006
Kv:	0,003
Amax:	0,280
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,510
St:	1,000
Kh:	0,007
Kv:	0,004
Amax:	0,360
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,420
St:	1,000
Kh:	0,018
Kv:	0,009
Amax:	0,872
Beta:	0,200

SLC:

Ss:	1,200
Cc:	1,410
St:	1,000
Kh:	0,023
Kv:	0,012
Amax:	1,144
Beta:	0,200

8.2 Suscettibilità alla liquefazione

Il termine “liquefazione” denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci del terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argilloso.

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 N.T.C. la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

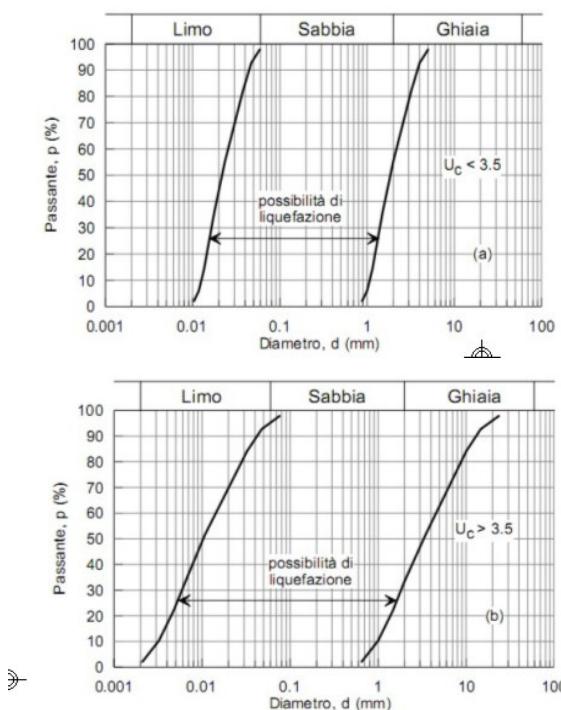


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Il fenomeno della liquefazione si verifica in terreni costituiti da materiali incoerenti costituiti da sabbie da fini a medie a granulometria uniforme, a bassa densità relativa saturi d’acqua, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito della

quale il terreno può scorrere o fluire nel caso di un pendio o assestarsi nel caso di una giacitura orizzontale.

Il fenomeno è dovuto ad un aumento temporaneo della pressione interstiziale causato dalle sollecitazioni cicliche del terremoto fino a valori prossimi alle pressioni totali.

La resistenza alla liquefazione è maggiore con la profondità e la probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producono un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua, pertanto si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati ($N_{SPT} < 20$);
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 metri).

Nel nostro caso, considerate la caratteristiche granulometriche dei terreni, ricavate dalle analisi effettuate, si può escludere la possibilità di liquefazione del terreno a seguito di sollecitazioni sismiche.

9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA (VALORI MEDI)

Costituzione geotecnica del sottosuolo

La stratigrafia geotecnica tipo dei terreni indagati posso essere riassunti come di seguito:

1. Il primo orizzonte comprende materiali di riporto eterogeneo, il quale risulta sciolto, con percentuali di ghiaia e sabbia; tale livello ha comportamento granulare

2. Il secondo orizzonte comprende il deposito alluvionale composto da terreni mediamente densi e coesi da limo e argilla, sempre in subordine alla frazione granulare, probabilmente rimaneggiata in superficie. Nella frazione granulare prevale la percentuale grossolana assimilabile alle ghiaie, rispetto agli elementi fini. Anche per questo livello si ha un comportamento granulare

Parametrizzazione

La stratigrafia del sottosuolo indagato, riassunta nella sezione geologica schematica B-B in allegato (cfr. Tav. 4) e schematizzata in 2 strati, è stata ricostruita sulla base dell'interpretazione dei dati forniti dal rilevamento superficiale e dalle indagini geognostiche eseguite.

I parametri geotecnici medi riportati di seguito sono stati ricavati sulla base dei dati forniti dalle indagini geognostiche e facendo riferimento anche a dati ottenuti da prove di laboratorio già eseguite dalla scrivente su terreni simili ed alle informazioni note nella letteratura specifica:

1° unità geotecnica

Riporti e terreni rimaneggiati

-peso di volume $\gamma = 2,0 \text{ t}/\text{mt}^3$

In condizioni drenate:

-coesione $c' = 0,05 \text{ KPa}$

-angolo di attrito $\varphi' = 31^\circ$

-modulo elastico $E = 700 \text{ Kg}/\text{cm}^2$

2° unità geotecnica

Depositi alluvionali

-peso di volume $\gamma = 1,9-2,0 \text{ t}/\text{mt}^3$

In condizioni drenate:

-coesione	$c' = 0,1 \text{ KPa}$
-angolo di attrito	$\phi' = 33^\circ$
-modulo elastico	$E = 500 \text{ Kg/cm}^2$

10. VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ AL PIANO DI BACINO ED AL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Alla luce della situazione geologico-geomorfologica esistente, valutata in rapporto alle caratteristiche progettuali ed alle indicazioni di cautela geologica in fase esecutiva, la scrivente ritiene che l'intervento di progetto non apporterà stravolgimenti sulla sistemazione del comparto intero sotto il profilo idrogeologico e che è conforme alle norme del Piano di Bacino Stralcio "Torrente Polcevera".

11. VERIFICA DELLE POSSIBILI RIPERCUSSIONI SUL CIRCONDARIO, PRESCRIZIONI ESECUTIVE DI CARATTERE GEOLOGICO E CONCLUSIONI

Per le caratteristiche progettuali dell'intervento proposto e considerate le caratteristiche geologiche delle aree, non si ravvisano evidenti problematiche di ripercussioni sull'esistente in fase esecutiva.

Sulla base dell'indagine eseguita e della situazione geologico-geomorfologica esistente, valutata in rapporto alle caratteristiche progettuali, la scrivente ritiene fattibile e compatibile l'intervento di cui trattasi.

Inoltre, sulla base delle caratteristiche progettuali e dei modesti carichi trasmessi al terreno, l'intervento risulta compatibile con i caratteri geotecnici dei terreni presenti.

Ciò premesso di seguito verranno fornite le prescrizioni di carattere geologico-esecutivo da adottarsi in aggiunta e/o sostituzione a quelle previste nel progetto:

Strutture di fondazione e sbancamenti

- I calcoli di dimensionamento delle strutture di fondazione dovranno fare riferimento ai parametri geotecnici forniti nella presente relazione;
- gli scavi dovranno essere effettuati con cautela, durante periodi asciutti, secondo angoli compatibili con le caratteristiche geotecniche sopra riportate, tenendo conto di un sufficiente margine di sicurezza, con l'immediata esecuzione del relativo tratto di muro e/o fondazione, evitando di lasciare scavi aperti per periodi lunghi senza un adeguato sostegno. Se nella fase di scavo si ricontrassero venute d'acqua o per piogge consistenti e prolungate, si dovrà tassativamente provvedere alla raccolta delle stesse e convogliarle all'esterno dello scavo;
- la dove le verifiche strutturali, viste le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche sopra illustrate, non garantissero la stabilità del sistema versante e strutture di contenimento esistenti, si dovranno adottare opere provvisionali atti a scongiurare fenomeni di instabilità, in fase di scavo.

Opere idrauliche

La fase attuativa dei lavori dovrà comprendere l'esecuzione di interventi finalizzati per la regimazione (raccolta e smaltimento) delle acque di scorrimento superficiale e di deflusso subcorticale, onde contenere il più possibile gli effetti della loro azione erosiva, a salvaguardia dei manufatti e delle loro pertinenze.

Di seguito verranno date alcune indicazioni esecutive per la regimazione delle acque:

- alle spalle dei muri di sostegno a monte dovrà essere realizzato un adeguato sistema drenante, disposto a contatto del paramento interno del manufatto ed esteso sino alla ciabatta di fondazione che dovrà essere impermeabilizzata e sagomata in modo da smaltire le acque di fondo, e da un congruo numero di fori drenanti, allineati su file sfalsate, al fine di evitare la creazione di spinte idrauliche a carico dell'opera in presenza di possibili infiltrazioni

d'acqua;

- le acque raccolte dal sistema drenante dovranno essere adeguatamente raccolte mediante una canalizzazione opportunamente dimensionata ed impermeabilizzata, e convogliate al più vicino collettore di scarico;
- per le sistemazioni esterne, se possibile, utilizzare materiali che facilitino l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo;
- le nuove coperture siano corredate da idonei sistemi di smaltimento delle acque piovane
- i riporti previsti dovranno essere costituiti da materiali di buona qualità, prevalentemente lapidei con scarsa componente argillosa e privi di frazioni vegetali e/o torbose.

In conclusione con i sopracitati interventi, se adottati sia durante l'esecuzione dei lavori che in fase di gestione dell'intero comparto, non si dovrebbero causare danni né influenze negative sull'esistente.

L'indagine geologica illustrata nella presente relazione ha permesso di ricostruire il quadro dei lineamenti geologici, geomorfologico ed idrogeologici del contesto in esame e di valutare le problematiche indotte dal progetto, nonché di fornire le prescrizioni geologico-tecniche di competenza per la progettazione definitiva delle opere, tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali in sottosuolo.

La presente relazione costituisce adempimento alle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008.

Il TECNICO INCARICATO
Elisabetta Barborò



ALLEGATI:

TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1:5.000

TAV. 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:5.000

TAV. 3 - PLANIMETRIA DI PROGETTO IN SCALA 1:600

TAV. 4 - SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA B-B IN SCALA 1:300

CARTA GEOLOGICA
Scala 1: 5000
(Base tratta dalla C.T.R. 1:5000)

TAV. 1

LEGENDA

UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA

Cret. inf.  Argilosci di Murta

UNITÀ TETTONOMETAMORFICA MONTANESI

Cret. inf.  Argilliti di Montanesi

QUATERNARIO

 Sedimenti alluvionali

 Sedimenti di alveo

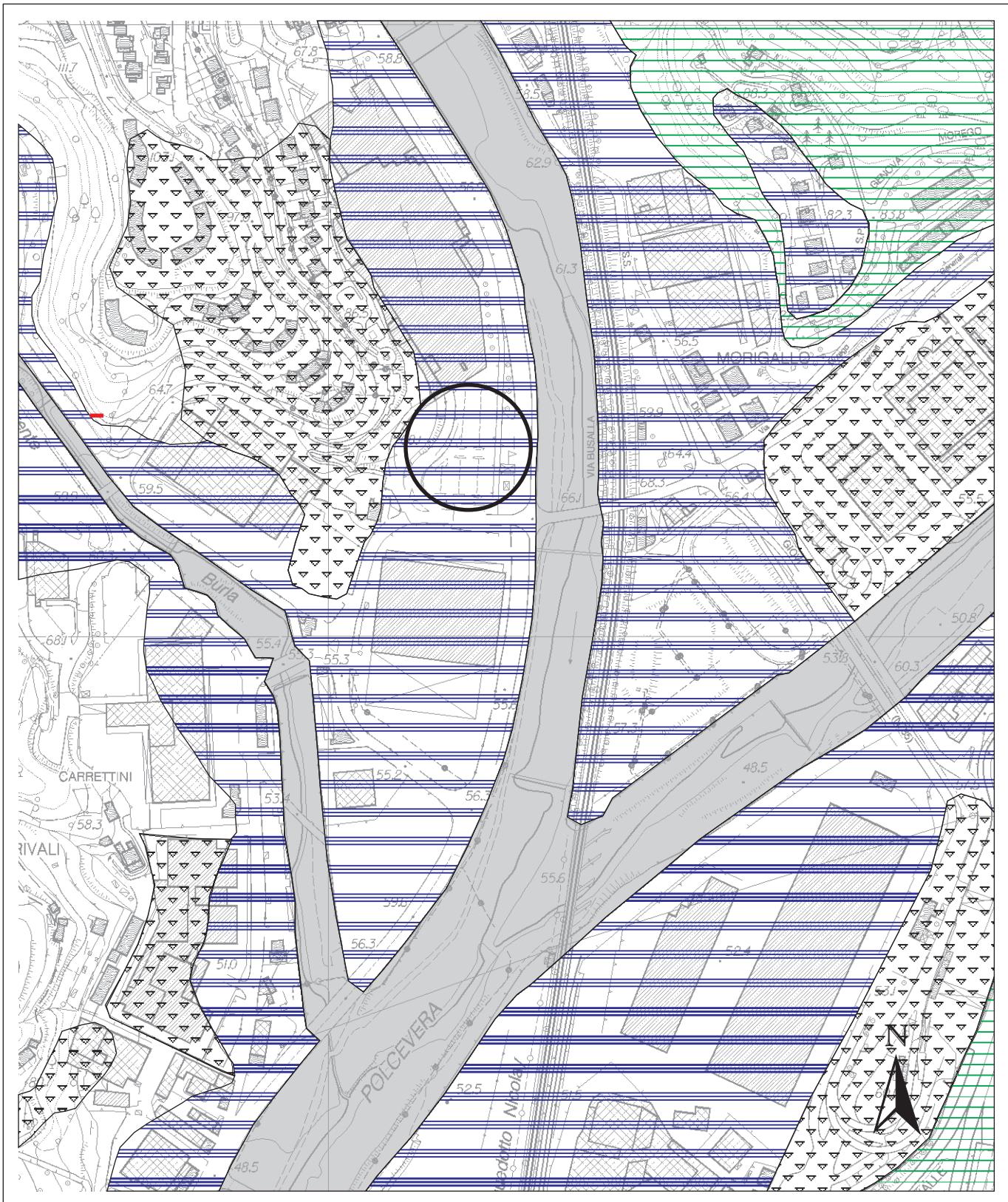
 Riporti artificiali e discariche
Depositi vari rimaneggiati

DATI STRUTTURALI

 Giaciture inclinate di stratificazione e scistosità

 Faglie e contatti tectonici certi e presunti

 Ubicazione dell'area di intervento



CARTA GEOMORFOLOGICA
Scala 1: 5000
(Base tratta dalla C.T.R. 1:5000)

TAV. 2

LEGENDA

Alluvioni antiche

Riporti, riempimenti
artificiali e discariche

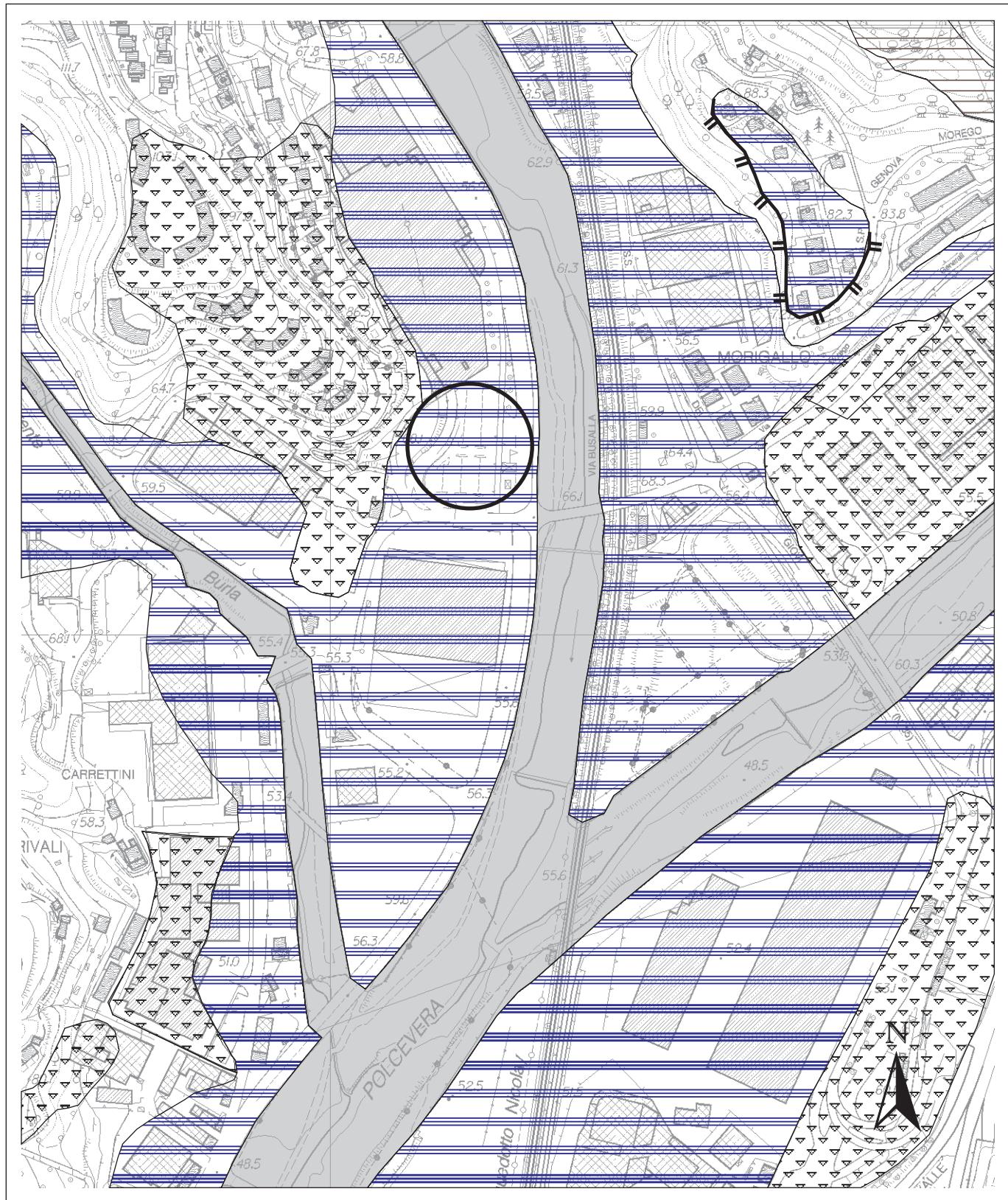
Ubicazione dell'area
di intervento

Alvei attuali

Roccia affiorante e/o
subaffiorante in scadenti
condizioni di conservazione

Coltri eluvio-colluviali di
spessore da 0,5 a 3 mt.

Orli di terrazzo

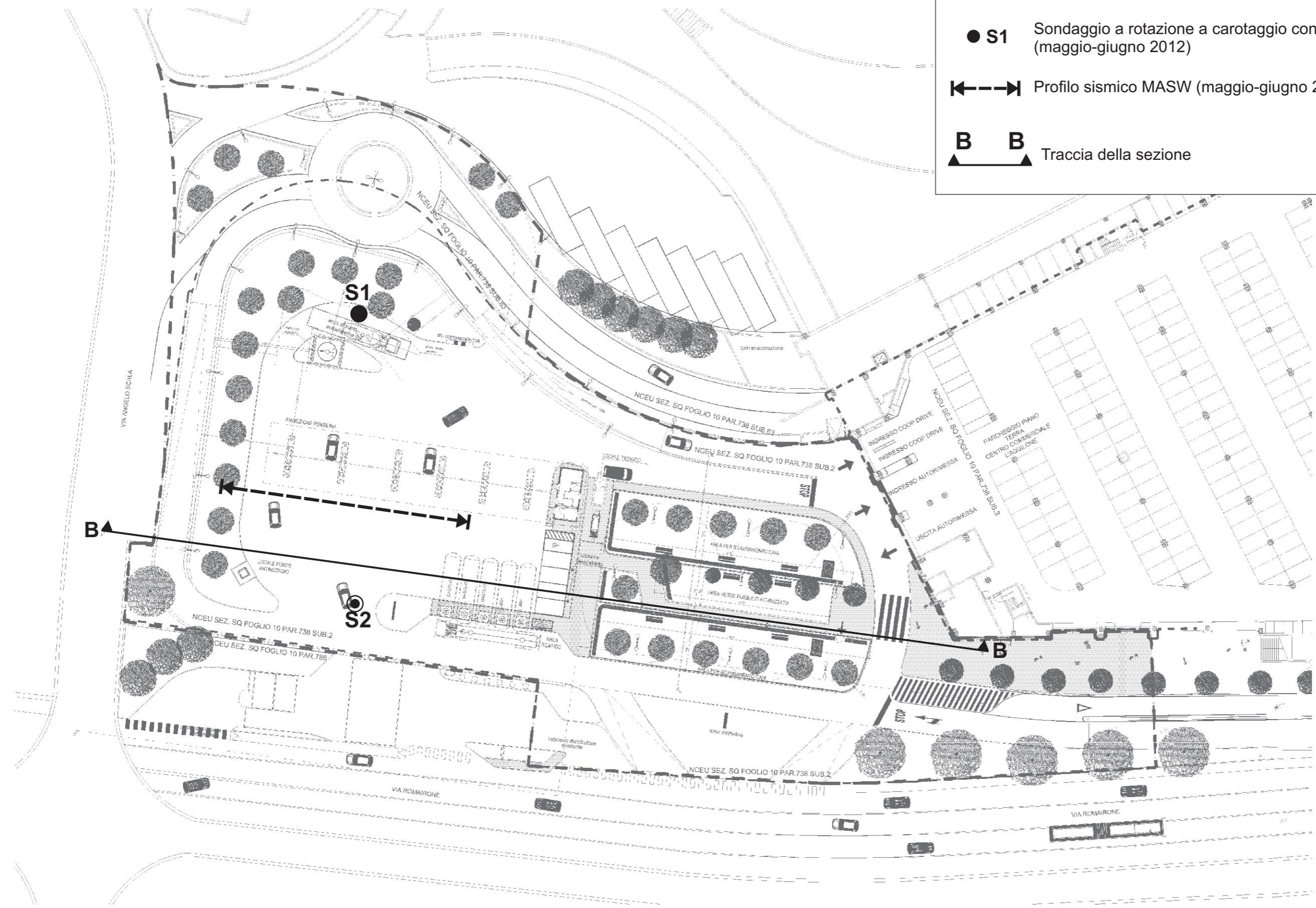


LEGENDA

- **S2** Sondaggio a rotazione a carotaggio continuo attrezzato con piezometro (maggio-giugno 2012)
 - **S1** Sondaggio a rotazione a carotaggio continuo (maggio-giugno 2012)

◀→ Profilo sismico MASW (maggio-giugno 2012)

B **B** Traccia della sezione



SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA B-B

Scala 1: 300

TAV. 4

LEGENDA



Riporti e terreni rimaneggiati

S2

Sondaggio a rotazione a carotaggio
continuo attrezzato con piezometro



Depositi alluvionali

—

— Falda

