



COMUNE DI GENOVA

Sistemazione idraulica rio Torre di Quezzi (Bisagnetto) a Genova
Staglieno.

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA
sulle indagini

1. Generalità

La presente relazione è stata redatta su richiesta della Direzione Manutenzione nell'ambito del progetto di Sistemazione idraulica rio Torre di Quezzi a Genova Staglieno, che a seguito del fenomeno alluvionale del Novembre 2011, ha provocato allagamenti alle zone limitrofe depresse (Piazzale Adriatico) causando danni fino ai primi piani degli edifici e di conseguenza alla viabilità di Passo Ponte Carrega.

Attualmente la tombinatura, nella sua parte terminale, si presenta con una sezione quadrata con copertura a volta di circa 1.5m x 1.5m. La parte iniziale del tratto di tombinatura interessato da rifacimento presenta una sezione ridotta e non regolare per la presenza di pilastri in C.A. a sostegno del piazzale carrabile soprastante.

Si riportano di seguito gli estratti cartografici relativi al sito in esame.

Il Rio in esame è un affluente del Torrente Bisagno in sponda sinistra. (Figura 1).

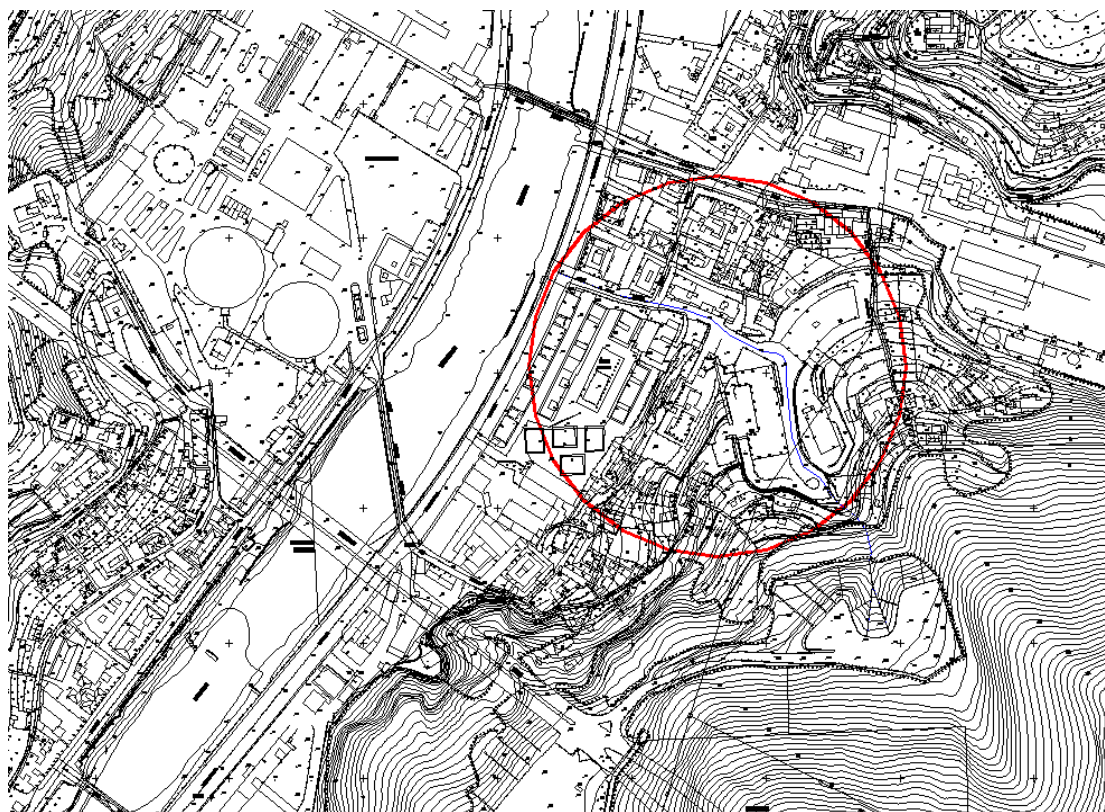


Figura 1 – Corografia dell'area oggetto di studio



Figura 2 – Particolare area di intervento.

La presente relazione ha lo scopo di individuare le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area in esame, le criticità e le cause di innesco delle stesse, nonché le possibili soluzioni per la stabilizzazione e messa in sicurezza del tratto di Rio.

2. Inquadramento geografico

L'area oggetto di studio è ubicata in Valbisagno in località Genova Staglieno, nel bacino del Torrente Bisagno, nel tratto tra Via Laiasso e Passo Ponte Carrega tra le quote 60 e 30 m s.l.m.

Con riferimento alla Carta Tecnica Regionale a scala 1:5000, l'area ricade interamente nel foglio 213161 – Sant'Eusebio.



Figura 3 – Foto area della zona d'intervento

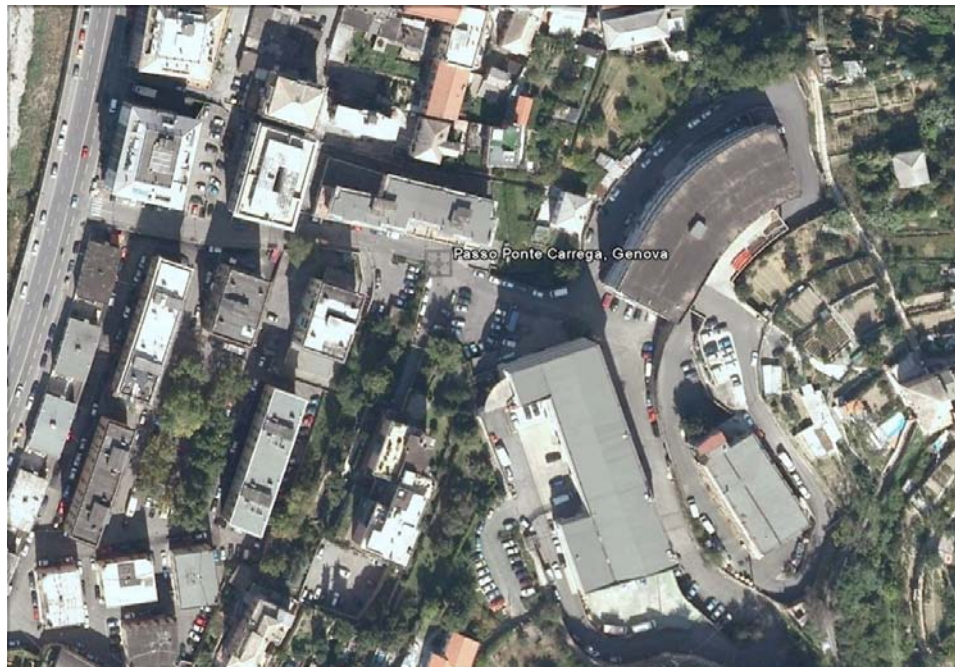


Figura 4 – Foto aerea particolare zona intervento

3. Quadro geologico – normativo

Per quanto concerne il Piano di Bacino del Torrente Bisagno, l'area in esame è classificata come di seguito riportato:

- “Carta dei regimi normativi”:
FI Fondovalle insediato modificabilità
VI Versante insediato mantenimento (di tipo B).

Per quanto concerne il P.U.C. del Comune di Genova, l'area in esame è classificata come di seguito:

- “Carta di Zonizzazione”: Zona B – Area urbanizzata con suscettività d'uso parzialmente condiziona. (Figura 5)

La zona in esame non è soggetta a vincolo idrogeologico.

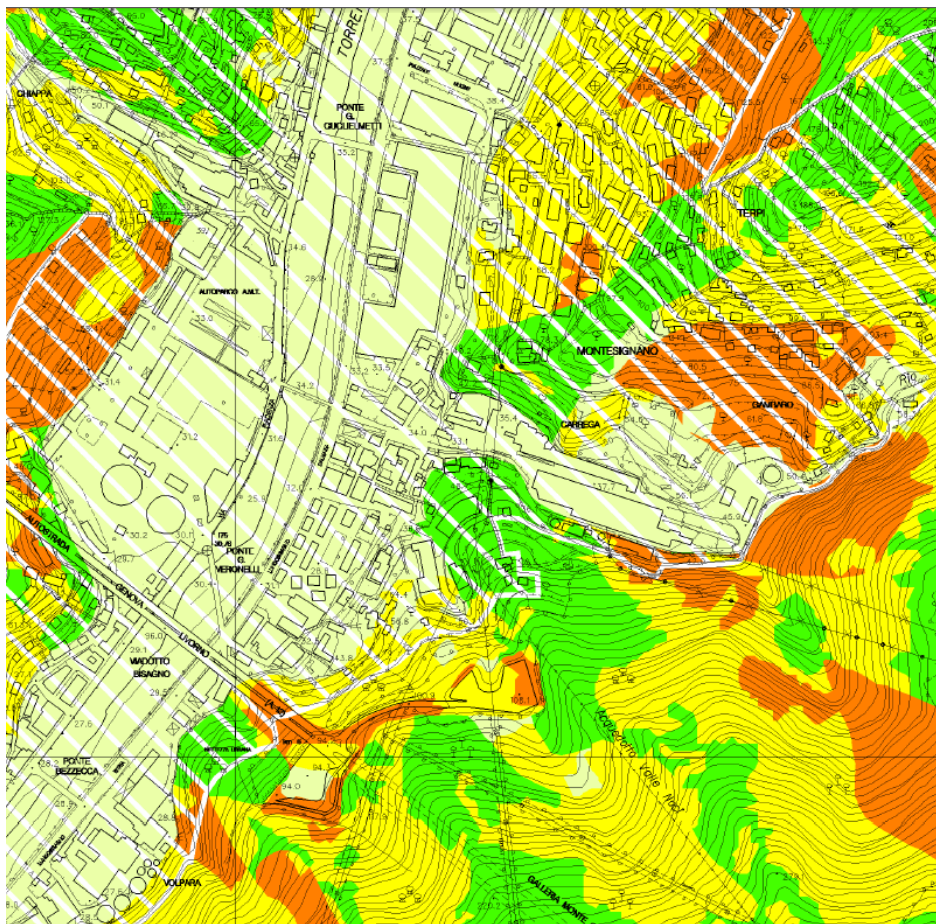


Figura 5 – Stralcio Carta Zonizzazione del PUC vigente del Comune di Genova.

4. Geologia e Geomorfologia

La zona indagata è insediata su sedimenti alluvionali del Rio oggetto di studio. L'areale è interessato anche dall'Unità Tettonica Antola. Un'unità costituita dal Flysch a Helminthoidi (Formazione del Monte Antola) e dal relativo complesso di base (Argilliti di Montoggio).

Le Argilliti di Montoggio affiorano in corpi poco potenti e sottili orizzonti alla base dei Calcari del Monte Antola. Sono costituite da argilliti più o meno siltose in strati da centimetrici a decimetrici. Il tetto della formazione è caratterizzato da scisti policromi (spesso rosso-vinati); localmente questa formazione può dare origine a coltri pluvio-colluviali di importanza particolare.

La Formazione del Monte Antola affiora invece in strati più potenti. Si tratta di torbiditi calcareo-marnose con strati di spessore spesso plurimetrico, molto fratturati.

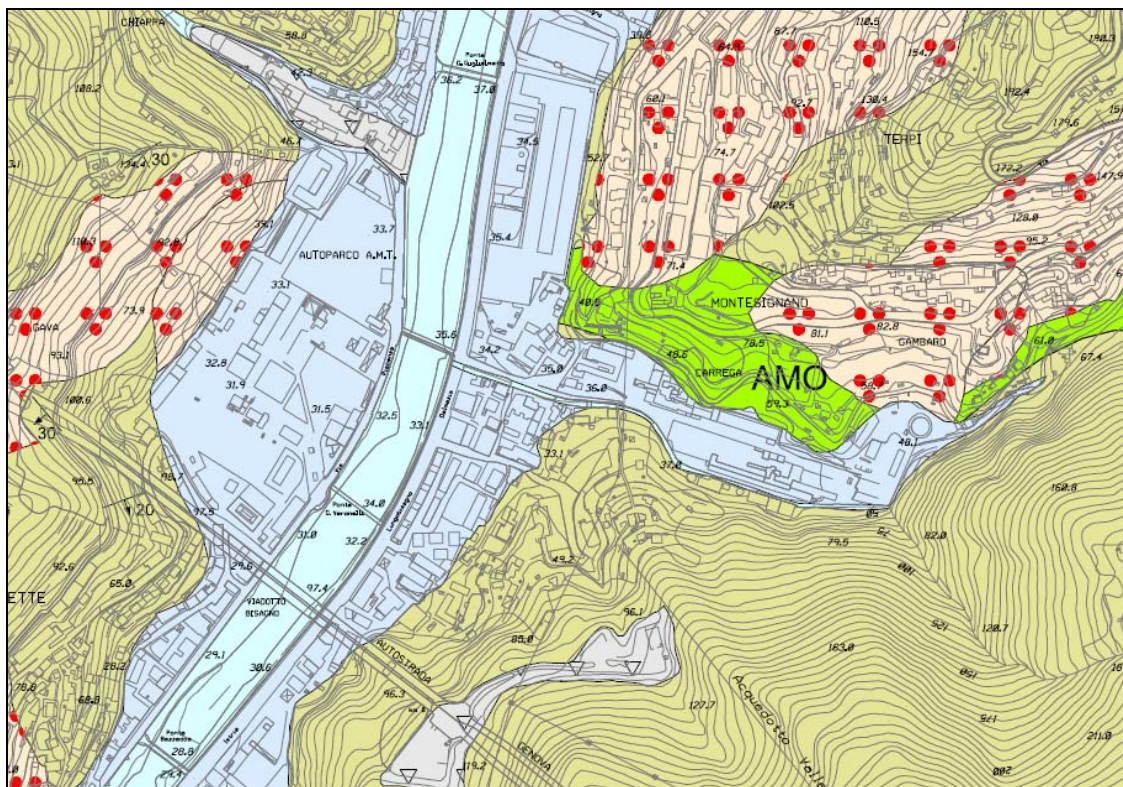


Figura 6 - Stralcio Carta Geologica del PUC vigente del Comune di Genova

La zona d'intervento è ubicata in un'area urbanizzata in sponda sinistra del T. Bisagno. Dal punto di vista geomorfologico è edificata nel vecchio alveo del T. Bisagno, infatti sono presenti coltri alluvionali di spessore variabile da 1-3 m, con pendenze da 0°-10°. Nella zona prossima alla testata del bacino del Rio Torre, aumenta l'acclività (20°- 30°) e la roccia si presenta affiorante o subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino ad 1 m di spessore in buone condizioni poste a franapoggio rispetto al versante, con esposizione N-NW.

5. Idrogeologia

La formazione dei calcari del M.te Antola risulta permeabile per fratturazione-fessurazione nonché per pseudo carsismo;

AREA TECNICA
DIREZIONE LAVORI PUBBLICI
Progettazione e Opere Pubbliche
Ufficio Geotecnica e Idrogeologia
Via di Francia 3 (piano 7°) 16149 GENOVA
Tel. +39 010 5573348 / Fax +39 010 5573430 / Cell. +39 335 5686526/ e-mail: ggrassano@comune.genova.it



Relazione Geologica

In caso di forti precipitazioni, si ha una forte imbibizione delle coltri superficiali maggiormente *argillificate* ed un forte ruscellamento idrico superficiale, con accumuli e ristagni d'acqua nelle aree depresse.

Quando, come nel nostro caso, alla base si colloca la Formazione di Montoggio (argilliti impermeabili), l'acqua che scorre all'interno del Flysch trova una barriera impermeabile e viene a giorno creando sorgive con portata costante e cospicua durante tutto l'intero ciclo stagionale, formando aree fortemente impregnate, e favorendo il degrado chimico-fisico delle argilliti per spessori notevoli, dando luogo a lenti movimenti delle potenti coperture presenti. Tali venute d'acqua sono spesso sfruttate per alimentare la rete idrica.

Possiamo quindi distinguere dal punto di vista idrogeologico due strati.

- *Le coltri eluvio - colluviali*, permeabili per porosità.

Le coltri di copertura del versante sono del tipo eluviale definite da argille limose di color nocciola, con frammenti, scaglie e blocchi di calcare marnoso grigio; si tratta di materiale caratterizzato da elevata permeabilità per porosità per le granulometrie ben assortite, peraltro mitigata dal contenuto nella matrice dell'accumulo di frazioni argillose.

- *L'ammasso roccioso*, permeabile per fratturazione.

La circolazione delle acque è strettamente legata alla litologia e struttura della stessa. Essendo il bed-rock costituito da calcari marnosi si segnala una permeabilità medio-bassa per fratturazione dove l'assetto dei materiali litoidi favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche.

6. Piano di Bacino del T. Bisagno: inquadramento normativo

Per quanto attiene all'aspetto idrogeologico si fa riferimento alla normativa tecnica del Piano di Bacino del T. Bisagno secondo il quale l'area in esame è collocata prevalentemente all'interno della Fascia A (aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T = 50$ anni), come indicato dalla "Carta delle aree inondate e inondabili" con colore rosso.

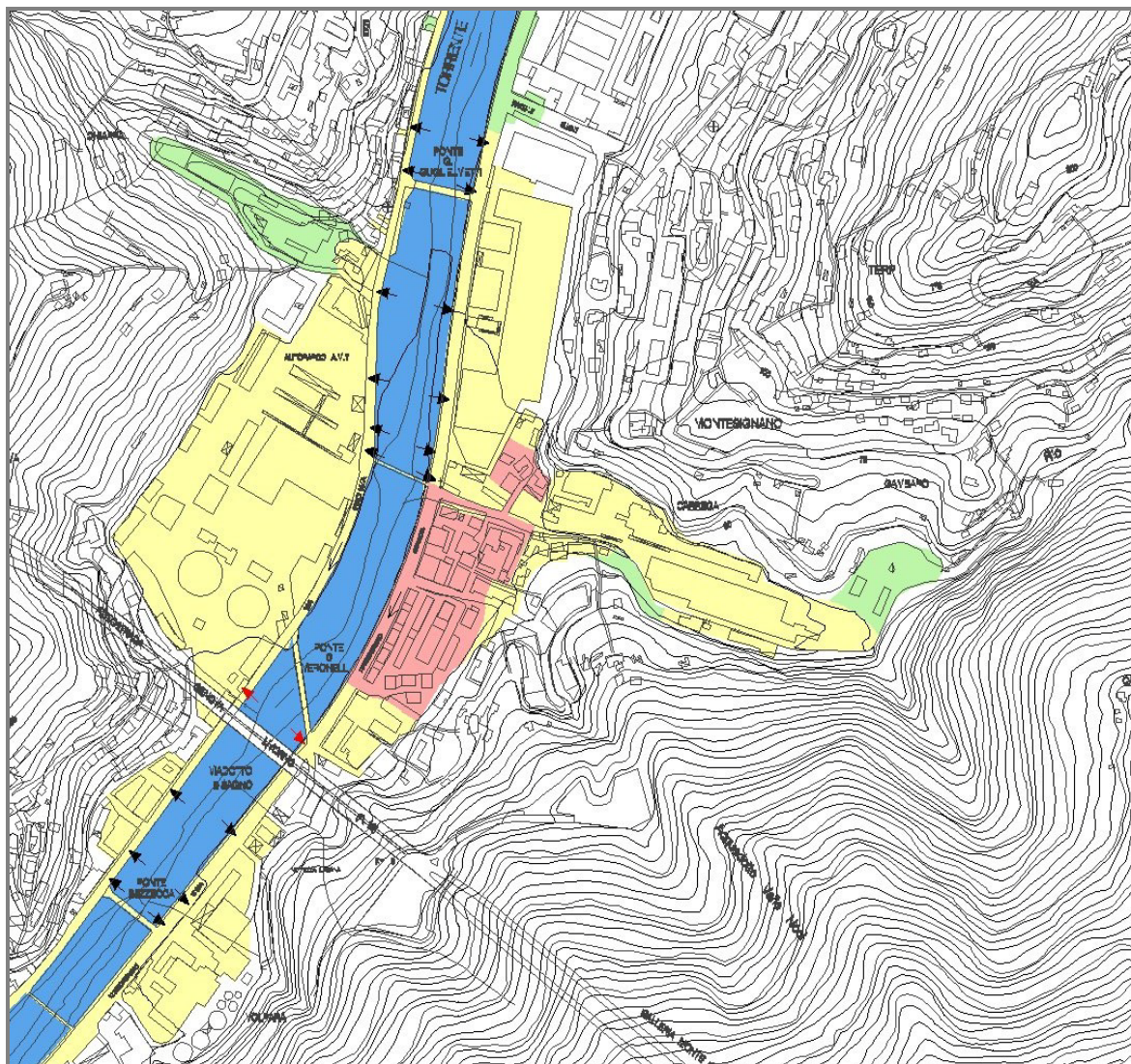


Figura 7: estratto Piano di bacino del Torrente Bisagno, "Carta delle aree inondate e inondabili"

Un ulteriore tratto soggetto agli interventi descritti nella presente relazione ricade all'interno della Fascia B (aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=200$ anni, indicato con il colore giallo).

La porzione di tombinatura più a monte ricade invece in Fascia C (aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T = 500$ anni, o se più estese, aree storicamente inondate).

Per quanto riguarda la classificazione geologica per i dissesti, l'area è quasi interamente ubicata in zona B ("Aree con suscettività parzialmente condizionata") ed in minima parte in zona D ("Area con suscettività limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche").

7. Criticità idrogeologiche

Il tratto di intervento è stato oggetto di numerosi episodi di allagamento, soprattutto durante gli ultimi eventi alluvionali. Tali fenomeni sono prevalentemente imputabili alle dimensioni attuali del tratto tombinato del Rio, che risultano insufficienti al regolare deflusso. Le maggiori criticità si riscontrano in special modo nella parte terminale del tratto tombinato (in corrispondenza di Passo Ponte Carrega), a monte della sezione di sbocco nel Torrente Bisagno. Il franco di sicurezza non risulta infatti verificato nei confronti dell'altezza del livello di piena duecentennale, e non è sufficiente neanche al deflusso della piena cinquantennale (come emerso dalla studio idraulico condotto dall'Ing. Misurale Pietro). Le dimensioni ridotte della copertura provocano nel tratto terminale il deflusso in pressione del Rio, il quale, in occasione degli eventi intensi, fuoriesce dalle griglie di Passo Ponte Carrega allagando la zona circostante. Inoltre a monte dell'imbocco della tombinatura è presente un salto in cemento armato di notevole altezza, circa 10m che, durante gli eventi di maggiore piena del rio, provoca la formazione di un getto d'acqua oltre la vasca sghiaiatrice, contribuendo all'allagamento della strada.

Un'ulteriore criticità dell'area è Piazzale Adriatico in quanto collocata ad un livello inferiore rispetto alla strada ed ad una quota di poco superiore al fondo alveo del T. Bisagno; tale area costituisce una zona di potenziale rischio nei confronti di eventuali allagamenti per il deflusso superficiale proveniente da Passo Ponte Carrega e maggiormente dal reflusso delle acque proveniente dal Torrente Bisagno che risalgono tramite le condutture delle acque bianche di Piazzale Adriatico, provocando l'allagamento della zona in corrispondenza degli eventi piovosi maggiormente significativi.



Figura 8. Sbocco ostruito del Rio Torre nel T. Bisagno.



Figura 9. Griglie lungo Via Passo Ponte Carrega.



Figura 10: Inizio tratto tombinatura finale.



Figura 11: Ostruzione del flusso nel tratto a cielo aperto.



Figura 12: Salto del Rio Torre.



Figura 13: Vasca di sedimentazione di ridotte dimensioni.

8. Campagna di indagini geognostica

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni, oltre al rilevamento geologico di superficie, ci si è avvalsi della campagna di indagini geognostica eseguita recentemente (giugno-luglio 2011) sull'area attigua a quella interessata dall'intervento in progetto, che ha compreso sondaggi meccanici, prove in sito e prove di laboratorio.

Sondaggi meccanici a rotazione

Sono stati realizzati 9 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo con diametro di perforazione di 101 mm disposti come da cartografia con ubicazione sondaggi allegata.

I 9 sondaggi sono stati spinti fino alle profondità indicate nella tabella seguente:

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
25,00 mt.	25,00 mt.	15,00 mt.	25,00 mt.	15,00 mt.	15,00 mt.	25,00 mt.	25,00 mt.	15,00 mt.

In tutti i sondaggi è stata riscontrata la presenza di un livello superficiale di materiale di riporto eterogeneo, di spessore variabile tra 0,80 mt (S5)–4,90 mt. (S4).

Nei sondaggi S1, S7, S8 ed S9 al di sotto dei riporti sono presenti depositi alluvionali a granulometria grossolana, costituiti da ghiaie eterometriche e sabbie limose con ciottoli, di spessore variabile tra 8,1 mt (S9)–14,4 mt. (S1), seguiti dal substrato roccioso rappresentato da argilliti da alterate e molto fratturate (R.Q.D. nullo o <50%) a fratturate (R.Q.D. > 50%). Nei sondaggi S7, S8 ed S9 tra i depositi alluvionali ed il substrato roccioso è presente un sottile livello di alterazione del substrato costituito da roccia completamente alterata. Nel sondaggio S9 i depositi alluvionali sono in parte frammisti alla coltre detritica colluviale. Nei sondaggi S2, S3, S4, S5 ed S6 al di sotto dei riporti è presente il substrato roccioso costituito anche in questo caso (tranne che nel sondaggio S3) da argilliti da alterate e molto fratturate (R.Q.D. nullo o <50%) a fratturate (R.Q.D. > 50%); nel sondaggio S3 il substrato è rappresentato da una breccia calcareo-argillitica cementata da molto fratturata a fratturata. Nei sondaggi S3 ed S5 tra i riporti ed il substrato roccioso è presente un sottile livello di alterazione del substrato costituito da roccia completamente alterata. I fori di sondaggio S1, S4 ed S6 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto da 2".

Relazione Geologica

Prove S.P.T.

Nei 5 fori di sondaggio S1, S3, S7, S8 ed S9 sono state realizzate 22 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) a punta chiusa; da tali prove è possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni sciolti costituenti i depositi alluvionali.

Tabella dei dati ricavati.

DEPOSITI ALLUVIONALI

Sondaggio	Prof. (m)	N _{SPT}	N ₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S1	-2,10	13	19,6	59,5	30,8
S1	-4,65	27	27,3	70,2	34,8
S1	-6,25	19	17,3	55,8	32,5
S1	-8,10	40	33,2	77,4	38,4
S1	-9,60	43	33,5	77,8	39,2
S1	-11,10	43	31,7	75,6	39,2
S7	-3,00	55	69,3	100	42,6
S7	-4,70	59	59,6	100	43,7
S7	-6,40	47	42,9	88,0	40,4
S7	-7,60	Rif.	-	-	-
S7	-9,20	60	48	93,1	44,0
S7	-11,30	Rif.	-	-	-
S8	-4,60	38	41,1	86,2	37,8
S8	-5,50	15	15,2	52,4	31,4
S8	-7,40	20	18,1	57,2	32,8
S8	-10,30	30	23,8	65,5	35,6
S8	-12,00	18	13,4	49,1	32,2
S9	-5,00	75	79,5	100	48,2
S9	-7,50	Rif.	-	-	-
S9	-9,00	Rif.	-	-	-
S9	-10,70	89	69,7	100	52,1

CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Sondaggio	Prof. (m)	N _{SPT}	N ₁	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S3	-1,50	Rif.	-	-	-

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.

Relazione Geologica

I terreni interessati dalle prove sono incoerenti a prevalente granulometria ghiaiosa in matrice sabbioso-limosa. Essendo in presenza di depositi ghiaiosi i valori ottenuti sono generalmente sovrastimati per la presenza di materiale lapideo grossolano, come testimoniato anche dai rifiuti all'avanzamento ottenuti nelle prove all'interno dei sondaggi S7 ed S9.

Per la determinazione del grado di addensamento dei terreni incoerenti 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 ghiaie i valori di N sono stati aumentati in un rapporto di 65/60.

Dai risultati ottenuti dalle prove effettuate i depositi alluvionali risultano da addensati a molto addensati.

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

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

Prove di permeabilità Lugeon

All'interno del substrato roccioso argillitico sono state eseguite 19 prove di permeabilità Lugeon, utili per valutare l'attitudine dell'ammasso roccioso a consentire la circolazione d'acqua.

La prova consiste nel misurare la portata di acqua iniettata nella camera di prova, opportunamente isolata all'interno del foro di sondaggio, in almeno 5 gradini di pressione, misurando la costanza della portata ogni minuto.

Ciascun gradino di portata è stato mantenuto costante per 10 minuti.

Dalle prove si ricava un parametro di assorbimento d'acqua espresso in Unità Lugeon (U.L.); una U.L. corrisponde alla portata di 1 l/min iniettata ad una pressione di 1 MPa, per la durata di 10 minuti, in un tratto di foro di 1 mt.

Le prove sono state realizzate all'interno dei fori di sondaggio S2, S3, S4, S5, S6, S7 ed S8, alle seguenti profondità:

Relazione Geologica

PROVA	SONDAGGIO	PROFONDITÀ (MT)	U.L.	K (mt/sec)
1	S2	-19,60/-21,60	18,4	$1,76 \times 10^{-6}$
2	S2	-23,00/-25,00	7,25	$6,25 \times 10^{-7}$
1	S3	-7,00/-9,00	62,9	$6,03 \times 10^{-6}$
2	S3	-10,00/-12,00	10,3	$9,89 \times 10^{-7}$
3	S3	-13,00/-15,00	8,03	$7,70 \times 10^{-7}$
1	S4	-8,00/-10,00	11,7	$1,12 \times 10^{-6}$
2	S4	-13,20/-15,20	26,9	$2,58 \times 10^{-6}$
3	S4	-16,80/-18,80	23	$2,20 \times 10^{-6}$
4	S4	-20,00/-22,00	29,5	$2,83 \times 10^{-6}$
1	S5	-5,60/-7,60	33,7	$3,23 \times 10^{-6}$
2	S5	-10,60/-12,60	21,9	$2,10 \times 10^{-6}$
1	S6	-6,60/-8,60	13,4	$1,28 \times 10^{-6}$
2	S6	-10,00/-12,00	19,8	$1,90 \times 10^{-6}$
3	S6	-13,00/-15,00	10,3	$9,84 \times 10^{-7}$
1	S7	-17,70/-19,70	59,6	$5,72 \times 10^{-6}$
2	S7	-23,00/-25,00	7,53	$7,22 \times 10^{-7}$
1	S8	-15,20/-17,20	21,9	$2,10 \times 10^{-6}$
2	S8	-19,80/-21,80	8,11	$7,77 \times 10^{-7}$
3	S8	-23,00/-25,00	3,52	$3,38 \times 10^{-7}$

Come si può verificare dall'esame dei grafici portate-pressioni, il regime è prevalentemente laminare.

I valori di permeabilità ricavati dalle prove variano tra 10^{-6} - 10^{-7} mt/sec.

Misure Piezometriche

I fori di sondaggio S1,S4 ed S6 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto 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 sui piezometri installati.

Relazione Geologica

DATE LETTURE	12/07/2011	01/07/2011	28/07/2011 1
S1			-5,30 mt. da p.c.
S4		-3,40 mt. da p.c.	
S6	-1,50 mt. da p.c.		

Le letture sono state effettuate a breve distanza di tempo dall'esecuzione dei sondaggi ed hanno indicato la presenza di acqua all'interno dei piezometri.

Sull'area è infatti presente una falda libera superficiale impostata all'interno dei depositi alluvionali grossolani, il cui letto è rappresentato dal substrato roccioso sostanzialmente impermeabile o caratterizzato da valori di permeabilità molto bassa nei livelli maggiormente fratturati.

Prove di laboratorio (vedi allegati)

Le prove, eseguite dal Laboratorio Servizi Geotecnici Liguri di Vado Ligure (SV) hanno fornito risultati dai quali è possibile definire una serie di valori caratteristici dei materiali campionati.

I dati relativi alle prove effettuate sono riportati nei documenti in allegato.

Nei fori di sondaggio S7, S8 ed S9, all'interno dei depositi alluvionali, sono stati prelevati 3 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di laboratorio.

Segue lo schema della quota relativa di estrazione e dei sondaggi:

Campione	Sondaggio	Profondità (mt.)	Prove
CR1	S7	-8,20/-8,60	CG- Lim
CR1	S8	-7,50/-7,90	CG- Lim
CR1	S9	-8,00/-8,40	CG- Lim

(*) CR = Campione rimaneggiato;

CG = Caratteristiche granulometriche;

Lim = Limiti di Consistenza;

Relazione Geologica

C = Compressione Uniassiale

Sul campioni è stata effettuata la determinazione delle caratteristiche granulometriche e dei limiti di consistenza.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i risultati ottenuti.

<u>CARATTERISTICHE</u>			
<u>GRANULOMETRICHE</u>			
<u>ASTM D 421-93</u>	<u>S7 (CR1)</u>	<u>S8 (CR1)</u>	<u>S9 (CR1)</u>
<u>ASTM D 422-90</u>			
Classificazione (USCS)	GC	GC	GC

<u>LIMITI</u>	<u>S7 (CR1)</u>	<u>S8 (CR1)</u>	<u>S9 (CR1)</u>
<u>ASTM D 4318-00</u>			
Limite di liquidità (%)	36,2	29,8	37,8
Limite di plasticità (%)	18,1	16,7	17,0
Indice di plasticità	18,1	13,1	20,8

I materiali campionati sono costituiti da ghiaie argillose con sabbia.

Prova di compressione monoassiale su roccia (I.S.R.M. 1983 - A.S.T.M. D 2938-95)

All'interno dei sondaggi S3, S4, S5 ed S8 sono stati prelevati 5 campioni di roccia e sottoposti a prova di compressione uniassiale secondo le norme I.S.R.M. 1983 e ASTM D2938-95, portando a rottura spezzoni di carota del substrato.

Relazione Geologica

Di seguito vengono forniti i risultati ottenuti.

SONDAGGIO	PROFONDITÀ DEL CAMPIONE (MT)	σ_c (MPa)
<i>S3(CAR1)</i>	-10,20/-10,60	0,63
<i>S4(CAR1)</i>	-9,30/-9,90	6,11
<i>S5(CAR1)</i>	-11,20/-11,50	1,12
<i>S8(CAR1)</i>	-22,70/-23,00	26,85
<i>S8(CAR2)</i>	-23,30/-23,50	13,57

Come si può verificare dai risultati ottenuti i valori della resistenza alla compressione uniassiale della roccia nelle condizioni in cui è stata rinvenuta risultano da bassi a molto bassi, a testimonianza della presenza di argilliti da frantumate o molto fratturate a fratturate.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Sulla base delle indagini effettuate, dei risultati ricavati dall'elaborazione dei dati e dell'esperienza della scrivente su terreni simili, vengono di seguito riassunte le caratteristiche geotecniche medie dei terreni incontrati.

La stratigrafia, riportata nelle sezioni geologiche schematiche in allegato (cfr. Tav. 4-5-6-7) e la cui ubicazione è riportata nella planimetria in allegato (cfr. Tav. 3), è stata schematizzata in 7 strati.

1. Riporti eterogenei

$$\gamma = 2,1 \text{ t/mt}^3$$

$$\phi' = 30^\circ\text{-}31^\circ$$

$$c' = 0$$

2. Coltre detritica

$$\gamma = 1,8\text{-}1,9 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\phi' = 27^\circ\text{-}28^\circ$$

$$c' = 5\text{-}7 \text{ KPa}$$

In condizioni non drenate:

$$\phi_u = 0$$

$$c_u = 15\text{-}20 \text{ KPa}$$

Relazione Geologica

3. Depositi alluvionali

$\gamma = 2-2,1 \text{ t/mt}^3$
 $\gamma_{\text{sat}} = 2,3 \text{ t/mt}^3$
 $\varphi' = 32^\circ-34^\circ$
 $c' = 3-5 \text{ KPa}$

4. Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso argillitico

$\gamma = 2,1-2,2 \text{ t/mt}^3$
 $\varphi' = 30^\circ-32^\circ$
 $c' = 15-20 \text{ Kpa}$

5. Substrato roccioso costituito da argilliti da frantumate ed alterate a molto fratturate

$\gamma = 2,3-2,4 \text{ t/mt}^3$
 $\varphi = 27^\circ-29^\circ$
 $c = 100-150 \text{ KPa}$
 $\sigma_c = 0,63-6,11 \text{ MPa}$
 $K = 10^{-6}-10^{-7} \text{ mt/sec}$

6. Substrato roccioso costituito da argilliti fratturate

$\gamma = 2,4-2,6 \text{ t/mt}^3$
 $\varphi = 31^\circ-33^\circ$
 $c = 200 \text{ KPa}$
 $\sigma_c = 13,57-26,85 \text{ MPa}$

7. Substrato roccioso costituito da calcari-marnosi massici e fratturati

$\gamma = 2,6 \text{ t/mt}^3$
 $\varphi = 31^\circ-33^\circ$
 $c = 200-250 \text{ Kpa}$

9. Parametrizzazione sismica

Con la D.G.R. 19/11/10, n. 1362, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) n. 50 del 15/12/10, parte II, e stata approvata la nuova classificazione sismica (che ha sostituito la precedente di cui alla D.G.R. 24/10/08, n. 1308), entrata in vigore il 1° gennaio 2011, e il quartiere di Staglieno è stato inserito in classe sismica 4 con pga compreso tra 0.05 e 0.15 g.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante approccio "sito dipendente" attraverso la determinazione di coefficienti sismici. In base alla stratigrafia dei terreni desunta dalla caratterizzazione geologica del sito (vedi capitoli precedenti), i terreni che costituiscono il pendio in esame ricadono sotto il profilo stratigrafico di tipo "C" (cfr. figura 10).

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s , eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti , <u>con spessori superiori a 30 m</u> , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti , <u>con spessori superiori a 30 m</u> , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti , <u>con spessori superiori a 30m</u> , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

Figura 7 – Descrizione profili stratigrafici secondo NTC 2008.

Per quanto riguarda le categorie di sottosuolo stabilite nella tab. 3.2.IV delle NTC 2008, i terreni in esame rientrano nella categoria T1.

10. Obiettivi e descrizione dell'intervento

L'intervento è finalizzato all'adeguamento delle sezioni idrauliche del tratto finale tombinato del Rio Torre di Quezzi, attraverso la realizzazione di una nuova sezione scatolare in cemento armato prefabbricato, adiacente a quello esistente, che permetterà il deflusso in sicurezza della piena con tempo di ritorno duecentennale, con adeguato franco di sicurezza. La tombinatura esistente, una volta resa stagna, verrà utilizzata come eventuale vano tecnico definitivo per l'alloggio dei sottoservizi.

Gli scatolari saranno inseriti, a partire dalla sezione di sbocco, attraverso la tecnica dello spingitubo per il tratto sottostante Lungobisagno Dalmazia, ed in seguito sarà effettuato mediante scavo a campioni.

Relazione Geologica

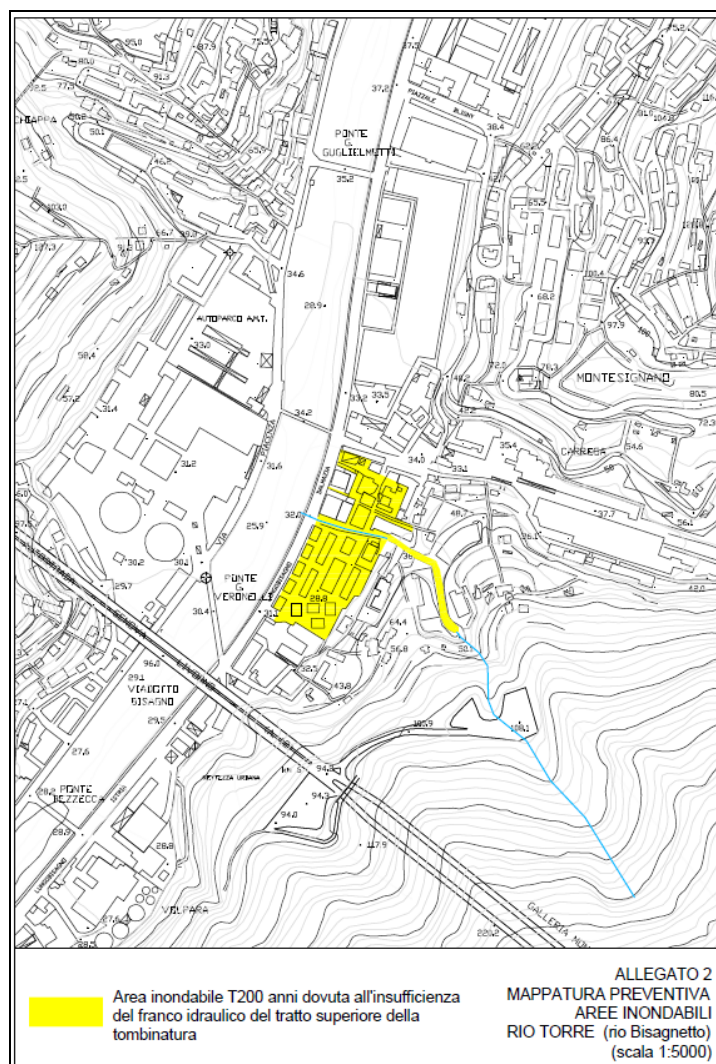
Gli scatolari posizionati con la tecnica dello spingitubo avranno forma circolare di diametro interno pari a 2.50 m, altrove avranno sezione rettangolare di dimensioni 2.10 m di larghezza per 2.5 m di altezza. Tale intervento si svilupperà per un tratto di circa 150 m.

Nella porzione di tombinatura posta a monte, in corrispondenza dello sghiaiatore, occorrerà procedere all'ampliamento della vasca esistente, fino ad una lunghezza di 8m, al fine di contenere il volume il trasporto solido che defluisce da monte e a contenere il getto d'acqua che attuale, in caso di precipitazioni copiose, non è in grado di contenere; a tal fine si interviene eseguendo una riprofilatura della soglia del salto tale da ridurre il distacco del getto della lama stramazzante. I dettagli di tale intervento sono indicati negli elaborati grafici facente parte della documentazione di progetto della sistemazione idraulica di cui in oggetto.

Infine occorrerà effettuare un intervento di miglioramento idraulico di Piazzale Adriatico attraverso la messa in opera di una valvola antiriflusso sulla rete di smaltimento delle acque bianche in corrispondenza della parte terminale di Piazzale Adriatico. Tale area risulta in depressione rispetto alla viabilità stradale e di poco superiore alla quota di fondo alveo del Torrente Bisagno. L'intervento previsto impedirebbe il reflusso delle acque che risalgono tramite le condutture delle acque bianche di Piazzale Adriatico provocandone l'allagamento della zona, in corrispondenza degli eventi piovosi maggiormente significativi.

Gli interventi sopra descritti sono anche finalizzati, come si evince dallo studio idraulico a firma dell'Ing. Misurale Pietro allegata alla documentazione di progetto, ad una modifica della perimetrazione delle aree esondabili. A seguito dell'adeguamento idraulico del Rio Torre di Quezzi, considerando anche la messa in sicurezza del Rio Mermi, limitrofo a questo ultimo, l'area di Piazzale Adriatico, che attualmente nella planimetria della "Carta delle aree inondate e inondabili" è individuata come area esondabile con T=50 anni (zona rossa), diventa area esondabile con T= 200 anni (zona gialla).

Si riporta lo stralcio della nuova perimetrazione dedotta dallo studio idraulico.



Nuova perimetrazione dell'area inondate e inondabili dopo l'intervento
– stralcio dallo studio idraulico

11. Fattibilità dell'intervento

In relazione agli obiettivi di cui al paragrafo 1.1, l'area è da ritenersi idonea all'intervento in progetto, poichè l'intervento non comporterà ripercussioni negative né sull'area indagata né sull'intorno. Anzi, le opere a progetto consentiranno la corretta regimazione dei deflussi del rio Torre a garanzia della stabilizzazione e sicurezza dell'area.

12. Conformità normativa

La presente relazione risulta conforme agli adempimenti del D.M. LL.PP.11/3/88, al Piano di Bacino della Provincia di Genova Ambito 14, a quanto prescritto dalle Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Genova, relativamente alla zona C della carta di zonizzazione del P.U.C. e alle Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. 14.01.2008.

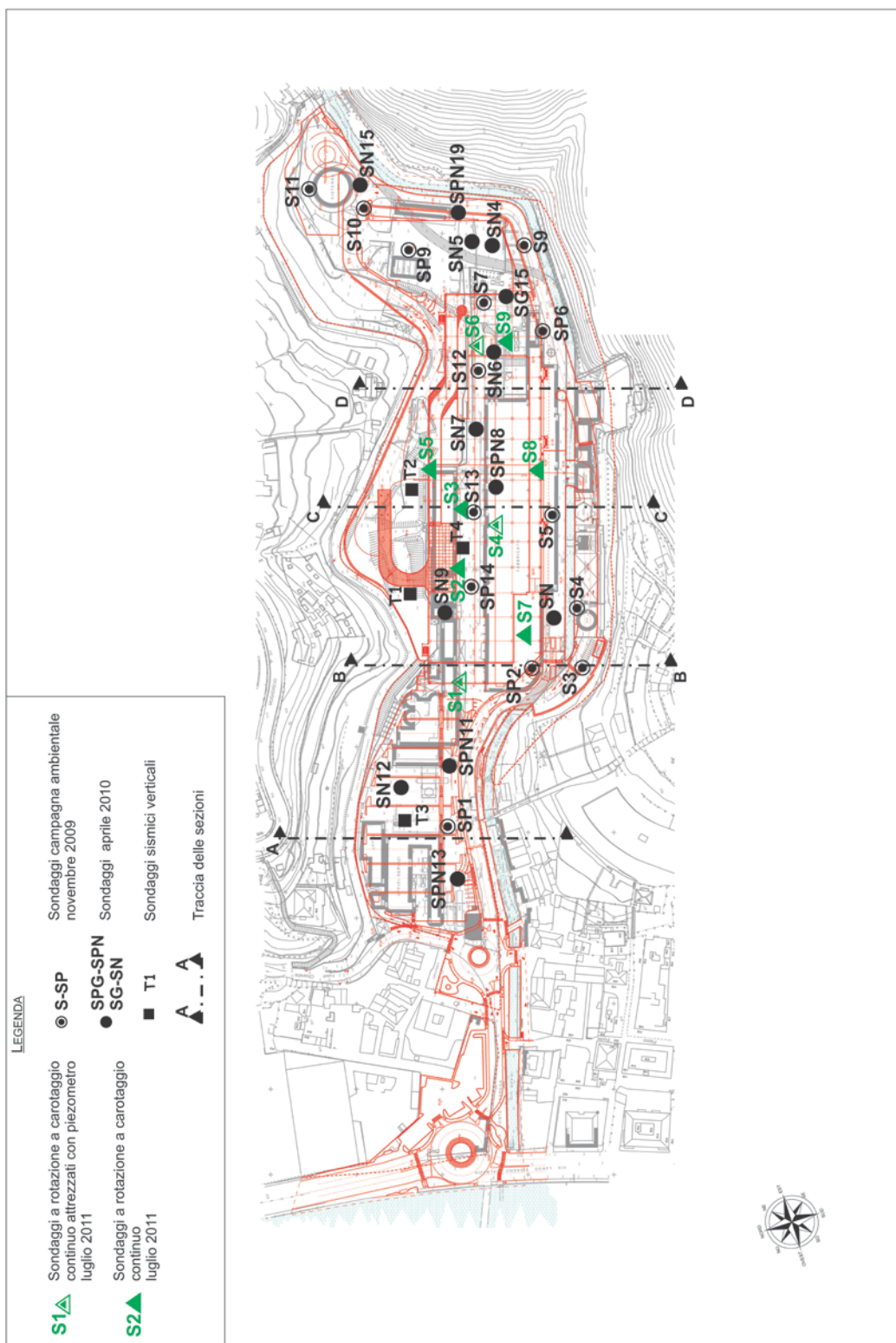
Geol. Giorgio Grassano

ALLEGATI:

All.01 – Planimetria con ubicazione delle indagini e delle sezioni in scala 1:2.000

All.02 – Sezione geologica schematica A-A' in scala 1:500

PLANIMETRIA DI PROGETTO CON L'UBICAZIONE
 DELLE INDAGINI E DELLE SEZIONI
 Scala 1:2.000



SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA A-A'
 Scala 1:500

