

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**

**REGIONE PIEMONTE
COMUNI DI TORINO, COLLEGNO E RIVOLI**

INFRATRASPORTI.TO S.r.l.



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 1 - PROLUNGAMENTO OVEST - CASCINE VICA**

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA
METROPOLITANA DI TORINO TRATTA 3
COLLEGNO (Diramazione Deposito) - CASCINE VICA
Lotto Funzionale 1 : Fermi - Collegno Centro**

PROGETTO ESECUTIVO						
IL PROGETTISTA						
		RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
		SCALA	DATA	REL.N.		REV. int. est.
		-	14-02-18	MT L1 T3 A1	EGEOGENR 002	0

AGGIORNAMENTI

Fg.01 di 22

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.	VISTO
1	EMISSIONE FINALE	14-02-18	SAO	AEU	AEU	GAS
0	EMISSIONE	19-01-18	SAO	AEU	AEU	GAS

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 1</td> <td>CARTELLA</td> <td>2.1</td> <td>10</td> <td>MTL1T3A1 EGEOGENR002</td> </tr> </table>					LOTTO 1	CARTELLA	2.1	10	MTL1T3A1 EGEOGENR002	CONCESSIONARIA
LOTTO 1	CARTELLA	2.1	10	MTL1T3A1 EGEOGENR002						

 INFRA.TO infrastrutture per la mobilità	Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 1° Lotto funzionale “Fermi – Collegno Centro”	MTL1T3A1E GEOGENR002
		Revisione 0-1

**Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1 Prolungamento Ovest – Cascine Vica – Lotto
funzionale 1 “Fermi Collegno Centro”**

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

REV.	REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONE		DATA
	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	
1	Geol. Simone Asoni		Geol. Attilio Eusebio		Geol. Attilio Eusebio		14/02/2018
0	Geol. Simone Asoni		Geol. Attilio Eusebio		Geol. Attilio Eusebio		19/01/2018

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
5	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO.....	5
5.1	Inquadramento geologico e studi precedenti.....	5
5.2	Cementazione dei depositi quaternari	8
5.3	Inquadramento geomorfologico	9
5.4	Inquadramento idrogeologico.....	9
5.5	Sismicità dell’area	12
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE	13
6.1	Indagini pregresse.....	13
6.2	Indagini progetto esecutivo.....	15
6.2.1	Sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo.....	17
6.2.2	Indagini geofisiche.....	17
7	SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE	18
8	ASSETTO IDROGEOLOGICO	21

1 INTRODUZIONE

La presente relazione geologica ed idrogeologica è parte integrante del Progetto Esecutivo relativo all'Appalto Infra.TO 2/2017, attinente alla progettazione della Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1 – Tratta 3 - Prolungamento Ovest – Cascine Vica – Lotto Funzionale 1 “Fermi – Collegno Centro” redatto dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese Aggiudicatario dell'Appalto costituito da: Geodata Engineering S.p.A. (Mandataria) – AI Studio, Neosia S.p.A., Studium S.a.S. (Mandanti).

In particolare, viene di seguito illustrato il contesto geologico e idrogeologico e le indagini eseguite per una migliore conoscenza delle caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche dell'area in esame, interessata dal prolungamento della Linea 1 della Metropolitana di Torino.

Il presente documento riassume le indagini condotte tra Novembre e Dicembre 2017 a seguito del piano di indagine proposto in fase di Progetto Esecutivo (MTL1T3A1EGEOGENR001 rev.0.1). Riassume i risultati delle informazioni ottenuti dai carotaggi, dalle prove geotecniche in situ e di laboratorio e integra questi dati con dati elaborati da campagne pregresse avvenute in terreni limitrofi e litologicamente simili. I dati così raccolti, elaborati e integrati, incrementano e completano il livello di conoscenza del contesto in cui si inserirà l'opera. Le indagini eseguite sono prevalentemente di tipo diretto mediante l'esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo o a distruzione, e solo in minima parte di tipo indiretto con l'ausilio di metodi geofisici.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Gli studi esposti nella seguente relazione sono stati effettuati nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministero Infrastrutture 14 gennaio 2008. Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 Ministero Infrastrutture e Trasporti. Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Documenti del Progetto Definitivo (PD)

- [1] MTL1T3A0DGEEOGENR001, Relazione geologica e idrogeologica,
- [2] MTL1T3A0DGEEOGENR002, Relazione geotecnica e sismica,
- [3] MTL1T3A0DGEEOGENS003.1, Profilo geotecnico,
- [4] MTL1T3A0DGEEOGENS002.1, Profilo geologico

Documenti del Progetto Esecutivo (PE)

- [5] MTL1T3A1EGEOGENR001 rev.0.1, Relazione del piano degli studi e delle indagini geognostiche ed ambientali.
- [6] MTL1T3A1EGEOGENS001 rev.0.1, Piano delle indagini geognostiche e ambientali.

Bibliografia

- [7] Bortolami G., De Luca D., Filippini G. (1990) – “Le acque sotterranee della pianura di Torino. Aspetti e problemi”. Provincia di Torino, Assessorato Ecologia.
- [8] Carta Geologica d’Italia, Foglio 155, Torino Ovest, scala 1:50.000.
- [9] Città di Collegno, Nuovo Piano Regolatore, Relazione Geologica Illustrativa; 2000.
- [10] Franchi S, Mattiolo O, Novarese V., Sacco F. & Stella A. (1925) - Foglio 56 "Torino" della carta al 100.000 dell'Istituto geografico militare. I ed, R. Uff. Geol. It, Stab. Lit. L. Salomone, Roma.
- [11] ISPRA (2009) - Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50000. Foglio 155, Torino Ovest.
- [12] Metropolitana automatica di Torino Linea 1, Progetto Esecutivo; Galleria artificiale tratta Deposito-Fermi Relazione Geologica ed Idrogeologica, MTL1T1A2EGE0GARR001; Systra S.A. –Geodata S.P.A.; 2000.
- [13] Mandrone G. (2002) - Relazione geologica illustrativa. Piano regolatore generale. Città di Collegno.
- [14] Regione Piemonte (2011) - Classificazione sismica dei comuni piemontesi entrata in vigore a seguito dell'approvazione della DGR n.4-3084 del 12/12/2011 (BURP n.50 del 15/12/2011).
- [15] Carta della base dell’acquifero superficiale del settore di pianura della provincia di Torino. Provincia di Torino. http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/risorse_idriche.

4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'opera in progetto si sviluppa nel sottosuolo del territorio di Collegno, Comune ad ovest di Torino (Figura 1).



Figura 1: Il tratto di Metropolitana in progetto, il cui tracciato è indicato in viola, si sviluppa prevalentemente nel territorio comunale di Collegno.

L'area studiata è situata in un tratto di pianura caratterizzato da forte urbanizzazione e da alta densità abitativa; per questo motivo l'originaria superficie topografica naturale risulta difficilmente osservabile.

5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

5.1 Inquadramento geologico e studi precedenti

Il territorio studiato è caratterizzato da un'area pianeggiante costituita dai depositi quaternari del conoide fluvioglaciale del Fiume Dora Riparia; questi sono stati in seguito rimodellati dalla successiva attività erosiva del fiume stesso. Le litologie presenti nei depositi fluvioglaciali corrispondono ai litotipi del bacino idrografico di alimentazione: gneiss, quarziti, micascisti (Massiccio del Dora – Maira e Massiccio di Ambin), calcescisti e metabasiti (Zona Piemontese). Ai fini del presente studio è stata consultata la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, foglio 155 Torino Ovest. Nel settore in cui si inserisce l'opera in esame, viene riportata la presenza delle seguenti unità litostratigrafiche (Figura 2):

· **UIN_d - Unità ubiquitarie completamente formate:** così descritti nelle Note Illustrative "si tratta di depositi eolici (loess) che costituiscono il riempimento di alcuni settori blandamente depressi localizzati nell'area di pianura compresa tra Alpignano, Pianezza e Rivoli; sono inoltre conservati in forma di ridotti lembi che rivestono parzialmente i versanti sottovento (meridionali) o la sommità dei principali rilievi di origine glaciale fluvioglaciale".

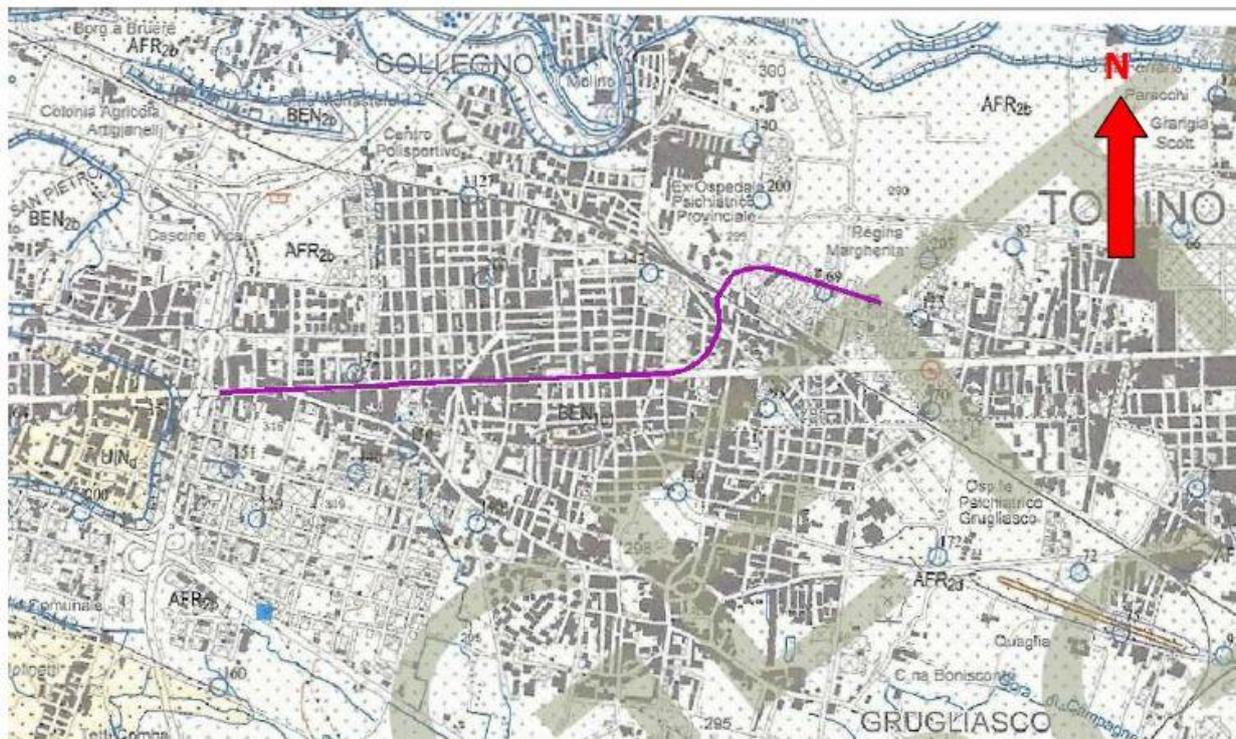
Viene inoltre osservato come "La superficie limite inferiore è di natura deposizionale e generalmente netta, evidenziata dal forte contrasto cromatico con i sottostanti sedimenti intensamente pedogenizzati. La superficie limite superiore, che coincide con la superficie topografica, rappresenta l'originaria superficie di accumulo che nella maggior parte dei casi viene rimodellata.

Sono costituiti da silt sabbiosi omogenei privi di stratificazione, mediamente addensati e di colore bruno giallastro. In base al grado di alterazione pedogenetica e alla loro posizione stratigrafica, questi sedimenti sono riferibili al Pleistocene superiore."

· **AFR_{2b} - Sintema di Frassinere, subsintema di Col Giansesco:** formato da sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti eterometrici di quarziti, serpentiniti, gneiss e subordinatamente di prasiniti, calcescisti e marmi grigi (depositi fluvioglaciali) (Parte superiore del Pleistocene Sup.). Nelle Note Illustrative viene riportato che "Questa unità costituisce buona parte del conoide fluvioglaciale del Fiume Dora Riparia su cui si estende la città di Torino: essa affiora estesamente nella fascia di pianura compresa tra le incisioni del Torrente Sangone e del Fiume Stura di Lanzo. Il corpo sedimentario è centralmente disseccato dal Fiume Dora Riparia e troncato verso Est dall'incisione del Fiume Po". Viene inoltre osservato come "La superficie sommitale coincide invece con la superficie topografica. Ha una morfologia sub pianeggiante ed è lievemente inclinata verso Est. Dai dati di sottosuolo l'unità risulta avere uno spessore inferiore a 10 m."

· **BEN_{1c1} - Sintema di Bennale, subsintema di Truc Monsagnasco:** nelle Note Illustrative vengono descritti come "Ghiaie a supporto di matrice, localmente cementate, con clasti subarrotondati immersi in sabbie siltose. Depositi glaciali indifferenziati (parte inferiore del Pleistocene medio)". Lo stesso documento precisa come nelle precedenti edizioni della Carta Geologica D'Italia (Franchi et alii, 1925) venisse riportato che tale deposito nell'area in oggetto presentava una espressione morfologica corrispondente ad un ridotto rilievo caratterizzato da una superficie di circa 200 m² sopraelevato di 3 m rispetto ai più recenti depositi del Sintema di Frassinere, sporgente rispetto alla pianura circostante. Attualmente non è possibile osservare la natura o l'espressione morfologica di questi depositi in quanto l'area è completamente urbanizzata.

I depositi fluviali – fluvioglaciali descritti poggiano su un substrato rappresentato da depositi marini di età pliocenica argillosi – siltosi e fossiliferi (“facies piacentiana”). Procedendo verso ovest il tetto della successione pliocenica marina si approfondisce rapidamente, fino ad essere incontrato a circa 160 m di profondità in corrispondenza dei settori sud-occidentali dell'area urbana di Torino e a 220 m in corrispondenza della confluenza del Torrente Ceronda nel Fiume Stura di Lanzo: in questi due ultimi settori i sedimenti incontrati sono essenzialmente di natura sabbiosa e riconducibili ad una "facies astiana". Spostandosi ulteriormente verso Ovest la successione fluviolacustre in "facies villafranchiana" interposta tra i depositi continentali pleistocenico-olocenici e depositi marini pliocenici aumenta progressivamente lo spessore: tale sequenza è rappresentata da alternanze discontinue di depositi argillosi – siltosi, in rapporti variabili.



SUCCESSIONE PLIOCENICO-QUATERNARIA

UNITÀ NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA

- | | |
|--|--|
| 
UID | <p>Unità ubiquitarie in formazione
 Depositi colluviali e detritico-colluviali sviluppati essenzialmente a spese di substrato particolarmente degradabile (UID₁₀). Depositi con tessitura aperta e parzialmente aperta, con clasti e blocchi angolosi e scarsa matrice sabbioso-siltosa o sabbioso-ghiaiosa (depositi detritici) (UID₁₁). Depositi caotici costituiti da clasti e blocchi eterometrici con matrice siltoso-sabbiosa; ammassi rocciosi costituiti da porzioni di substrato rilasciato e disarticolato anche di cospicue dimensioni (depositi di frana) (UID₁₂). Depositi siltosi con sporadiche intercalazioni sabbiose, sabbioso-siltose e torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (UID₆). Accumuli di origine antropica (UID₁₃). PLEISTOCENE MEDIO - ATTUALE</p> |
| 
UIN | <p>Unità ubiquitarie completamente formate
 Silt omogenei privi di stratificazione, mediamente addensati e di colore bruno giallastro (10YR), potenti fino a 4-5 m e distribuiti sulla sommità delle superfici terrazzate (loess eolico) (UIN₁). Depositi costituiti da clasti e blocchi angolosi di peridotiti e peridotiti serpentizzate con tessitura aperta, passanti in profondità a depositi a supporto di matrice costituiti da sabbie siltoso-argillose con clasti e blocchi angolosi ed eterometrici (depositi detritici) (UIN₁₃). PLEISTOCENE MEDIO - OLOCENE</p> |

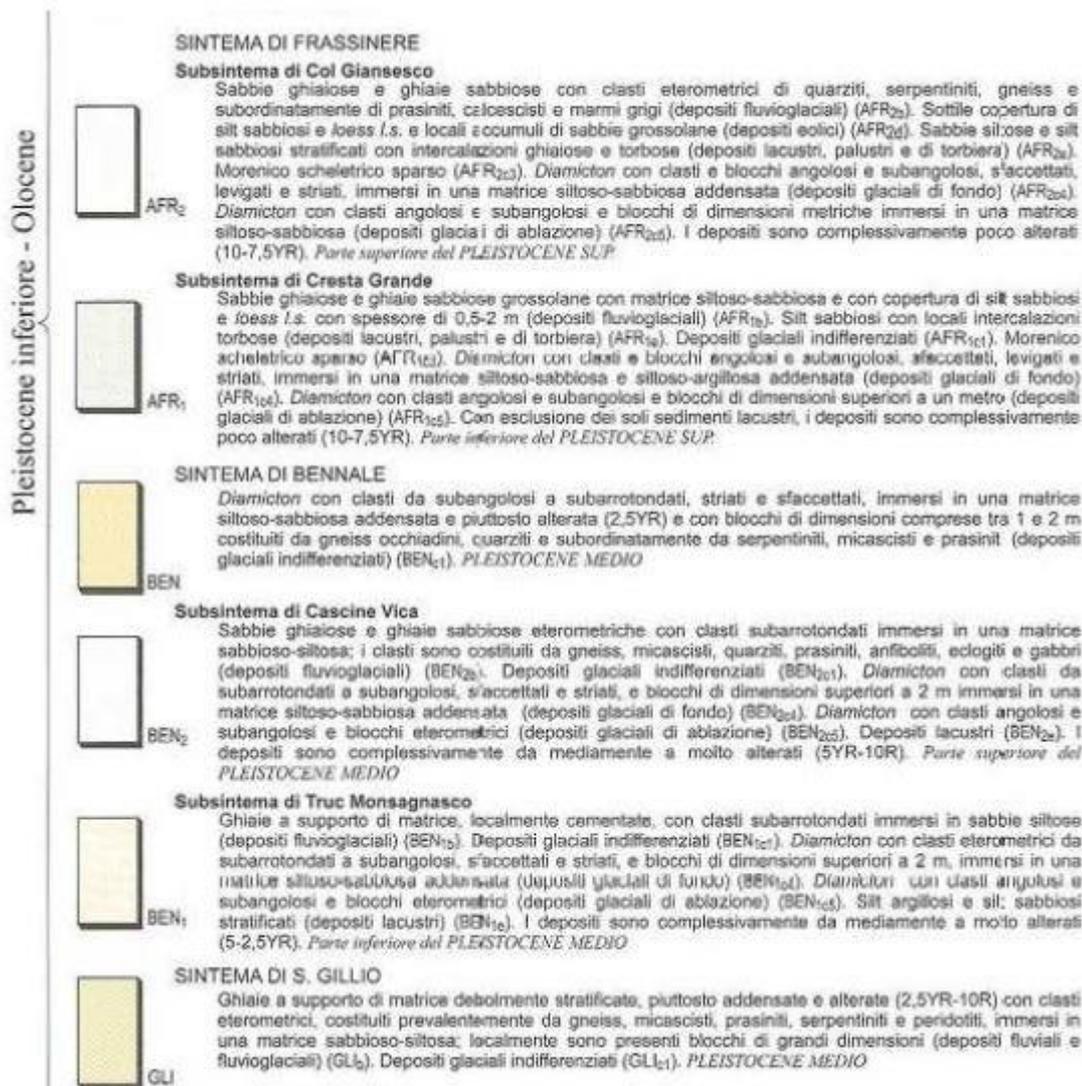


Figura 2: Stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 155 "Torino Ovest" alla scala 1:50000, e relativa legenda. In viola è indicato il tracciato dell'opera in progetto.

5.2 Cementazione dei depositi quaternari

Il sottosuolo di Torino può essere definito relativamente semplice da un punto di vista geologico; tuttavia sono presenti rilevanti variazioni sia laterali che verticali dal momento che i depositi fluvio-glaciali (ghiaie, ciottoli e sabbie in matrice limosa) presentano, localmente, livelli cementati.

I carbonati di calcio e magnesio, presenti nell'acqua di falda ma anche nelle acque di infiltrazione meteorica, precipitano in seguito a diminuzione di temperatura o aumento del pH.

I carbonati presenti in soluzione provengono principalmente dalle acque della Dora Riparia (350 – 400 mg/l di CaCO₃ disciolto), che alimenta la falda superficiale nei periodi di maggior portata. Le acque di precipitazione meteorica, infiltrandosi nel suolo, si arricchiscono di CO₂. Questa, combinandosi con l'acqua, produce acido carbonico (H₂CO₃) determinando una diminuzione del

	Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 1° Lotto funzionale “Fermi – Collegno Centro”	MTL1T3A1E GEOGENR002
		Revisione 0-1

pH. Le acque, divenute quindi aggressive, riescono a portare in soluzione il carbonato di calcio e magnesio presente nei depositi.

All'aumentare della profondità, la temperatura delle acque di infiltrazione, non più influenzata dalla temperatura dell'aria, subisce un generale abbassamento andando a modificare l'equilibrio chimico delle specie carbonatiche disciolte e provocandone la precipitazione.

Secondo questi meccanismi si possono formare lenti e livelli di materiale cementato sia nella zona non satura sia al di sotto del livello di oscillazione della falda superficiale.

5.3 Inquadramento geomorfologico

L'area di pianura antistante i rilievi alpini e l'Anfiteatro Morenico di Rivoli – Avigliana è articolata in una serie di estese superfici sub – pianeggianti, debolmente inclinate verso la Collina di Torino, che costituiscono i conoidi fluviali e fluvioglaciali della Dora Riparia (nel settore di pertinenza del seguente elaborato). Le superfici sub – pianeggianti sono interrotte dalle incisioni modellate dai principali corsi d'acqua e dal reticolato idrografico secondario, i quali, a partire dal Pleistocene superiore, sono stati interessati da una sensibile attività erosiva. L'alveo della Dora risulta profondamente inciso e sono riconoscibili due alti terrazzi principali e vari ordini di terrazzi minori che separano le zone più rilevate dalle zone di più stretta pertinenza fluviale.

5.4 Inquadramento idrogeologico

L'area della pianura piemontese a Est dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli – Avigliana, nella quale è situata la zona oggetto di studio, è caratterizzata da abbondanti risorse idriche superficiali e sotterranee; queste vengono sfruttate da impianti di captazione ad uso acquedottistico ed idropotabile.

Dal punto di vista idrogeologico si individuano falde in pressione nei livelli più sabbiosi confinati nella successione pliocenica, a buona e discreta produttività; tuttavia il sistema di gran lunga più sfruttato è l'acquifero multifalda impostato nella "successione villafranchiana", costituito da falde in pressione di buona e ottima qualità, localizzate all'interno dei livelli più grossolani e permeabili confinati dai setti impermeabili siltosi – argillosi.

I depositi fluvioglaciali e fluviali, costituiti da ghiaie e ciottoli con subordinate sabbie ospitano una falda a superficie libera, che mostra valori di soggiacenza in diminuzione verso est e compresi tra 45 e 10 m. Il flusso della falda libera è diretto verso Est, in graduale raccordo con il livello di base regionale rappresentato dal Fiume Po. La Dora Riparia invece agisce, a seconda delle zone, come dreno o come alimentatore della falda stessa. (Figura 3 e Figura 4).

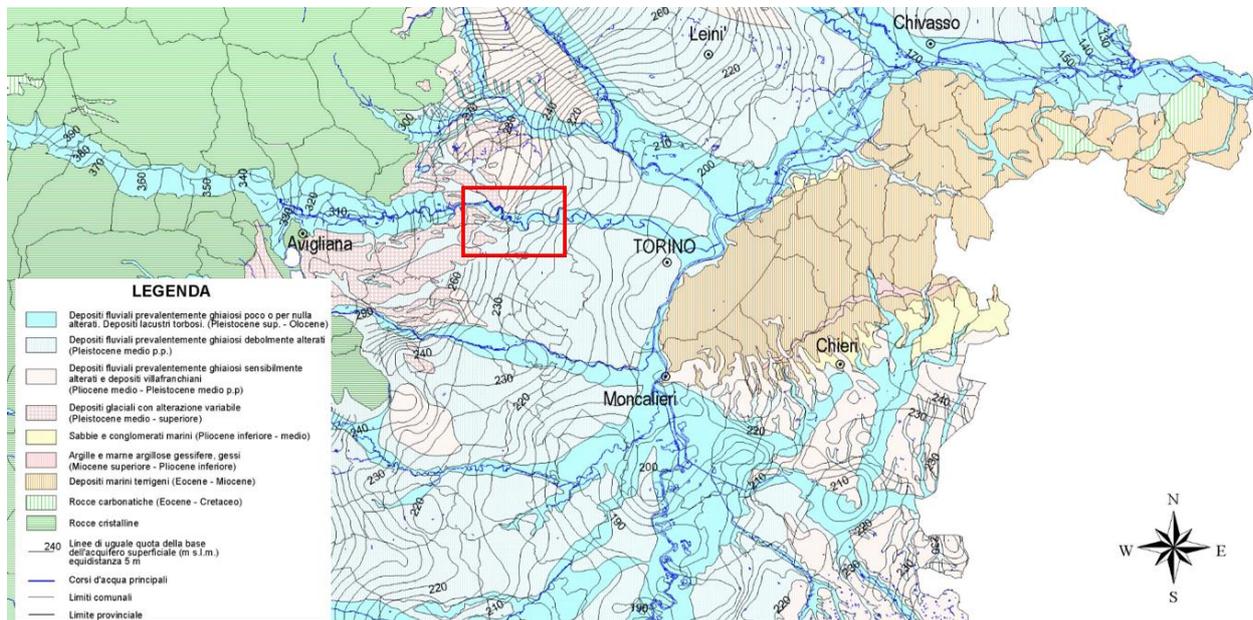


Figura 3: Stralcio della carta di base dell'acquifero superficiale della Provincia di Torino. In rosso l'area oggetto di studio.

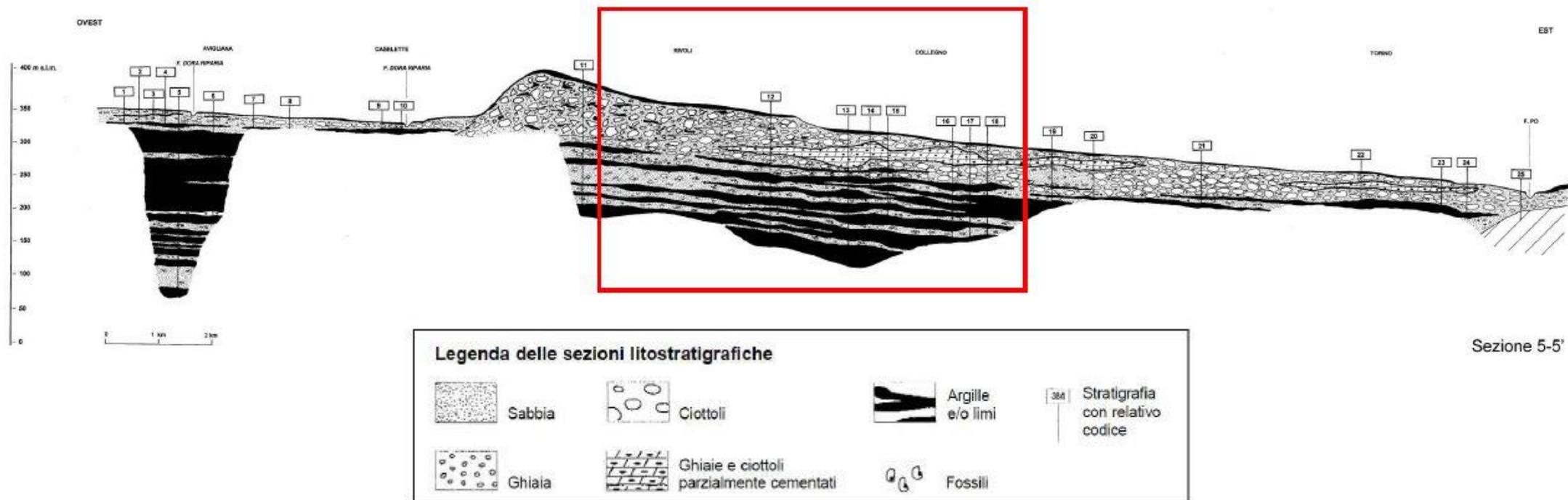


Figura 4: Sezione litostratigrafica della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino. In rosso l'area in oggetto.

5.5 Sismicità dell'area

Sulla base dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 11-13058 del 19.01.2010, entrata in vigore con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011, il territorio comunale delle città di Collegno e Rivoli non è inserito nell'elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria, risultando il primo comune in zona sismica 4 mentre il secondo nella classe 3. Ne consegue l'assenza di particolari provvedimenti o restrizioni riguardanti la costruzione di opere o manufatti (Figura 5). Per un maggior dettaglio si rimanda all'elaborato "Relazione geotecnica e sismica".



LEGENDA

 Limiti provinciali

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 3), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~

 Zona 4

(*) ora denominata
"zona 3S"

Figura 5: Stralcio tratto dalla "Classificazione sismica entrata in vigore a seguito dell'approvazione della DGR n.4-3084 del 12/12/2011 (BURP n.50 del 15/12/2011)" dei comuni piemontesi. Regione Piemonte. In rosso l'area in esame. Immagine non in scala.

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

6.1 Indagini pregresse

Durante le fasi di progetto preliminare e progetto definitivo è stata effettuata una ricerca di indagini geognostiche già effettuate nei settori limitrofi all’area di interesse; sono stati individuati n° 14 sondaggi geognostici a carotaggio continuo e n° 2 pozzi di cui si è potuta recuperare la stratigrafia (Tabella 1).

Tabella 1: Quadro riassuntivo dei sondaggi pregressi

Sondaggio	Lunghezza (m)	Anno esecuzione
ARP1932	15.3	1981
ARP1935	15.0	1981
ARP1936	15.5	1981
ARP1939	8.5	1981
ARP1940	10.2	1981
SM2	12.0	1989
SM3	15.0	1989
SM4	12.0	1989
SM5	15.0	1989
SM6	8.0	1989
SM7	10.0	1989
SM10	n.d.	1989
PT_5021	66.0	n.d.
PT_5064	143.0	n.d.
P9	95.0	2003
P18	142.0	2003

Tuttavia, data la ridotta disponibilità di informazioni pregresse, in fase di progetto definitivo si è ritenuto necessario integrare queste informazioni con nuove indagini geognostiche effettuate lungo il tracciato dell’opera in progetto. Le indagini effettuate nel Dicembre 2014 hanno consentito di acquisire informazioni, in termini di quantità e qualità del dato, di maggior dettaglio del quadro strutturale, litologico ed idrogeologico dell’area oggetto di studio. In particolare, la campagna di indagini integrative per il Progetto Definitivo ha portato alla realizzazione di: n. 11 sondaggi geologico-geotecnici (250 m) a carotaggio continuo; n. 2 sondaggi geologico-geotecnici (110 m) attrezzati con un piezometro, di cui i primi 25 m a carotaggio continuo ed i restanti 30 m a distruzione di nucleo; n. 12 sondaggi ambientali (208 m) (Tabella 2).

Tabella 2: Quadro riassuntivo dei sondaggi a carotaggio continuo eseguiti in fase di progettazione definitiva; n°12 a scopo ambientale denominati con la lettera "S" e n° 11 a valenza geognostica denominati con la sigla "SC". I due sondaggi attrezzati con piezometro a tubo aperto sono denominati “SCpz”.

Sondaggio	Lunghezza (m)	SPT	Raccolta campioni rimaneggiati (quantità)	Attrezzato piezometro
SC1	25	5	3	no
SC2	20	5	3	no
SC3	25	5	3	no
SC4	20	5	3	no
SC5	20	5	3	no
SC6	25	5	3	no
SC7	25	5	3	no
SC8	20	6	3	no
SC9	25	5	4	no
SC10	25	5	4	no
SC11	20	5	3	no
SCpz1	55	5	3	si
SCpz2	55	5	4	si
S1	18	-	-	no
S2	7	-	-	no
S3	18	-	-	no
S4	18	-	-	no
S5	18	-	-	no
S7	18	-	-	no
S8	21 (inclinato 30°)	-	-	no
S9	18	-	-	no
S10	18	-	-	no
S11	18	-	-	no
S12	18	-	-	no

	Metropolitana Automatica di Torino – Linea 1- Tratta 3 Collegno – Cascine Vica: 1° Lotto funzionale “Fermi – Collegno Centro”	MTL1T3A1E GEOGENR002
		Revisione 0-1

6.2 Indagini progetto esecutivo

Per ridurre i punti di incertezza nelle conoscenze ottenute dalle indagini pregresse sono stati fatti ulteriori sondaggi e prove penetrometriche, permettendo una migliore rappresentatività statistica dei dati ottenuti; si è arrivati a creare un Modello Geologico e Geotecnico di Riferimento progettuale (MGGR) in grado di definire con continuità le condizioni lungo la linea, i parametri progettuali e l'identificazione di potenziali elementi di pericolosità. I dati raccolti evidenziano come il MGGR lungo la linea sia per gran parte caratterizzato da un buon grado di affidabilità e in diversi settori molto elevato.

Durante questa campagna di indagini sono stati eseguiti (Tabella 3):

- n. 8 sondaggi a carotaggio continuo per un totale di 200 m, con un numero complessivo di 129 SPT eseguite. Il ricorso ad un programma fitto di prove penetrometriche ha permesso di minimizzare la perdita dei dati in caso di rifiuto e di ottenere comunque una migliore rappresentatività statistica.
- n. 7 sondaggi a distruzione per un totale di 160 m a cui si affiancano 4 diagrafie. Al fine di stabilire l'altezza di falda è stato installato un piezometro in un pozzo profondo 55 m.
- n. 12 sondaggi ambientali, effettuati mediante carotaggio continuo per prelievo di campioni indisturbati, per un totale di 216 m.

Tabella 3 – Tabella riassuntiva dei sondaggi geognostici eseguiti.

	Lunghezza (m)	Attrezzato piezometro	SPT	n. diagrafie eseguite	Granulometria e analisi laboratorio
BH1	25	no	16	-	8
BH2	25	no	17	-	8
BH3	25	no	16	-	7
BH4	25	no	16	-	7
BH5	25	no	16	-	8
BH6	25	no	16	-	7
BH7	25	no	16	-	7
BH8	25	no	16	-	8
totale	200		129		60
S1	20	no	-	1	-
S2	25	no	-	1	-
S3	30	no	-	1	-
S4	55	Si	-	1	-
S5	10	no	-	-	-
S6	10	no	-	-	-
S7	10	no	-	-	-
totale	160	1		4	
SA1	18	no	-	-	-
SA2	18	no	-	-	-
SA3	15	no	-	-	-
SA4	15	no	-	-	-
SA5	16	no	-	-	-
SA6	18	no	-	-	-
SA7	18	no	-	-	-
SA8	18	no	-	-	-
SA9	17	no	-	-	-
SA10	21	no	-	-	-
SA11	22	no	-	-	-
SA12	20	no	-	-	-
totale	216				

La campagna di sondaggio geognostico ha avuto come scopo ultimo quello di caratterizzare la stratigrafia dal punto di vista geologico, geotecnico e ambientale mediante l'applicazione di prove in situ e il prelievamento di campioni.

Il carotaggio a distruzione S4 ha raggiunto la profondità di 55 m, in modo tale da intercettare la falda superficiale. In questo scavo è stato installato un piezometro, per poter monitorare le variazioni freatiche durante e dopo i lavori.

Lungo le verticali dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati una serie di campioni rimaneggiati per la caratterizzazione delle terre dal punto di vista sia geotecnico che ambientale (inquinanti, amianto, etc...).

6.2.1 Sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo

6.2.1.1 Prove in situ

Come precedentemente indicato, nei sondaggi a carotaggio continuo (sigla BH) sono state eseguite le prove SPT con lo scopo di caratterizzare il sottosuolo ed individuare le proprietà di resistenza del terreno. Le prove SPT, in conformità con la normativa di riferimento ISO 22476-3, sono state eseguite con una cadenza di circa una ogni 1,50 m di trivellazione. Data la natura dei terreni da investigare, con la presenza di livelli cementati e/o di clasti con termini grossolani, un numero così fitto di prove ha permesso di minimizzare la perdita dei dati in caso di rifiuto e di ottenere una buona rappresentatività statistica.

6.2.2 Indagini geofisiche

E' stato eseguito un campo prova di indagini geofisiche nell'area ferroviaria, già oggetto di indagini geotecniche, al fine di individuare eventuali ordigni bellici e altri manufatti presenti nel sottosuolo.

La soluzione adottata ha previsto l'impiego combinato di tre metodi di ricerca geofisici indiretti:

- Indagine elettromagnetica ad induzione (EM)
- Indagine georadar (groundpenetrating radar; GPR)
- Tomografia di resistività elettrica di superficie (ERT)

I 3 sistemi sono stati impiegati in successione partendo dall'indagine EM; successivamente è stato utilizzato il georadar, con particolare approfondimento su aree con evidenti anomalie registrate con il primo metodo; infine si è utilizzata l'indagine ERT per ottenere informazioni a profondità superiori ed un modello elettrico bidimensionale e pseudo – tridimensionale della porzione indagata.

Per quanto riguarda l'indagine elettromagnetica ad induzione (EM), sono state materializzate n° 3 aree 10x10 m con acquisizione di linee trasversali e longitudinali a passo di 1 m. I dati sono stati elaborati in 2D con la restituzione di mappe di conducibilità, quadratura e fase.

Le aree 10x10 m acquisite con l'elettromagnetometro sono state elaborate sul sito di intervento per il posizionamento dell'indagine con georadar sulle anomalie principali riscontrate; tali dati sono stati elaborati in 2D con l'indicazione dell'anomalia.

La tomografia di resistività elettrica di superficie (ERT) ha previsto la realizzazione di 5 linee da 69 metri con 1 metro di interspazio tra gli elettrodi, e 2 metri di spaziatura tra ogni linea (Figura 6). I dati acquisiti sono stati elaborati in 2D e “montati” con l'utilizzo di un software di grid 3D al fine di ottenere mappe di resistività in funzione della profondità.

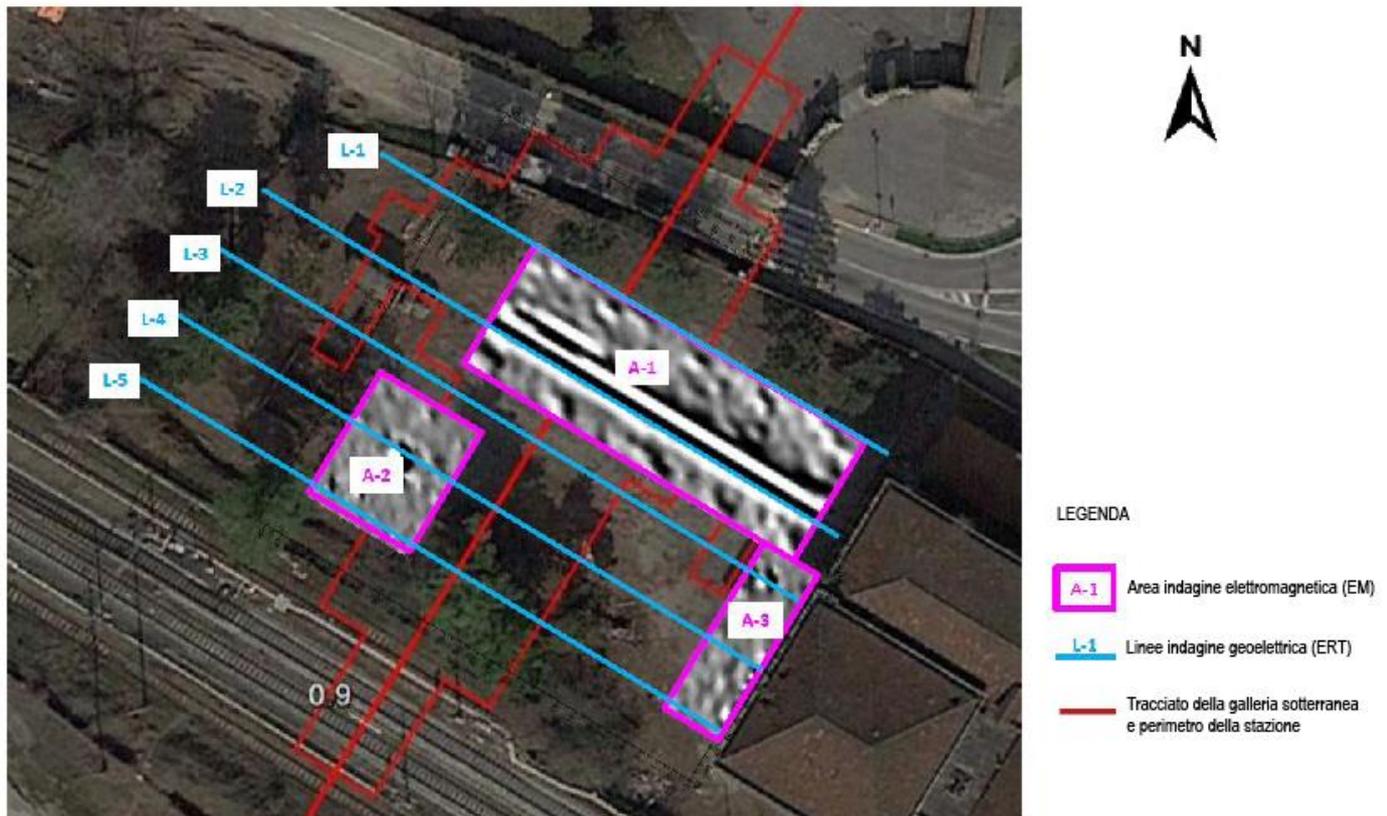


Figura 6: Campo prova di indagini geofisiche nell’area ferroviaria della Stazione Certosa.

7 SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE

Le campagne di indagini geognostiche effettuata ha permesso di ricostruire con maggiore dettaglio la stratigrafia geologica dell’area oggetto di studio.

Sulla base dei risultati dei sondaggi e delle prove è stata individuata una stratigrafia locale riassunta nella seguente Tabella 4, utilizzando le medesime sigle riportate sulla Carta geologica d’Italia, Foglio 155 “Torino Ovest”, alla scala 1.50.000:

Tabella 4: Quadro stratigrafico riassuntivo.

Unità Geologica	Descrizione
R	Pavimentazione, riporti antropici, terreni rimaneggiati e/o vegetali
AFR _{2b}	Depositi fluvioglaciali: sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti eterometrici

Terreni di riporto e terreni vegetali (R)

L'unità geotecnica in questione comprende i rilevati stradali, i riporti antropici e/o rimaneggiati, i terreni di copertura caratterizzati da alterazione superficiale. Si presenta generalmente costituita da ghiaie e sabbie con ciottoli, frammenti lateritici e asfalto scarificato; nell'area in esame è caratterizzata da uno spessore massimo osservato di 5,9 m (Figura 7).



Figura 7: Carote estratte dal sondaggio a carotaggio continuo BH2 presso la Stazione Certosa. Il limite dei materiali di riporto con i depositi naturali, evidenziato in rosso, è stato individuato a 5,9 m dal p.c..

Depositi fluvioglaciali – Subsistema di Col Giansesco (AFR_{2b})

Si tratta dell'unità principale del sottosuolo di Torino e si rinviene sistematicamente al di sotto del terreno superficiale sino ad una profondità massima di 55 m.

I depositi che la compongono si presentano costituiti da ghiaie eterometriche immerse in una matrice sabbiosa debolmente limosa di colore da grigio a grigio bruno, derivanti dal trasporto e successiva rielaborazione dei depositi glaciali ad opera dei torrenti alimentati dalle acque di fusione dei ghiacciai. Sono talora presenti livelli decimetrici molto addensati, più frequenti con l'aumentare della profondità (Figura 8). Raramente sono visibili evidenze di cementazione.

La sostanziale corrispondenza tra le caratteristiche dei depositi componenti il Subsistema di Col Giansesco unita con la sua distribuzione spaziale definita dai dati bibliografici consultati e con le risultanze complessive della campagna di indagini geognostiche permette di affermare che le opere in oggetto della presente relazione si svilupperanno nella loro quasi totalità all'interno di questa unità.



Figura 8 – Fotografie delle carote dei sondaggi BH4 (a sinistra) e BH7 (a destra), estratte tra i 20 metri e i 25 metri di profondità dal p.c. lungo c.so Francia; sono presenti livelli di spessore da decimetrico fino a metrico particolarmente addensati.

8 ASSETTO IDROGEOLOGICO

In base alle stratigrafie ed ai rilievi freaticometrici effettuati presso i piezometri SCpz1 e SCpz2, in fase di progetto definitivo, e di quello installato nel carotaggio S4, è possibile distinguere all'interno della sequenza stratigrafica la presenza di un esteso corpo acquifero ubicato entro i depositi fluvioglaciali, rappresentati da ghiaie e ciottoli immersi in una matrice sabbiosa. Tale acquifero a superficie freatica libera è alimentato principalmente dagli apporti provenienti da ovest. I rapporti tra la falda superficiale e i corsi d'acqua (Dora Riparia, per la zona di interesse dell'opera) sono stati definiti biunivoci in quanto dipendenti fortemente dal regime di precipitazioni stagionali (Bortolami G., De Luca D., Filippini G., 1990); ne consegue che il fiume costituisce una fonte di ricarica per l'acquifero, tanto che anche l'andamento delle isopieze ne viene influenzato. Il fiume Po rappresenta il livello di base locale dell'acquifero e, per il tratto di scorrimento nel territorio di Torino, esso funge da recettore delle acque della falda superficiale. La condizione drenante del Po nel tratto urbano è sostanzialmente confermata dall'andamento delle isopiezometriche e dalle quote del fiume. Nell'area oggetto del presente studio la superficie piezometrica è collocata a 44 m al di sotto del piano campagna e presenta un andamento generale W – E; considerando la profondità alla quale sarà realizzato lo scavo della galleria, delle stazioni e dei pozzi di ventilazione, l'opera non interferisce in alcun modo con l'acquifero superficiale. Si è potuto ricostruire un quadro della soggiacenza della falda idrica e delle sue direzioni di deflusso prevalenti, a partire da dati bibliografici (Mandrone, 2002) e dalle misure dirette della soggiacenza effettuate sia dai piezometri installati in fase di progetto definitivo che dal nuovo piezometro realizzato con il sondaggio S4 (Figura 9).



Figura 9: Stralcio della planimetria con evidenziate in blu le linee isopiezometriche ed in rosso l'ubicazione dei piezometri SCpz1, installato in fase di progetto definitivo, e S4.