



CITTA' DI TORINO

# DIVISIONE INFRASTRUTTURE MOBILITÀ

Area infrastrutture - Servizio Suolo Parcheggi

## PARCHEGGIO PUBBLICO INTERRATO PIAZZA BENGASI

CUP C11113000010007 - CIG 8530185359 - CPV 71242000-6 - C. NUTS ITC11

### PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

**Arch. Paola DE FILIPPI**

COLLABORATORI TECNICI DEL RUP

**Ing. Giovanni SELVAGGI**  
**Ing. Giuseppe POPPA**

R.T.P.

**ICIS S.r.l. - Società di Ingegneria**



Mandataria R.T.P. - Integrazione prestazioni specialistiche - Strutture - Geologia e Geotecnica - Viabilità e Sottoservizi - CAM

**STUDIO ROLI ASSOCIATI**



Architettura - Edilizia - Sistemazioni Esterne

**STUDIO RENATO LAZZERINI**



Impianti Idraulici, Meccanici, Elettrici e Speciali

**Dott. Stefano ROLETTI**

Acustica Ambientale

**Ing. Gian Franco SILLITTI**

Prevenzione Incendi

**GAE Engineering S.r.l.**



Strategia Antincendio  
Coordinamento Sicurezza in Progettazione

**Ing. Luigi QUARANTA**

Coordinamento Sicurezza in Progettazione

Integratori Prestazioni Specialistiche

**Ing. Paolo S. PAGANO (ICIS Srl)**  
**Ing. Luciano LUCIANI (ICIS Srl)**

Direttore Tecnico:

**Geol. S.A. ACCOTTO (ICIS Srl)**



## GEOLOGIA

### Relazione Geologica e Idrogeologica

REDAZIONE Geol. S.A. ACCOTTO (ICIS Srl)	CODICE GENERALE ELABORATO <b>L2687</b>	<b>PE</b>	<b>B</b>	<b>GEO</b>	<b>02</b>	02												
CONTROLLO Geol. S.A. ACCOTTO (ICIS Srl)	NOTE EMISSIONI					SCALA -												
AUTORIZZAZIONE Ing. L. LUCIANI (ICIS Srl)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>n</th> <th>Data</th> <th>Descrizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>Agosto 2024</td> <td>Prima Emissione Progetto Esecutivo</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Ottobre 2024</td> <td>Emissione Post Verifica</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Ottobre 2024</td> <td>Emissione per appalto</td> </tr> </tbody> </table>	n	Data	Descrizione	00	Agosto 2024	Prima Emissione Progetto Esecutivo	01	Ottobre 2024	Emissione Post Verifica	02	Ottobre 2024	Emissione per appalto					DATA Ottobre 2024
n	Data	Descrizione																
00	Agosto 2024	Prima Emissione Progetto Esecutivo																
01	Ottobre 2024	Emissione Post Verifica																
02	Ottobre 2024	Emissione per appalto																
FILE	L2687-PE-Testalini.nvt																	

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>LE DOCUMENTAZIONI CARTOGRAFICHE DI INQUADRAMENTO.....</b>	<b>3</b>
2.1	LA LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA .....	3
2.2	IL QUADRO GEOLOGICO GENERALE.....	3
2.3	GLI ALLEGATI AL P.R.G.C. VIGENTE .....	6
<b>3</b>	<b>L'INDAGINE DI DETTAGLIO .....</b>	<b>7</b>
3.1	LA CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA .....	7
3.2	IL QUADRO IDROGEOLOGICO .....	8
3.3	LE INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	12
3.4	IL MODELLO GEOLOGICO.....	13
3.5	LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	14
3.6	L'INDAGINE SISMICA .....	15
3.7	IL MODELLO SISMICO .....	16
<b>4</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>18</b>

## 1 Premessa

Al fine di inquadrare correttamente le problematiche geologico-tecniche connesse al progetto di realizzazione di un parcheggio interrato e di sistemazione delle aree di superficie di Piazza Bengasi nel Comune di Torino, è stata richiesta la redazione di una relazione a supporto del progetto per verificarne la fattibilità in considerazione della situazione geotecnica, idrogeologica e sismica locale.

Per una corretta analisi di tutti gli aspetti considerati, l'indagine è stata estesa a un significativo intorno dell'area interessata dall'intervento.

Questa relazione ottempera alle prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.

Lo studio ha considerato le risultanze della "Relazione geologico-geotecnica" – Elaborato n. 4 redatta in data 01-10-2020 a cura della Città di Torino (Divisione infrastrutture e mobilità, Area infrastrutture). In questo documento sono richiamati i risultati delle indagini geologico-geotecniche eseguite nell'ambito del progetto per la realizzazione del prolungamento Sud della Linea 1 – Tratta 4, Lingotto – Bengasi.

Per meglio fornire un inquadramento completo della situazione geologico-morfologica che si riscontra nei settori indagati, la relazione è stata suddivisa in due parti:

nella prima sono state verificate le documentazioni cartografiche di inquadramento riferite a:

- la localizzazione geografica,
- il quadro geologico generale,
- gli allegati geologici al P.R.G.C. vigente;

nella seconda parte della relazione, dedicata all'indagine di dettaglio, è descritto lo stato di fatto dell'area di intervento, definito attraverso:

- la caratterizzazione geologico-geomorfologica,
- il quadro idrogeologico,
- le indagini geognostiche,
- il modello geologico,
- la caratterizzazione geotecnica,
- l'indagine sismica
- il modello sismico del sito.



## 2 Le documentazioni cartografiche di inquadramento

### 2.1 La localizzazione geografica

L'area d'intervento è ubicata nei settori meridionali del territorio comunale di Torino al confine con il Comune di Moncalieri, ad una quota di circa 232 m s.l.m.m. in sinistra idrografica del Fiume Po.

Il cerchio rosso sullo stralcio cartografico allegato (Fig.1), tratto dalla base cartografica BDTRE della Regione Piemonte in scala 1:25.000, individua l'areale oggetto di indagine.



Fig. 1: carta di inquadramento – Scala 1:25.000.

### 2.2 Il quadro geologico generale

L'area indagata è situata nei settori pianeggianti della città, che si estendono, in prima approssimazione, tra il corso del T.Sangone (verso Sud) e quello del Fiume Po, la cui asta fluviale delimita verso Est, al piede della collina, le zone più intensamente urbanizzate della Città di Torino; dal punto di vista geologico essa si sviluppa in corrispondenza del contatto tra le "alluvioni antiche" della Dora e i "depositi fluvio-glaciali rissiani" terrazzati.

I depositi citati e la configurazione morfologica dei settori nei quali essi affiorano sono geneticamente correlabili a successivi episodi deposizionali ed erosivi del Po e dei suoi affluenti di sinistra: la Stura di Lanzo, la Dora Riparia e il T.Sangone; questi ultimi, come si può osservare sulle carte allegate, incidono gli areali che collegano gli sbocchi vallivi pedemontani alla piana del Po, attraversando in senso ovest-est le zone urbanizzate. Il Po, invece, che risale verso



Nord dalla zona di Saluzzo, descrive alcuni ampi meandri per aggirare il "sistema collinare Torino-Valenza" e dirigersi successivamente, in direzione Est, verso la bassa pianura padana.

Il quadro geologico-geomorfologico nel quale si localizzano gli areali indagati, e sui quali è sviluppata gran parte della Torino urbanizzata, risulta piuttosto conosciuto e tipico di tutta l'alta Pianura Padana inserita tra i rilievi montuosi dell'Arco Alpino ad occidente e le più dolci colline del Monferrato ad oriente.

La "Carta Geologica" allegata rappresenta uno stralcio, ingrandito alla scala 1:50.000, del Foglio n°56 -TORINO della Carta Geologica d'Italia (edita alla scala 1:100.000) ed è incentrata su quei settori della città di Torino, che ricadono sull'ampia distesa di terreni quaternari compresi tra i corsi d'acqua del T.Sangone, della Stura e del Po.

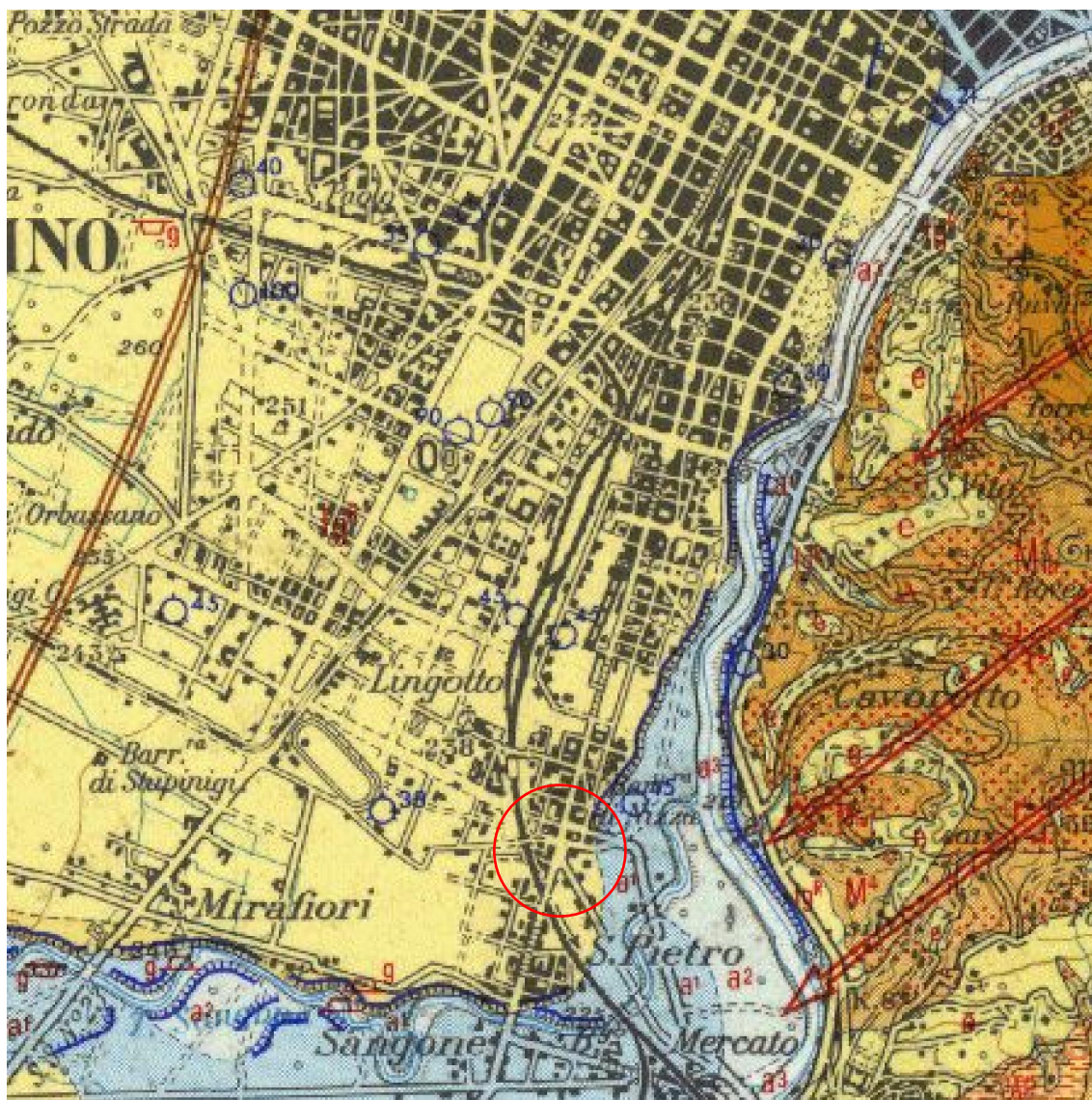


Fig.2: Carta Geologica – Scala 1:50.000.

La successione stratigrafica tipica di questi settori di pianura è caratterizzata, nei livelli superiori, dalla presenza di depositi alluvionali, antichi e recenti, di depositi fluvioglaciali di diversa età e da depositi lacustri di ambiente continentale tra i quali, sullo stralcio allegato, sono rappresentati i seguenti termini:

- a<sup>3</sup>:** Alluvioni ghiaioso-sabbiose recenti ed attuali;
- a<sup>2</sup>:** Depositi ghiaiosi con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua, talora debolmente terrazzati, anche attualmente inondabili (ALLUVIONI MEDIO-RECENTI);
- a<sup>1</sup>:** Alluvioni sabbioso-ghiaiose postglaciali, ricoprenti in parte i precedenti depositi del fluviale-fluvioglaciale wurmiano (ALLUVIONI ANTICHE)



**f<sup>M-G</sup>**: Conglomerato poligenico stratificato ad elementi minuti, fortemente cementato, sottostante al Mindel ed affiorante con ripide scarpate lungo il Sangone e la Dora Riparia (INTERGLACIALE MINDEL-GUNZ)

**fg<sup>R</sup>**: Depositi ghiaioso sabbiosi, con paleosuolo rosso-arancio, per lo più terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale della pianura, raccordantisi con le cerchie moreniche rissiane (FLUVIOGLACIALE E FLUVIALE RISS)

La parte inferiore della successione stratigrafica, non affiorante nei settori oggetto di studio, è rappresentata dalla serie marina pliocenica, costituita da alternanze di livelli limosi e limoso-argillosi alla base e di livelli sabbiosi e sabbioso-limosi al tetto; quando vengono a mancare (come in alcune località) i termini sabbiosi, è possibile ritrovare il passaggio stratigrafico dai depositi limoso-argillosi di origine marina ad altri, analoghi, di origine continentale.

Nei settori collinari rappresentati sullo stralcio allegato affiorano poi, alla base delle serie sedimentarie plioceniche, rocce più antiche (Mioceniche ed Eoceniche), ancora di ambiente marino, ma con caratteristiche composizionali diverse: sono segnalati sia livelli prevalentemente marnosi che bancate a potenti orizzonti arenaceo-conglomeratici, molto compatti e praticamente cementati che costituiscono, in altri settori, la parte più rilevata ed esposta della Collina di Torino (Brich Paluc).

Di norma, gli alvei attuali dei torrenti richiamati divagano all'interno di una fascia di alluvioni antiche (a<sup>1</sup>) separate dai depositi fluvio-glaciali rissiani (fg<sup>R</sup>) da marcate scarpate di terrazzo e sono caratterizzati dalla presenza di ghiaie-sabbiose, più o meno grossolane, con lenti di sabbie e argille sabbiose.

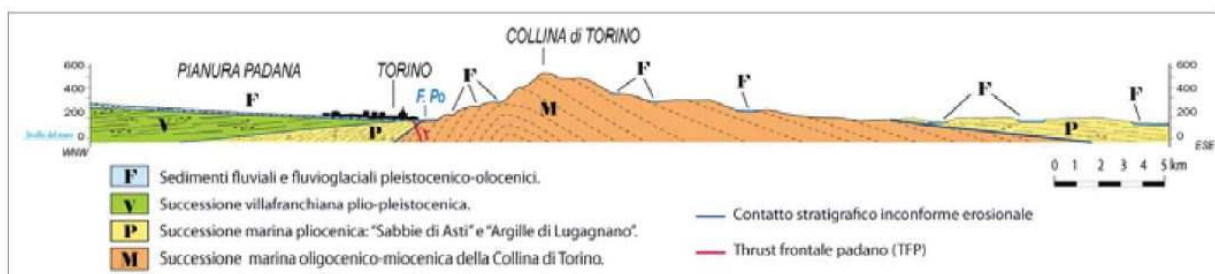


Fig.3: carta geologica alla scala 1:150.000 (in alto) e sezione geologica dell'assetto del sottosuolo della città di Torino (Forno & Lucchesi 2014).







### 3 L'indagine di dettaglio

#### 3.1 La caratterizzazione geomorfologica

Dal punto di vista geomorfologico i settori indagati sono caratterizzati dalla presenza di alte scarpate incise nei depositi fluvio-glaciali rissiani che bordano di norma gli alvei di piena ordinaria dei torrenti; si tratta di superfici subpianeggianti che presentano una debole pendenza da nordovest verso sudest, in direzione dell'alveo del Po.

L'area d'intervento è localizzata nella porzione meridionale del territorio comunale di Torino al limite con il Comune di Moncalieri, in una zona completamente urbanizzata, nel tratto di pianura del territorio comunale delimitato dal Po ad est e dal T.Sangone a sud.

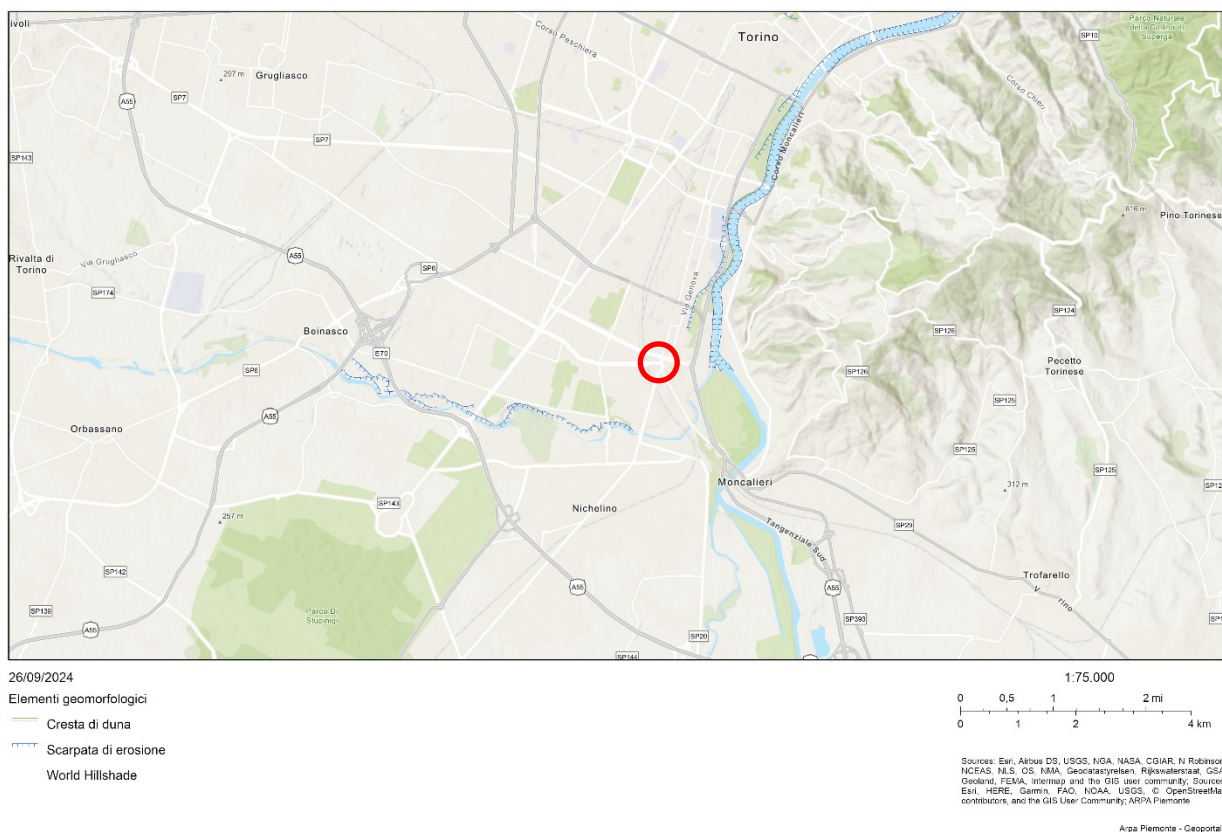


Fig.5: carta degli elementi geomorfologici tratta dal Geoportale Arpa Piemonte – scala 1:75.000.

Piazza Bengasi si colloca al di sopra del terrazzo fluvio-glaciale citato e non ricade nella fascia di competenza della dinamica dei corsi d'acqua, ed in particolare del Po; pertanto, questi settori debbono ritenersi generalmente sicuri da fenomeni di inondazione per portate dei corsi d'acqua con tempi di ritorno secolari, anche in considerazione della loro regimazione pressoché completa all'interno del nucleo urbano. Per tale motivo è stata inserita in classe I (P) di pianura nella Carta di Sintesi allegata alla "Variante 100 al P.R.G. ai sensi degli artt. 15 e 17 della L.R. 56/1977 e s.m.i. – Adeguamento alla Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n. 7/LAP ed al Piano per l'Assetto Idrogeologico – P.A.I." per il Comune di Torino.

Come detto, il reticolo idrografico superficiale nella zona è rappresentato dal Fiume Po, che scorre a poco meno di 1.000 m a Nordest del sito in esame e dal T. Sangone che è posto circa 700 m verso Sudest.



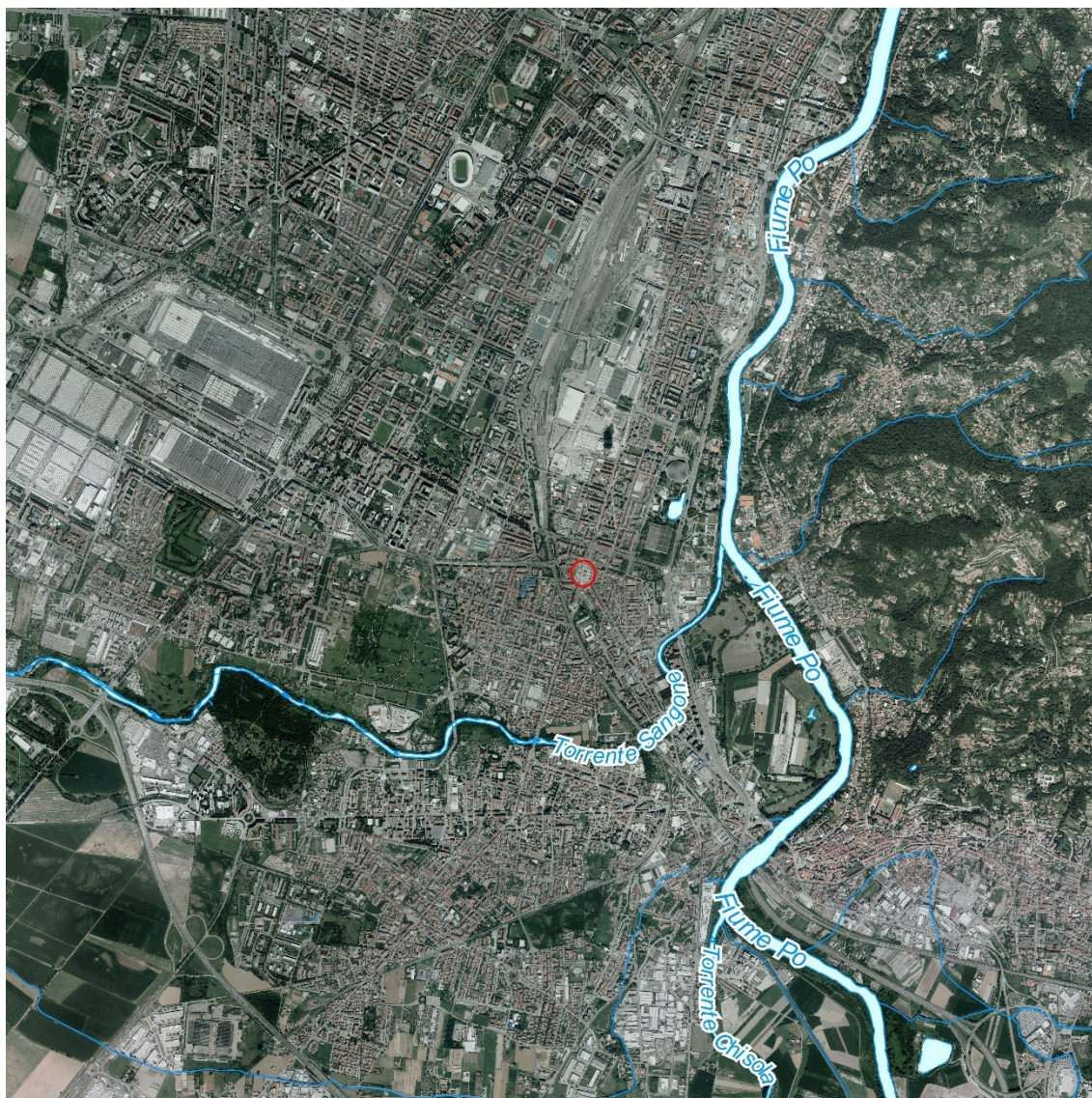


Fig.6: carta del reticolo idrografico – scala 1:50.000.

### 3.2 Il quadro idrogeologico

Il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da un sistema multifalde, con acquiferi separati da livelli impermeabili più o meno continui.

L'acquifero superficiale è costituito da sedimenti di origine alluvionale a granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa con limi caratterizzati da un grado di permeabilità medio-elevato; ospita le acque della ricca falda a superficie libera (falda freatica) che risultano in rapporto diretto di interdipendenza idraulica con i corsi d'acqua principali.

Al di sotto di questo primo complesso, ad una profondità di 35-40 m dal piano campagna, è presente un complesso limoso-argilloso-sabbioso, individuato nei depositi di ambiente marino neritico del Pliocene, il quale è caratterizzato da bassa permeabilità e non ospita acquiferi di rilevanza. La sua sommità è costituita da depositi limoso-argillosi, spesso compatti, potenti 20-30 m, che sostanzialmente costituiscono la base impermeabile dell'acquifero freatico soprastante.

I dati relativi alla soggiacenza della falda freatica indicano valori della stessa pari a circa 12-14 metri, con oscillazioni stagionali decimetrico-metriche; ne consegue che, mediamente, la zona satura risulta caratterizzata da una potenza pari a 21 metri circa.

La massima escursione in risalita di tale livello si registra in autunno, in corrispondenza del periodo di maggiore infiltrazione sotterranea degli apporti meteorici, mentre il massimo abbassamento si verifica durante la stagione invernale.



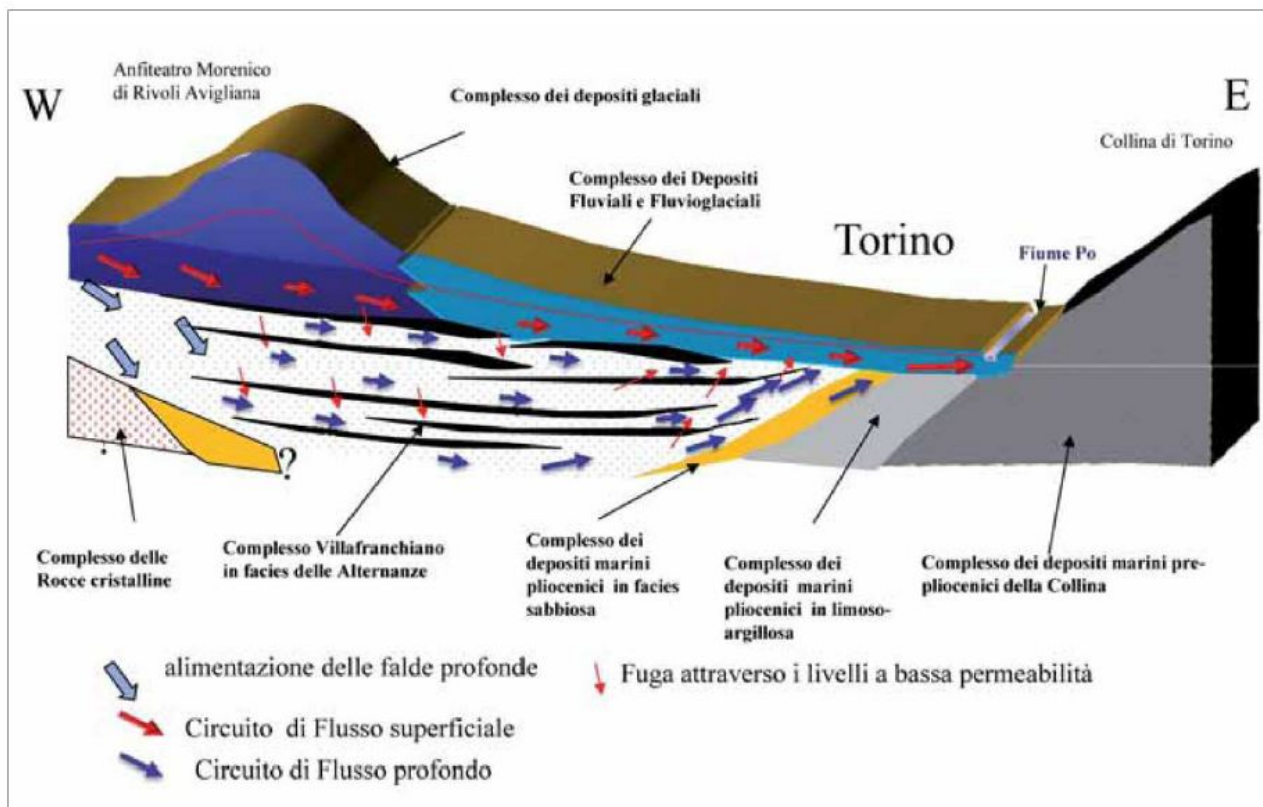


Fig.7: sezione idrogeologica raffigurante il sistema multifalda della pianura torinese (De Luca & Ossella 2014).

La direzione di deflusso principale delle acque della falda superficiale si colloca prevalentemente da O verso E, in direzione dell'alveo del Po; il gradiente idraulico (i) rappresentativo dell'area può assumere valori pari circa allo 0,5%. Secondo quanto riportato sulle ricostruzioni litostratigrafiche operate dai consulenti della Provincia di Torino nello studio "Le acque sotterranee della pianura di Torino" l'acquifero superficiale risulta limitato inferiormente ad una quota assoluta compresa fra 190 e 210 m s.l.m.

Si allega una ricostruzione dell'andamento delle linee isofreatiche ridisegnato integrando con dati originali i valori ottenuti dalle prove realizzate nell'ambito delle indagini a supporto della progettazione del prolungamento Sud della Linea 1 – Tratta 4, Lingotto – Bengasi ed in particolare da quelle localizzate nel sito di realizzazione del nuovo parcheggio interrato in Piazza Bengasi (la descrizione delle indagini è contenuta nel capitolo seguente 3.3).



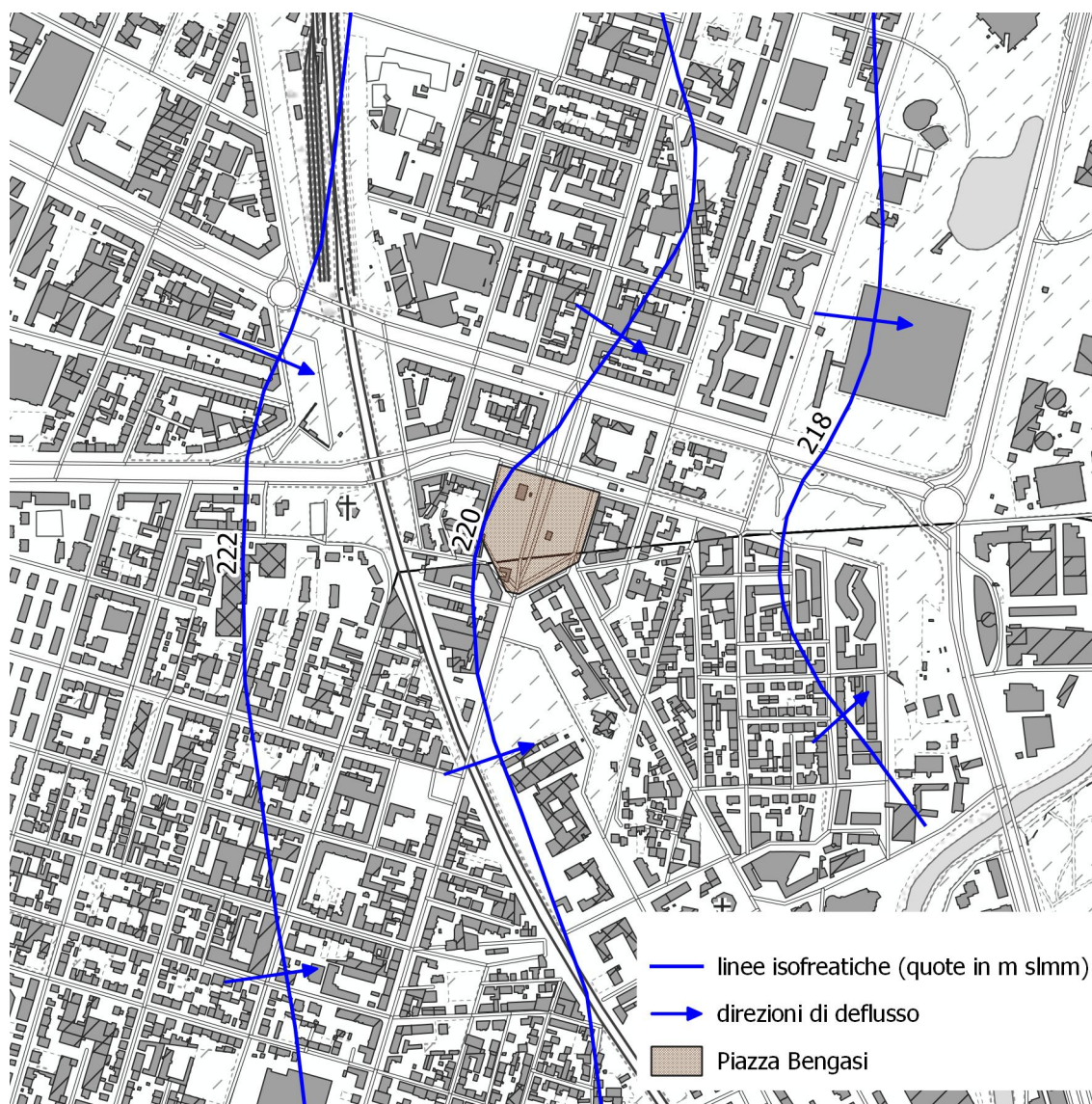


Fig.8: piezometria della falda superficiale ed indicazione delle direzioni di deflusso – Scala 1:10.000.

Dalle stesse prove sono stati ricavati anche i parametri idrogeologici rappresentativi dell'acquifero superficiale. Sono stati presi in considerazione i risultati di 8 prove Lefranc a carico variabile realizzate a diverse profondità, e di una prova di emungimento a lunga durata eseguita nel pozzo PP1 appositamente predisposto.

La prova Lefranc è una prova di permeabilità che va eseguita in fase di avanzamento della perforazione in terreni sottofalda o fuori falda, in quest'ultimo caso dopo avere saturato con acqua il terreno. La prova serve per misurare la conducibilità idrica del terreno e si esegue registrando gli assorbimenti di acqua, facendo filtrare l'acqua attraverso un tratto di foro predeterminato.

Le modalità esecutive della prova sono le seguenti:

- perforazione con carotiere fino alla quota di prova;
- rivestimento del foro fino alla quota raggiunta dalla perforazione, senza uso di fluido di circolazione, almeno negli ultimi 100 cm di infissione;
- sollevamento della batteria di rivestimento di 50 cm, con solo tiro della sonda o comunque senza fluido di circolazione,
- misura ripetuta più volte del livello d'acqua nel foro;
- nel caso di terreno fuori falda, immissione continua di acqua pulita nel foro per almeno 30 minuti primi.

Le prove sono state eseguite a carico variabile in fase di avanzamento della perforazione, riempiendo il foro con acqua fino alla estremità del rivestimento. È stato quindi misurato il livello dell'acqua all'interno del tubo (senza ulteriori immissioni) ad intervalli regolari di tempo, dall'inizio dell'abbassamento fino all'esaurimento del medesimo.

SONDAGGIO	PROFONDITA'	TIPO DI PROVA	MODALITA'	PERMEABILITA'
Sigla	(m)			(m/s)
<b>SC3</b>	22.5	Lefranc	Carico variabile	4,02E-06
<b>SC3</b>	25.5	Lefranc	Carico variabile	1,06E-06
<b>SCI2</b>	21	Lefranc	Carico variabile	1,15E-05
<b>SCI2</b>	27	Lefranc	Carico variabile	9,08E-06
<b>SCI7</b>	15	Lefranc	Carico variabile	7,07E-06
<b>SCI7</b>	21	Lefranc	Carico variabile	1,14E-05
<b>PI5</b>	30	Lefranc	Carico variabile	2,2E-05
<b>PI6</b>	31.5	Lefranc	Carico variabile	2,3E-05

Tabella 1 – Prove Lefranc.

Nel pozzo PP1, opportunamente attrezzato, è stata invece realizzata una prova di pompaggio a lunga durata protratta per 48 ore. I valori di abbassamento sono stati misurati nel pozzo stesso e nei piezometri circostanti.

L'elaborazione dei dati ha permesso di ottenere i risultati riportati nella Tabella 2.

Punto di monitraggio	TIPO DI PROVA	Metodo di calcolo'	Trasmissività	Permeabilità	Coefficiente di immagazzinamento'	Parametro u
<b>Pozzo</b>	Pompaggio lunga durata	Jacob	6,51E-02	3,38E-03	1,57E-03	7,90E-05
<b>SC3</b>	Pompaggio lunga durata	Jacob	7,96E-02	4,13E-03	1,22E-04	3,73E-01
<b>SD2</b>	Pompaggio lunga durata	Jacob	8,95E-02	4,65E-03	1,37E-04	9,10E-01
<b>SC3</b>	Pompaggio lunga durata	Walton	3,05E-01	1,59E-02	2,06E-02	
<b>SD2</b>	Pompaggio lunga durata	Walton	3,01E-01	1,56E-02	5,50E-03	

Tabella 2 – Sintesi dei risultati delle elaborazioni effettuate.

La comparazione dei risultati delle prove Lefranc (tabella 1) e delle prove di pompaggio eseguite in PP1 (tabella 2) mette in evidenza una netta differenza tra i risultati delle prime e quelli ottenuti con la prova di pompaggio. Nel caso delle prove Lefranc siamo in presenza di valori di permeabilità decisamente più bassi di quelli ottenuti con la prova di pompaggio. Questo è dovuto ai seguenti fattori:

- le prove di pompaggio danno un risultato medio di tutto l'acquifero risentendo in modo meno evidente delle possibili lenti limose a permeabilità ridotta;
- le prove Lefranc si riferiscono alla profondità cui sono state eseguite e dunque sono più facilmente influenzabili dalla presenza locale di materiale limoso meno permeabile;
- le prove Lefranc risentono in maniera decisamente maggiore del disturbo arrecato dalla perforazione.

La prova di pompaggio, realizzata in pozzo appositamente sviluppato con tubazione di rivestimento filtrante sottoposto successivamente alle operazioni di spurgo, permette quindi di valutare in maniera più attendibile il grado di permeabilità dei terreni. Pertanto, è stata ritenuta più attendibile nella definizione dei parametri idrodinamici dei depositi quaternari, sede dell'acquifero superficiale.

Di seguito sono quindi riportati i parametri idrogeologici assunti come caratteristici dei depositi quaternari del complesso idrogeologico ghiaioso-sabbioso:

permeabilità:  $3E-04 \div 2E-03$  m/s porosità efficace:  $0,15 \div 0,3$  %

### 3.3 Le indagini geognostiche

Il modello geologico e la caratterizzazione geotecnica dell'area di studio sono stati ricavati dall'esame dell'ampia documentazione disponibile. Le diverse indagini quali sondaggi, prove in foro e prove geofisiche hanno permesso di ricostruire con sufficiente dettaglio la stratigrafia dei luoghi e le caratteristiche dei diversi livelli litologici individuati.

In particolare, sono state osservate due campagne di indagine, la prima risalente all'anno 2008 e la seconda al 2012, eseguite nelle fasi progettuali, definitiva ed esecutiva, del "progetto per la realizzazione del prolungamento Sud della Linea 1 – Tratta 4, Lingotto – Bengasi".

Nel complesso, nel sito di interesse per il nuovo parcheggio interrato di Piazza Bengasi, sono stati realizzati:

3 sondaggi a carotaggio continuo (SC3-SC12-SC17)

3 sondaggi a distruzione di nucleo (SD2-SDI1-SDI2)

1 pozzo finalizzato a prove di pompaggio (PP1)

3 sondaggi a valenza ambientale (PI5-PI6-PI9)

Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove SPT e prove di permeabilità Lefranc a diverse profondità. Alcuni sondaggi sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto per il monitoraggio della falda (SC3-SD2-PI5-PI6-PI9).

Sono stati inoltre eseguiti prelievi di campioni rimaneggiati destinati all'esecuzione di prove di laboratorio.

Alcuni sondaggi (SC12-SC17-SDI1-SDI2) sono stati attrezzati per prove geofisiche (DownHole).

SONDAGGIO	PERFORAZIONE		PROF.	QUOTA P.C.	IMPRESA	ANNO	PIEZOMETRO	GEOFISICA
	Tipologia	Ø (mm)						
PP1	Distruzione	300	36	231,700	Ronco Triv.	2008	Tubo aperto 273 mm	
SC3	Carotaggio continuo	101	40	231,595	Abrate	2008	Tubo aperto 3"	
SD2	Distruzione	114	36	231,848	Abrate	2008	Tubo aperto 3"	
SC12	Carotaggio continuo	127	30		Geo Testing	2012		DownHole
SC17	Carotaggio continuo	127	30		Geo Testing	2012		DownHole
SDI1	Distruzione	127	30		Geo Testing	2012		DownHole
SDI2	Distruzione	127	30		Geo Testing	2012		DownHole
PI5	Ambientale	131-152	35		Carsico	2012	Tubo aperto 3"	
PI6	Ambientale	131-152	35		Carsico	2012	Tubo aperto 3"	
PI9 (sost.PI5)	Ambientale	131-152	25	231,779	Carsico	2012	Tubo aperto 3"	

Tabella 3 – Caratteristiche dei sondaggi.

Al termine di questo documento si allegano i certificati dei sondaggi e delle diverse prove eseguite che sono stati presi in esame per la caratterizzazione del sito.

Si allega una planimetria con l'ubicazione delle indagini geognostiche.



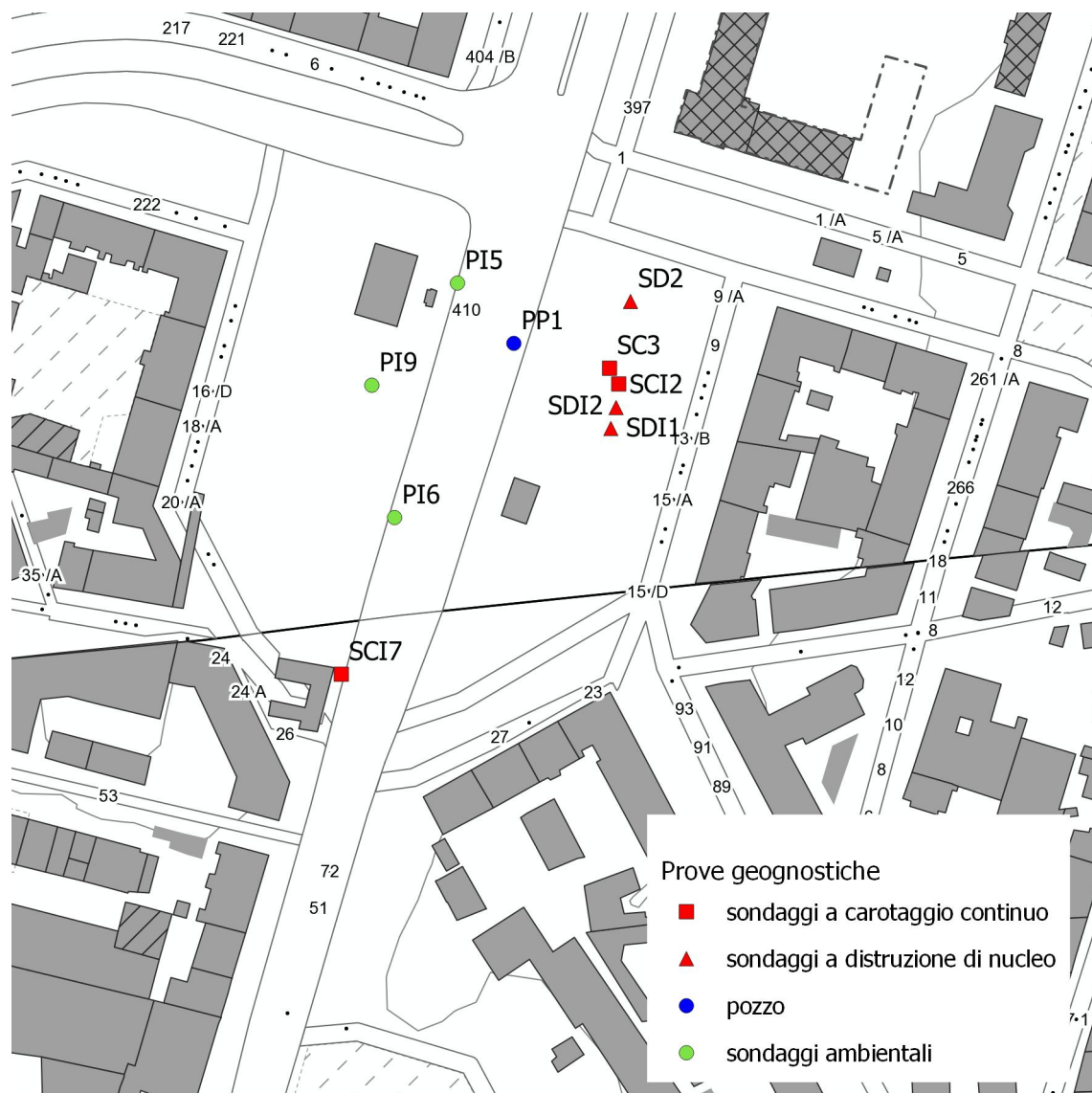


Fig.9: ubicazione delle indagini geognostiche – Scala 1:2.000.

### 3.4 Il modello geologico

La caratterizzazione litostratigrafia e geotecnica del sottosuolo è stata ricostruita sulla base di preesistenti indagini e prove documentate realizzate nell'ambito del progetto del settore della Linea 1 della Metropolitana Automatica di Torino denominato Prolungamento Sud (Lingotto-Bengasi).

In particolare, si è fatto riferimento alle colonne stratigrafiche di alcuni sondaggi realizzati per la stazione Bengasi (allegate al termine di questa relazione) e ai dati forniti dalla Banca Dati Geognostici disponibili sul geoportale Arpa Piemonte per punti di indagine prossimi all'area di intervento, e ricadenti all'interno del medesimo contesto geologico.

Le indagini analizzate consentono di definire un assetto stratigrafico locale caratterizzato dalla presenza di terreni di riporto fino ad una profondità di circa 4 metri che poggiano su materiali ghiaiosi in matrice sabbiosa con ciottoli più o meno abbondanti il cui letto si colloca ad una profondità di circa 40 metri dal p.c. dove affiorano i depositi limoso-argillosi del Villafranchiano.

I depositi fluviali e fluvio-glaciali rissiani sono costituiti da ghiaie, ciottoli e sabbie in matrice limosa con le ghiaie che rappresentano la frazione avente la maggior rilevanza in termini percentuali accompagnate da sabbie medio-grossolane, ciottoli e livelli lentiformi limoso-argillosi. I ciottoli, di forma da sub-arrotondata ad arrotondata e di dimensioni variabili, risultano sostanzialmente composti da quarziti, gneiss, serpentiniti e metagabbri, e raramente si presentano alterati.

Talvolta questi depositi possono presentare tracce di cementazione dovuta alla precipitazione del carbonato di calcio e magnesio presente in soluzione sia nell'acqua di falda, sia nell'acqua di infiltrazione meteorica, per variazioni di temperatura e di pH.

I depositi Villafranchiani sono invece rappresentati da limi sabbiosi debolmente argillosi e sabbie grigio-azzurre con fossili.

### 3.5 La caratterizzazione geotecnica

Le indagini condotte hanno permesso di definire una stratigrafia tipo dei depositi fluviali e fluvioglaciali rissiani in cui riconoscere diverse unità litologiche così riassumibili:

#### Unità 1: Terreno superficiale (riporto antropico)

Comprende riporti antropici superficiali, costituiti prevalentemente da ghiaia e ciottoli con scarsa matrice, a luoghi maggiormente limoso-sabbiosi. Occasionalmente si rinvencono porzioni di solette in calcestruzzo da attribuirsi a fabbricati preesistenti ed ora demoliti e/o pavimentazioni stradali.

La potenza dell'unità nel sito di indagine è di circa 4m.

#### Unità 2 - Ghiaie con sabbie limose, con cementazione da assente a debole

Si tratta dell'unità principale del sottosuolo di Torino e si rinviene sistematicamente da piano campagna sino alla profondità di circa 35-40m. È costituita da ghiaie eterometriche (diametro massimo 8-10 cm) in matrice sabbioso-limosa, con occasionali ciottoli. Nell'unità sono presenti a profondità diverse, a seconda dei settori della città, fenomeni di debole cementazione. All'interno di questa unità si riscontra la presenza di lenti e livelli a granulometria più fine.

(Unità 2a, costituita da limi sabbiosi, localmente argillosi, più sporadicamente argille e Unità 2b, formata da sabbie da debolmente limose a limose, con ghiaietto) e altri a granulometria analoga all'unità principale ma con un grado di cementazione maggiore (Unità 3).

#### Unità 2a: Limi e sabbie debolmente argillosi

Si tratta di lenti e/o livelli francamente limoso-sabbiosi presenti all'interno dell'unità 2, con spessori significativi ( $\geq 3m$ ). Questi livelli possono talvolta presentare tracce di cementazione.

#### Unità 2b: Sabbie limose con ghiaietto

Si rinvencono nella parte inferiore del complesso fluviale-fluvioglaciale rissiano, dove possono avere spessore variabile e irregolare.

#### Unità 3 - Ghiaie con sabbie limose con cementazione da debole a media

Si tratta di livelli occasionali e non continui, di ghiaie e sabbie a maggior cementazione rispetto all'unità 2, con percentuale di cementazione compresa tra 25-50%, costituita da ghiaie eterometriche (diametro massimo 8-10cm) in matrice sabbioso-limosa, con occasionali ciottoli.

Vengono di seguito riportati i valori di Nspt misurati alle diverse profondità.

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)																						
	3	4	4.5	6	7	9	10	12	13	15	16	18	18.5	19	21	22.3	24	26	27	29	30	33	36
<i>Sigla</i>																							
<b>SC3</b>	30			14		34		41		41		70			R		R		87		80	39	35
<b>SCI2</b>		40				33		62		65			84		R								
<b>SCI7</b>			68		53		70		60		R			77		R		78		R			

Tabella 4 – Valori di Nspt alle diverse profondità.

Come si osserva dalla Tabella 4 i valori di NSPT sono sempre molto elevati a tutte le profondità.

Dall'elaborazione di questi dati, facendo ricorso a correlazioni empiriche note in letteratura ed ampiamente verificate, unitamente agli esiti delle prove di laboratorio condotte sui campioni rimaneggiati prelevati nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo, **per l'area in esame** è stato possibile ricostruire una stratigrafia di dettaglio e stimare alcuni parametri geotecnici propri dei terreni descritti, da intendersi quali "parametri caratteristici" definiti dal D.M. 17.01.18 e da utilizzare per il dimensionamento delle opere fondazionali.

UNITA'	$\gamma_n$	E'	$\nu'$	$\Phi'$	$c'$
	(kN/m <sup>3</sup> )	(MPa)	(-)	(°)	(kPa)
<b>Strato 1 - Unità 1</b>	18.5	25	0.20-0.30	32	0
<b>Strato 2 - Unità 2 a</b>	18.5	30	0.30-0.40	28	5
<b>Strato 3 - Unità 2 b</b>	18.5	30	0.30-0.35	32	0
<b>Strato 4 - Unità 3</b>	20	60	0.30-0.35	38	0

Tabella 5 – Parametri geotecnici dei diversi strati.

### 3.6 L'indagine sismica

Come detto nel capitolo 3.3 dedicato alle indagini geognostiche, alcuni sondaggi sono stati attrezzati con tubazione da 3" per la realizzazione di prove sismiche e, nel caso di Piazza Bengasi, sono state realizzate prove DownHole.

Questa è una metodologia che consiste nell'energizzare il terreno in superficie e registrare l'arrivo del segnale per mezzo di geofoni calati in un perforo alle varie profondità; pertanto, pur rappresentando un'indagine verticale puntuale, risulta essere di estremo dettaglio.

Considerando il percorso dei raggi diretti e misurando i tempi d'arrivo del primo impulso ai geofoni, si può calcolare la velocità media dei litotipi attraversati, che è data dalla seguente formula:

$$V_m = \frac{z}{t \cos \alpha}$$

Dove:  $z$  = profondità a cui è fissato il geofono

$t$  = tempo di arrivo del primo impulso

$\alpha$  = angolo che la congiungente geofono-energizzatore forma con l'asse del perforo

Il termine  $t \cos \alpha$  rappresenta il tempo di propagazione dell'onda sismica secondo la verticale del perforo ed è detto *Tempo Verticale*. In pratica, la battuta d'energizzazione è eseguita a distanze tali dall'asse del foro in modo da evitare il generarsi di onde di tubo che possono mascherare il segnale da acquisire.

Il tempo di arrivo delle onde sismiche, pertanto, è corretto dell'angolo  $\alpha$  al vertice del triangolo formato dalla congiungente ( $d$ ) asse foro-energizzazione e ( $z$ ) profondità di fissaggio della tripletta dal piano campagna. In questo modo, si considera come se l'energizzazione fosse data sulla verticale del foro stesso.

SONDAGGIO	TIPO DI PROVA	$V_{s,eq}$
Sigla		(m/s)
<b>SCI7</b>	DownHole	458,77
<b>SDI1</b>	DownHole	587,37
<b>SDI2</b>	DownHole	598,79

Tabella 6 – Risultati indagini sismiche.

Le velocità  $V_s$  rilevate nel corso delle prove per i singoli strati individuati, sono state utilizzate per ricavare la categoria sismica, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018; tale categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove  $h_i$  = spessore in metri dello strato i-esimo

$V_{s,i}$  = velocità dell'onda di taglio nello strato i-esimo

$N$  = numero di strati



H = profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s

Dai risultati delle prove eseguite si evince che il profilo stratigrafico del sito di intervento può essere associato alla categoria tipo "B": Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

### 3.7 Il modello sismico

Il territorio comunale di Torino ricade in zona sismica 3 come indicato dalla DGR n.6-887 del 30.12.2019 pubblicata sul B.U.R. n.4 del 23 gennaio 2020 che recepisce la nuova classificazione sismica del territorio piemontese.

I dati di disaggregazione della pericolosità sismica forniti dall'INGV per tutti i punti della griglia nazionale indicano per il sito in esame valori medi di magnitudo e distanza epicentrale relativi al sisma di riferimento pari a  $M = 4,9$  e  $d = 47,9$  km.

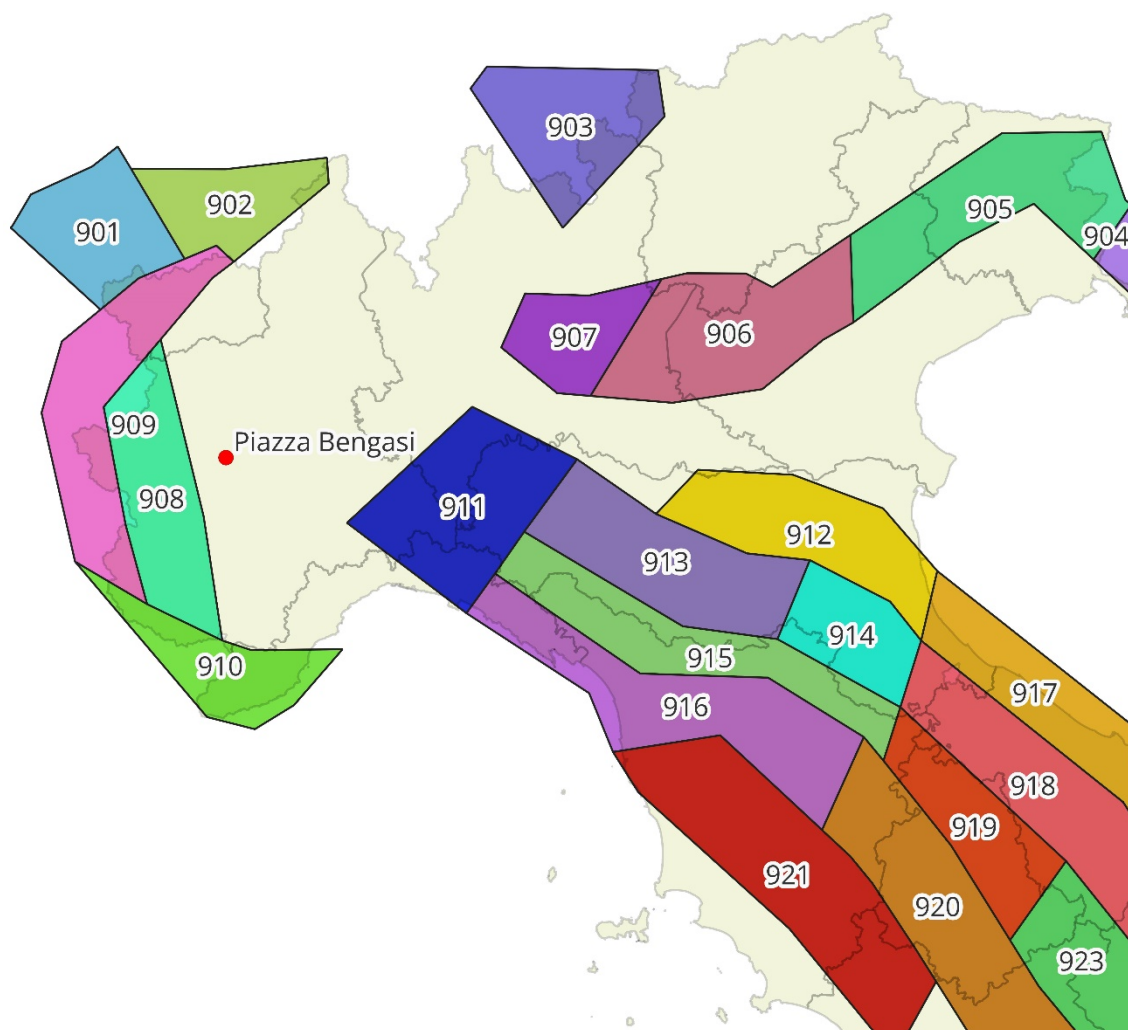


Fig.10: stralcio della mappa delle zone sismogenetiche del territorio italiano – scala 1:4.000.000.

Va precisato che, fino all'aggiornamento delle procedure per la gestione e il controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico, per la cui predisposizione la DGR ha fissato un periodo di 6 mesi, continueranno a valere le disposizioni vigenti, stabilite dalla D.G.R. 21 maggio 2014, n. 65-7656 quindi, nel periodo transitorio, per tutte le procedure in ambito urbanistico-edilizio disciplinate dalla DGR 21 maggio 2014 n° 65-7656 (controlli, autorizzazioni, pareri) vale la classificazione sismica allegata alla stessa DGR del 2014.

Secondo il D.M. 17/01/2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale va valutato mediante analisi specifiche.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite dalla normativa (Tab. 3.2.II), si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

I valori di  $V_s$  possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono definite tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

L'approccio semplificato prevede che l'azione sismica di progetto venga stimata a partire dai parametri che seguono:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

CLASSE D'USO COSTRUZIONE III Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

VITA NOMINALE OPERA  $\geq 50$  anni

Si segnala infine come alla luce di quanto indicato al punto 7.11.3.4.2 del DM 17.01.2018 e cioè:

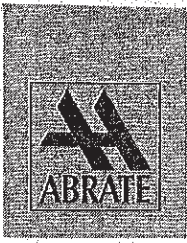
*La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:*

- 1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
- 2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
- 3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  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  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
- 4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .*

Per il sito in esame la verifica alla liquefazione può essere omessa poiché si è ricavato un valore di accelerazione massima attesa al sito inferiore a 0,1g.

## 4 ALLEGATI

Si allegano di seguito i certificati delle indagini geologico-geotecniche eseguite nell'ambito del progetto per la realizzazione del prolungamento Sud della Linea 1 – Tratta 4, Lingotto – Bengasi ed utilizzate per la caratterizzazione geotecnica, idrogeologica e sismica dell'area in esame.



Via Giovanni Agnelli, 71 - 10022 Carmagnola (TO)  
Tel: 01197244111 Fax: 0119771889  
http://www.abrate.it E-mail: info@abrate.it

Committente **GTT**  
 Cantiere **Metrò -- Tratta Lingotto-Bengasi**  
 Località **Piazza Bengasi**  
 Perforazione iniziata il \_\_\_\_\_ Terminata il \_\_\_\_\_  
 Dep. cassette **Dep. Abrate** Scala **1:150**

SONDAGGIO **Sc3** FOGLIO **1/1**  
 Il compilatore **Dott. Mussa**

profondità dal p.c. (m)	potenza dello strato	sezione stratigrafica	descrizione litologica	livello stab. della falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tipo a tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni ind. Shelby	campioni rimaneggiati	permeabilità (cm/s)
0.10	0.10		Asfalto bituminoso.												
0.50	0.40		Terreno di riporto ghiaioso sabbioso con frammenti di asfalto bituminoso, scarsamente addensato.							3.00					
	3.50		Ghiaia eterometrica con rari ciottoli (diam. max 4-6 cm) in abbondante matrice sabbiosa, talora prevalente, mediamente addensata; colore bruno chiaro.							15-12-18					
4.00	1.50		Sabbia medio grossolana con raro ghiaietto sparso, mediamente addensata; colore bruno chiaro grigiastro.							6.00					
5.50	1.30		Limo argilloso con raro ghiaietto sparso, mediamente consistente; colore variabile da bruno nocciola a bruno grigiastro.							10-8-6					
6.80	4.70		Ghiaia eterometrica con sporadici ciottoli (diam. max 4-6 cm) in abbondante matrice sabbiosa debolmente limosa, da addensata a mediamente addensata, presenza di fenomeni di alterazione e/o ossidazione della matrice, presenza di screziature nerastre e biancastre, presenza di sporadici deboli fenomeni di cementazione; colore variabile da bruno scuro a bruno chiaro grigiastro.							9.00					
11.50	4.00		Sabbia ghiaiosa, addensata; colore bruno chiaro a bruno scuro.	13.30						12.00					
15.50	6.70		Ghiaia eterometrica con ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa limosa da addensata a molto addensata, presenza di livelli decimetrici grossolani composti da ciottoli prevalenti; colore bruno scuro.							18-21-20					
	9.80		Ghiaia eterometrica con ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa limosa da addensata a molto addensata, presenza di fenomeni di alterazione e/o ossidazione, presenza di screziature biancastre e ocra; colore bruno scuro screziato.							15.00					
22.20	9.80		Ghiaia eterometrica con ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa limosa da addensata a molto addensata, presenza di fenomeni di alterazione e/o ossidazione, presenza di screziature biancastre e ocra; colore bruno scuro screziato.							21-18-23					
32.00	1.00		Ghiaia eterometrica con ciottoli (diam. max 4-6 cm) in matrice limosa debolmente argillosa debolmente sabbiosa, addensata; colore grigio scuro bluastro.							18.00					
33.00	7.00		Limo da debolmente sabbioso fine a sabbioso, debolmente argilloso a tratti, consistente, integro, omogeneo; colore grigio scuro.							25-32-38					
40.00	7.00		Limo da debolmente sabbioso fine a sabbioso, debolmente argilloso a tratti, consistente, integro, omogeneo; colore grigio scuro.							21.00					
										35-R					
										24.00					
										35-38-R					
										27.00					
										38-42-45					
										30.00					
										35-38-42					
										33.00					
										30-21-18					
										36.00					
										18-15-20					

La quota di inizio foro corrisponde al piano di calpestio del piazzale. Il piezometro installato è del tipo a tubo aperto in PVC diam. 3"



# Prove eseguite sul Sondaggio



Sondaggio n°

**SCI2**

Committente	ARGO S.c. a r.l.
Verbale Accettazione n.	081/2012
Cantiere	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi
Data :	23-24/04/2012

<b>SPT 1</b>		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo <b>Limo Sabbioso</b>				
da m	a m	N/15		
4.00	4.45	15	18	22

SPT 7		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo				
da m	a m	N/15		

CAMPIONE N°	<b>CH1</b>	DIST	<b>IND</b>
Tipo di suolo <b>Limo sabbioso</b>			
Note:	da m	a m	
	5.50	6.00	

<b>SPT 2</b>		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo <b>Sabbie limose</b>				
da m	a m	N/15		
9.00	9.45	12	15	18

SPT 8		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo				
da m	a m	N/15		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>SPT 3</b>		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo <b>sabbie limoso ghiaiose</b>				
da m	a m	N/15		
12.00	12.45	16	27	35

SPT 9		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo				
da m	a m	N/15		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>SPT 4</b>		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo <b>sabbie limoso ghiaiose</b>				
da m	a m	N/15		
15.00	15.45	21	27	38

SPT 10		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo				
da m	a m	N/15		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>SPT 5</b>		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo <b>sabbie limoso ghiaiose</b>				
da m	a m	N/15		
18.50	18.95	32	39	45

SPT 11		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo				
da m	a m	N/15		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>SPT 6</b>		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo <b>sabbie ghiaiose</b>				
da m	a m	N/15		
21.00	21.20	35	50-5cm	

SPT 12		P.A.	P.C.	
Tipo di suolo				
da m	a m	N/15		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>TEST LEFRANC LF1</b>				
Tipo di suolo <b>sabbie ghiaiose</b>				
Note:	da m	a m		
	20.50	21.00		

<b>TEST MENARD PRS1</b>				
Tipo di suolo				
Note:	da m	a m		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>TEST LEFRANC LF2</b>				
Tipo di suolo <b>ghiaie in matrice sabbiosa</b>				
Note:	da m	a m		
	26.50	27.00		

<b>TEST MENARD PRS1</b>				
Tipo di suolo				
Note:	da m	a m		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

**Macchina Perforatrice Utilizzata**

**MK 420**

**MK 600**

Profondità Sondaggio m **30**

Metodo perforazione **0.00 -25.00 m CC - 25.00-30.00 m CD**

Profondità Rivestimento m **30**

Coord. Sondaggio

Quota Sondaggio

Prof. tubo piezom.

Prof. Filtri

Livello falda/data - **12.49 mpc il 25/04/12**

Prof. tubo sismica **30**

Diam. tubo **3"**

Totale Cassette **6**

Note

Committente Argo S.c.a.r.l	Profondità Raggiunta -30.00 m dal p.c.	Verbale di accettazione n° 81 del 19/03/2012	Cassette Catalogatrici n° 6	Pagina 1/1
Responsabile Geol. Enrico D'Alessandro	Indagine Indagini geognostiche	Cantiere Metropolitana automatica Torino - Tratta LINGOTTO-BENGASI		Data Esecuzione 23-24/04/2012
Operatore S. Volpe	Sondaggio SCI2	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Tipo Sonda CMV MK 600	Certificato n° 2 del 03/05/2012

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Profondità	%Carotaggio 0 20 40 60 80 100	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Piezometro (P) o Tubo Sismica	I-(1)
0.50		Prescavo, materiale di riporto.											
1.00													
1.50													
2.00		Materiale di riporto.	2.00										
2.50													
3.00													
3.50													
4.00		Limo sabbioso marrone chiaro	4.00		15/18/22								
4.50					4.00 PC								
5.00													
5.50										5.50			
6.00		Sabbie limose di colore marrone, con ghiaia ed elementi centimetrici; si rinvergono livelli di sabbie grossolane ghiaiose di dimensioni decimetriche	6.00							R 6.00			
6.50													
7.00													
7.50													
8.00													
8.50													
9.00					12/15/18								
9.50					9.00 PC								
10.00													
10.50													
11.00													
11.50					16/27/35								
12.00					12.00 PC								
12.50													
13.00													
13.50													
14.00		Sabbie limose marroni prive di clasti	14.00										
14.50													
15.00					21/27/38								
15.50		Sabbie grossolane in alternanza con sabbie limose marroni e livelli di ghiaia ed elementi poligenici di dimensioni da centimetriche a decimetriche	15.50		15.00 PC								
16.00													
16.50													
17.00													
17.50													
18.00					32/39/45								
18.50					18.50 PC								
19.00													
19.50													
20.00		Ghiaia ed elementi arrotondati poligeniche da centimetrici a decimetrici in matrice sabbiosa grossolana con limo di colore marrone.	19.80										
20.50					35/50-5cm								
21.00					21.00 PC								
21.50													
22.00													
22.50													
23.00													
23.50													
24.00		NB da 25 a 30 metri stratigrafia eseguita con analisi del cutting											
24.50													
25.00													
25.50													
26.00													
26.50													
27.00													
27.50													
28.00													
28.50													
29.00													
29.50													
30.00			30.00										
30.50													

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua  
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonici  
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
Carotaggio: Carotaggio continuo  
Note:  
Installazione m 30,00 di tubazione in PVC diametro 3" per prova sismica

Sonda: CMV MK 600

(RM)

(CS)  
25.00

12.49

A  
30.00

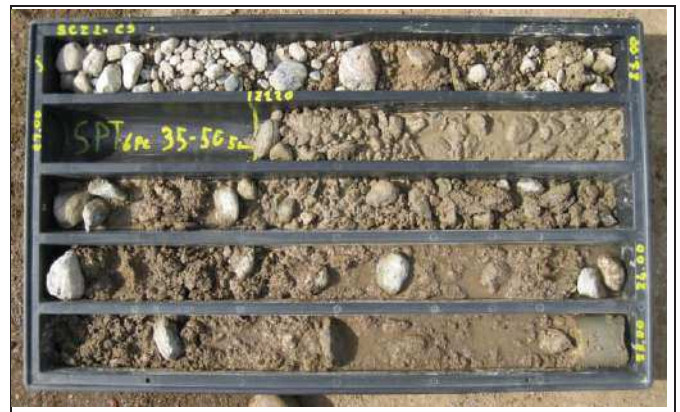


## Fotografie del Sondaggio

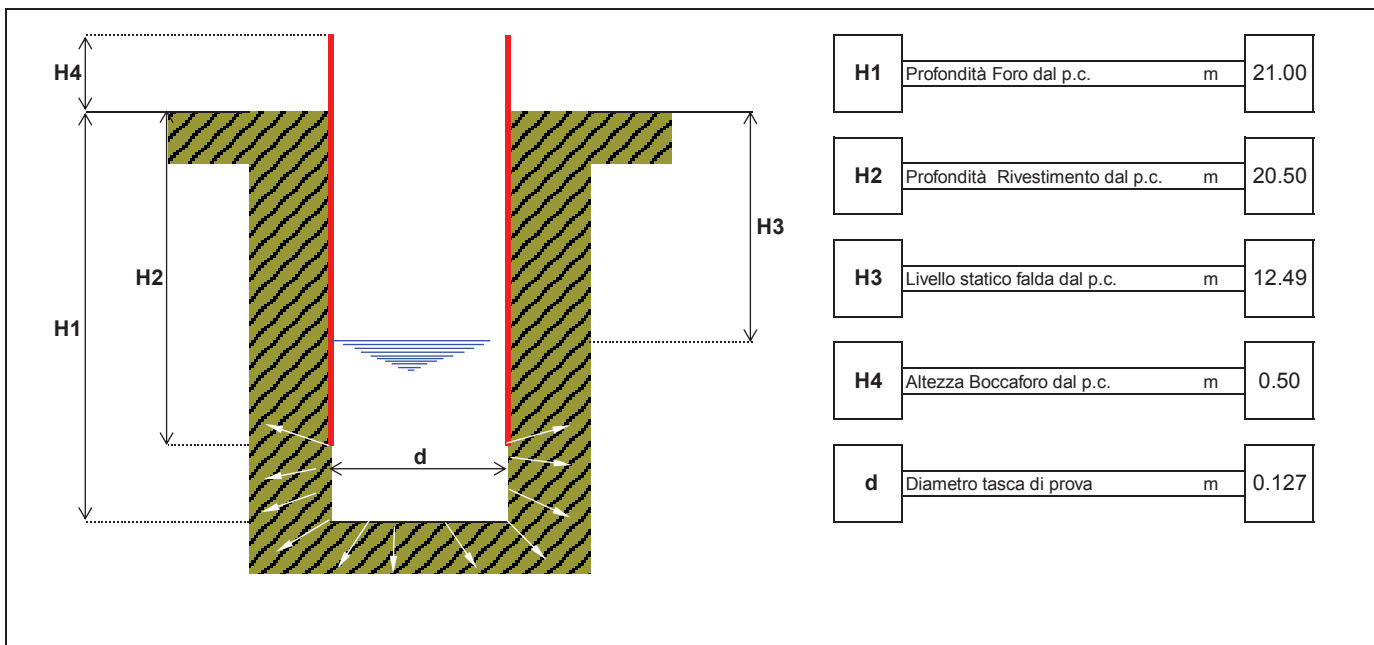


Committente	ARGO S.c. a r.l.
Verbale Accettazione n.	081/2012
Cantiere	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi
Data :	23-25/04/2012

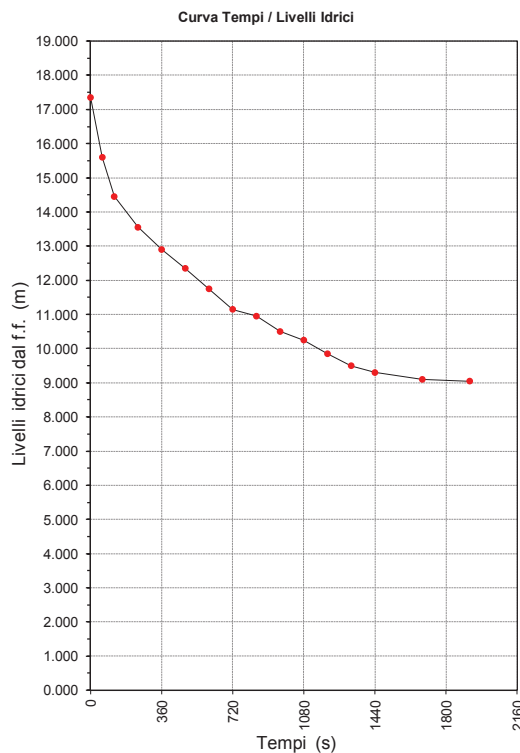
Sondaggio n°  
**SCI2**



Committente:	ARGO S.c. a r.l.	SONDAGGIO n° <b>SCI-2</b>
Verbale Accettazione n. :	081/2012	
Cantiere:	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi	PROVA n° <b>LF1</b>
Data della prova:	24-04-2012	



Timp $t_i$ (s)	Liv. $h_i$ dal ff. (m)	$h_i/h_{i-1}$ (m)	$t_{i-1}-t_i$ (s)	$K_i$ (m/s)	Timp $t_i$ (s)	Liv. $h_i$ dal ff. (m)	$h_i/h_{i-1}$ (m)	$t_{i-1}-t_i$ (s)	$K_i$ (m/s)
0	17.35								
60	15.60	1.11	60.00	<b>4.49E-05</b>	6240				
120	14.45	1.08	60.00	<b>3.23E-05</b>	6480				
240	13.55	1.07	120.00	<b>1.36E-05</b>	6720				
360	12.90	1.05	120.00	<b>1.04E-05</b>	6960				
480	12.35	1.04	120.00	<b>9.19E-06</b>	7200				
600	11.75	1.05	120.00	<b>1.05E-05</b>	7440				
720	11.15	1.05	120.00	<b>1.11E-05</b>	7680				
840	10.95	1.02	120.00	<b>3.82E-06</b>	7920				
960	10.50	1.04	120.00	<b>8.86E-06</b>	8160				
1080	10.25	1.02	120.00	<b>5.09E-06</b>	8400				
1200	9.85	1.04	120.00	<b>8.40E-06</b>	8640				
1320	9.50	1.04	120.00	<b>7.63E-06</b>	8880				
1440	9.30	1.02	120.00	<b>4.49E-06</b>	9120				
1680	9.10	1.02	240.00	<b>2.29E-06</b>	9360				
1920	9.05	1.01	240.00	<b>5.81E-07</b>	9600				
2160					9840				
2400					10080				
2640					10320				
2880					10560				
3120					10800				
3360					11040				
3600					11280				
3840					11520				
4080					11760				
4320					12000				
4560					12240				
4800					12480				
5040					12720				
5280					12960				
5520					13200				
5760					13440				
6000					13680				



$$K_m = 1.15E-05 \quad (\text{m/s})$$

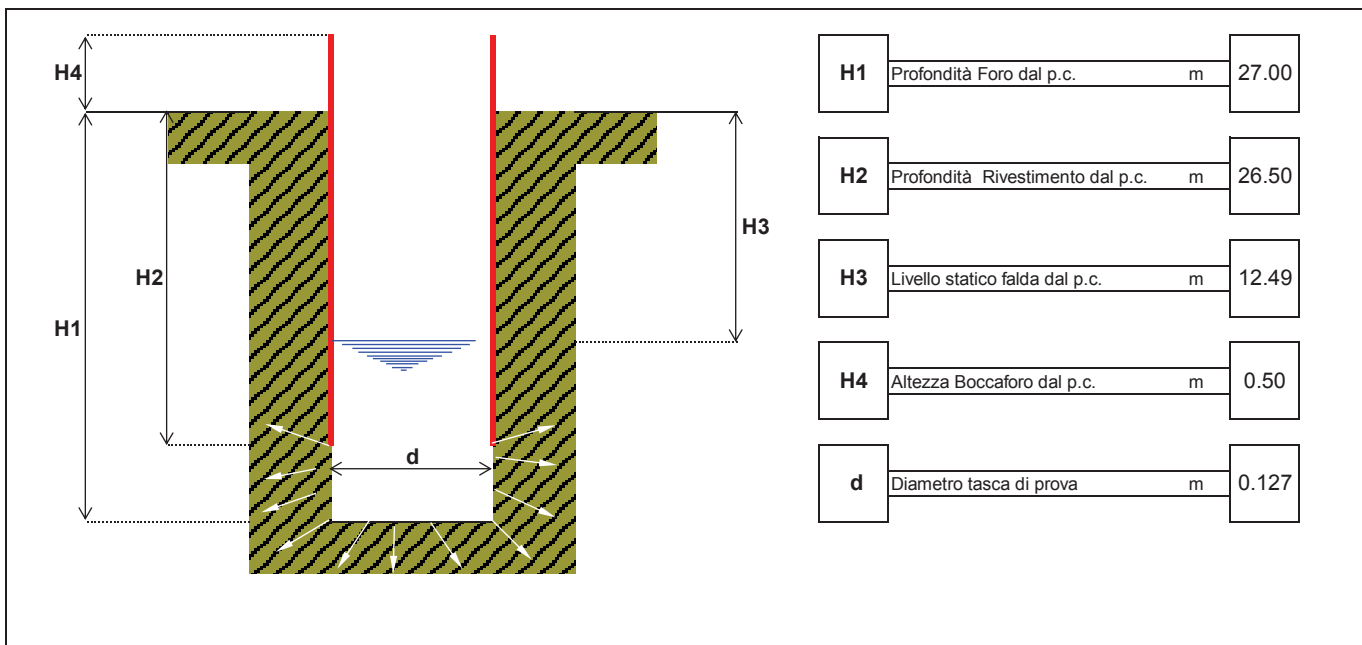
N.B.  $K_m$  = Media delle Permeabilità calcolate



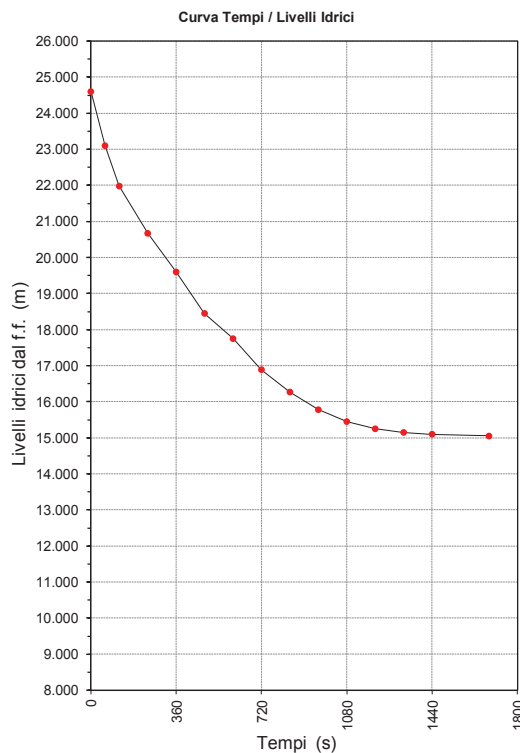
# TEST LEFRANC



Committente:	ARGO S.c. a r.l.	SONDAGGIO n° <b>SCI-2</b>
Verbale Accettazione n. :	081/2012	
Cantiere:	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi	PROVA n° <b>LF2</b>
Data della prova:	24-04-2012	



Timp $t_i$ (s)	Liv. $h_i$ dal ff. (m)	$h_i/h_{i+1}$ (m)	$t_{i+1}-t_i$ (s)	$K_i$ (m/s)	Timp $t_i$ (s)	Liv. $h_i$ dal ff. (m)	$h_i/h_{i+1}$ (m)	$t_{i+1}-t_i$ (s)	$K_i$ (m/s)
0	24.60								
60	23.10	1.06	60.00	<b>2.66E-05</b>	6240				
120	21.98	1.05	60.00	<b>2.10E-05</b>	6480				
240	20.67	1.06	120.00	<b>1.30E-05</b>	6720				
360	19.60	1.05	120.00	<b>1.12E-05</b>	6960				
480	18.45	1.06	120.00	<b>1.28E-05</b>	7200				
600	17.75	1.04	120.00	<b>8.16E-06</b>	7440				
720	16.89	1.05	120.00	<b>1.05E-05</b>	7680				
840	16.27	1.04	120.00	<b>7.89E-06</b>	7920				
960	15.78	1.03	120.00	<b>6.45E-06</b>	8160				
1080	15.45	1.02	120.00	<b>4.46E-06</b>	8400				
1200	15.25	1.01	120.00	<b>2.75E-06</b>	8640				
1320	15.15	1.01	120.00	<b>1.39E-06</b>	8880				
1440	15.10	1.00	120.00	<b>6.98E-07</b>	9120				
1680	15.05	1.00	240.00	<b>3.50E-07</b>	9360				
1920					9600				
2160					9840				
2400					10080				
2640					10320				
2880					10560				
3120					10800				
3360					11040				
3600					11280				
3840					11520				
4080					11760				
4320					12000				
4560					12240				
4800					12480				
5040					12720				
5280					12960				
5520					13200				
5760					13440				
6000					13680				



$$K_m = 9.08E-06 \quad (\text{m/s})$$

N.B.  $K_m$  = Media delle Permeabilità calcolate

# Prove eseguite sul Sondaggio



Sondaggio n°

**SCI7**

Committente	ARGO S.c. a r.l.
Verbale Accettazione n.	081/2012
Cantiere	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi
Data :	28-30/03/2012

<b>SPT 1</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice limosa</b>			
da m	a m	N/15	
4.50	4.95	25	28 40

<b>SPT 7</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
da m	a m	N/15	
22.30	22.41	50 - 11 cm	

CAMPIONE N°	<b>CD1</b>	<b>DIST</b>	IND
Tipo di suolo <b>Limi sabbiosi</b>			
Note:	da m	a m	
	14.60	15.00	

<b>SPT 2</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
da m	a m	N/15	
7.00	7.45	16	18 35

<b>SPT 8</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Sabbie limose</b>			
da m	a m	N/15	
26.00	26.45	29	37 41

CAMPIONE N°	<b>CD2</b>	<b>DIST</b>	IND
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
Note:	da m	a m	
	21.00	21.40	

<b>SPT 3</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
da m	a m	N/15	
10.00	10.45	31	32 38

<b>SPT 9</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
da m	a m	N/15	
29.00	29.06	50 - 6 cm	

CAMPIONE N°	<b>CD3</b>	<b>DIST</b>	IND
Tipo di suolo <b>Limo sabbioso</b>			
Note:	da m	a m	
	23.10	23.50	

<b>SPT 4</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Sabbie limose</b>			
da m	a m	N/15	
13.00	13.45	19	24 36

SPT 10		P.A.	P.C.
Tipo di suolo			
da m	a m		

CAMPIONE N°	<b>CD4</b>	DIST	IND
Tipo di suolo <b>Limo sabbioso</b>			
Note:	da m	a m	
	27.05	27.50	

<b>SPT 5</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
da m	a m	N/15	
16.00	16.19	31	50 -4 cm

SPT 11		P.A.	P.C.
Tipo di suolo			
da m	a m		

CAMPIONE N°	<b>CD5</b>	DIST	IND
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
Note:	da m	a m	
	28.50	29.00	

<b>SPT 6</b>		P.A.	P.C.
Tipo di suolo <b>Sabbie ghiaiose</b>			
da m	a m	N/15	
19.00	19.45	28	36 41

SPT 12		P.A.	P.C.
Tipo di suolo			
da m	a m		

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>TEST LEFRANC LF1</b>			
Tipo di suolo <b>Sabbie limose con ghiaia</b>			
Note:	da m	a m	
	14.50	15.00	

<b>TEST MENARD PRS1</b>			
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

<b>TEST LEFRANC LF2</b>			
Tipo di suolo <b>Ghiaie in matrice sabbiosa</b>			
Note:	da m	a m	
	20.50	21.00	

<b>TEST MENARD PRS1</b>			
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

Macchina Perforatrice Utilizzata

MK 420

**MK 600**

Profondità Sondaggio m **30**

Metodo perforazione **CC**

Totale Cassette **6**

Profondità Rivestimento m **30**

Coord. Sondaggio

Quota Sondaggio

Prof. tubo piezom.

Prof. filtri da m a m

Livello falda/data - 12.40 m.pc il 30/03/12

Prof. tubo sismica **30**

Diam. tubo **3"**

Diagrafia m

Note

Committente Argo S.c.a.r.l	Profondità Raggiunta -30.00 m dal p.c.	Verbale di accettazione n° 81 del 19/03/2012	Cassette Catalogatrici n° 6	Pagina 1/1
Responsabile Geol. Enrico D'Alessandro	Indagini Indagini geognostiche	Cantiere Metropolitana automatica Torino - Tratta LINGOTTO-BENGASI	Data Esecuzione 28-30/03/2012	
Operatore S. Volpe	Sondaggio SC17	Tipo Carotaggio Carotaggio continuo	Tipo Sonda CMV MK 600	Certificato n° 7 del 07/05/2012

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Profondità	%Carotaggio 0 20 40 60 80 100	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Piezometro (P) o Tubo Sismica	I-(1)
0.50		Prescavo, materiale di riporto.											
1.00													
1.50													
2.00													
2.50													
3.00		Materiale di riporto.	3.00										
3.50													
4.00													
4.50		Sabbie grossolane marroni con clasti centimetrici arrotondati poligenici.	4.50										
5.00		Ghiaia ed elementi arrotondati poligenici decimetrici in matrice sabbiosa di colore nocciola.	5.00										
5.50		Sabbie limose marroni con rari clasti arrotondati centimetrici.	6.40										
6.00													
6.50		Sabbia limosa di colore nocciola con livelli ghiaiosi centimetrici.	7.45										
7.00													
7.50													
8.00													
8.50													
9.00													
9.50													
10.00													
10.50		Ghiaia ed elementi arrotondati poligenici decimetrici in matrice sabbioso-limosa di colore nocciola.	10.50										
11.00		Sabbia limosa di colore nocciola con livelli ghiaiosi centimetrici.	11.00										
11.50													
12.00		Ghiaia ed elementi arrotondati poligenici decimetrici in matrice sabbiosa limosa di colore nocciola.	12.00										
12.50		Sabbia limosa di nocciola con radi livelli ghiaiosi centimetrici.	12.50										
13.00													
13.50													
14.00													
14.50		Limi sabbiosi di colore marrone chiaro	14.40										
15.00		Ghiaia ed elementi arrotondati poligenici decimetrici in matrice sabbiosa di colore nocciola.	15.00										
15.50													
16.00		Sabbie grossolane limose di colore marrone con rari clasti arrotondati centimetrici.	16.20										
16.50													
17.00		Ghiaia ed elementi arrotondati poligenici eterometrici (da centimetrici a decimetrici) in matrice sabbioso-limosa di colore nocciola	17.00										
17.50													
18.00													
18.50													
19.00													
19.50													
20.00													
20.50													
21.00													
21.50													
22.00													
22.50													
23.00		Limo sabbioso di colore marrone.	23.00										
23.50		Sabbie limose di colore marrone con rari clasti arrotondati centimetrici.	23.60										
24.00													
24.50													
25.00													
25.50													
26.00		Sabbie limose e limi sabbiosi privi di inclusi	26.00										
26.50													
27.00													
27.50													
28.00		Sabbie limose di colore marrone con rari clasti arrotondati centimetrici.	28.00										
28.50													
29.00													
29.50													
30.00			30.00										
30.50													

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT  
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elca Continua  
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonici  
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
Carotaggio: Carotaggio continuo  
NOTE:  
Installazione m 30,00 di tubazione in PVC diametro 3" per prova sismica

Sonda: CMV MK 600

(RM)  
(CS)

A  
30.00



## Fotografie del Sondaggio

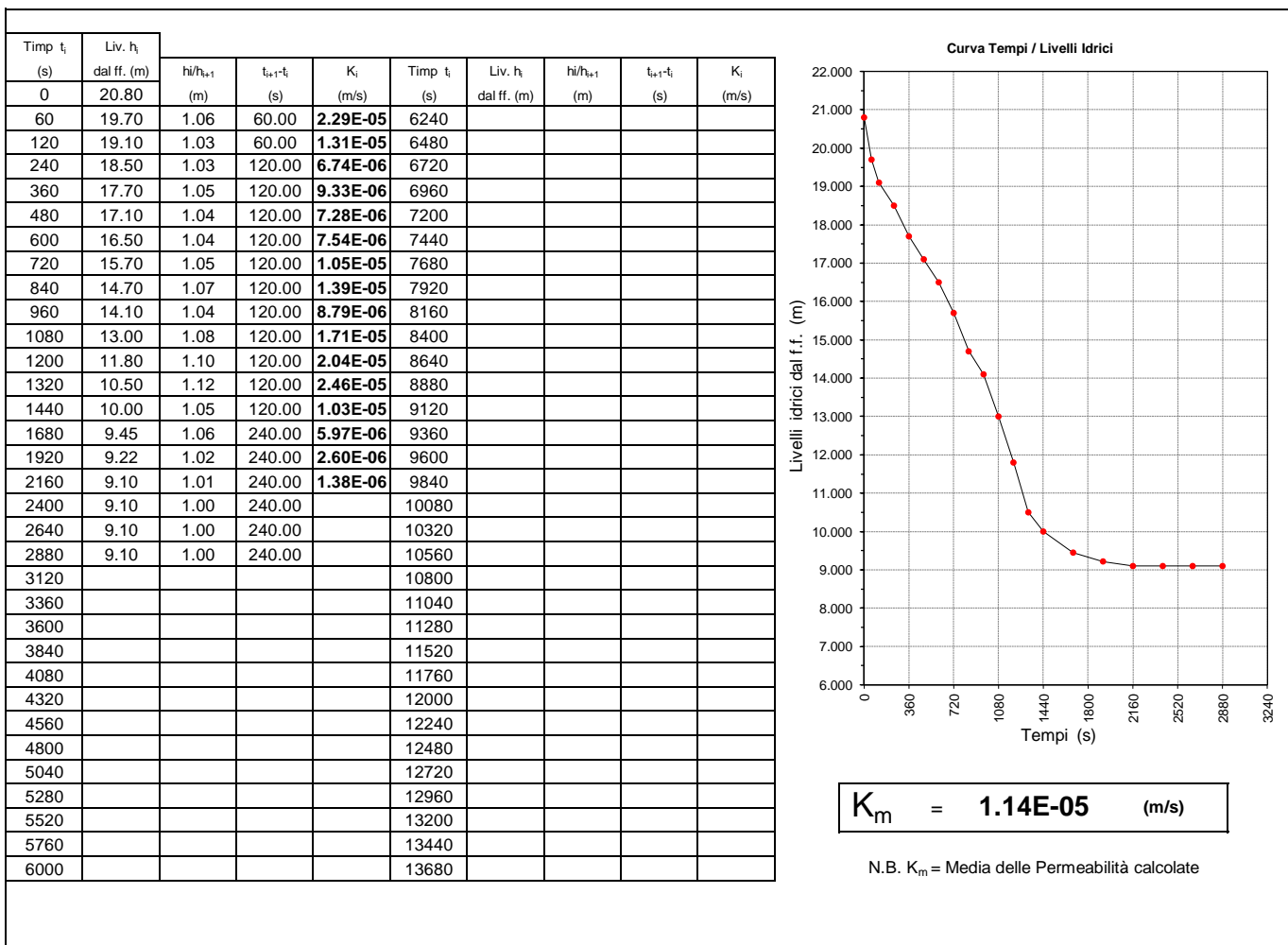
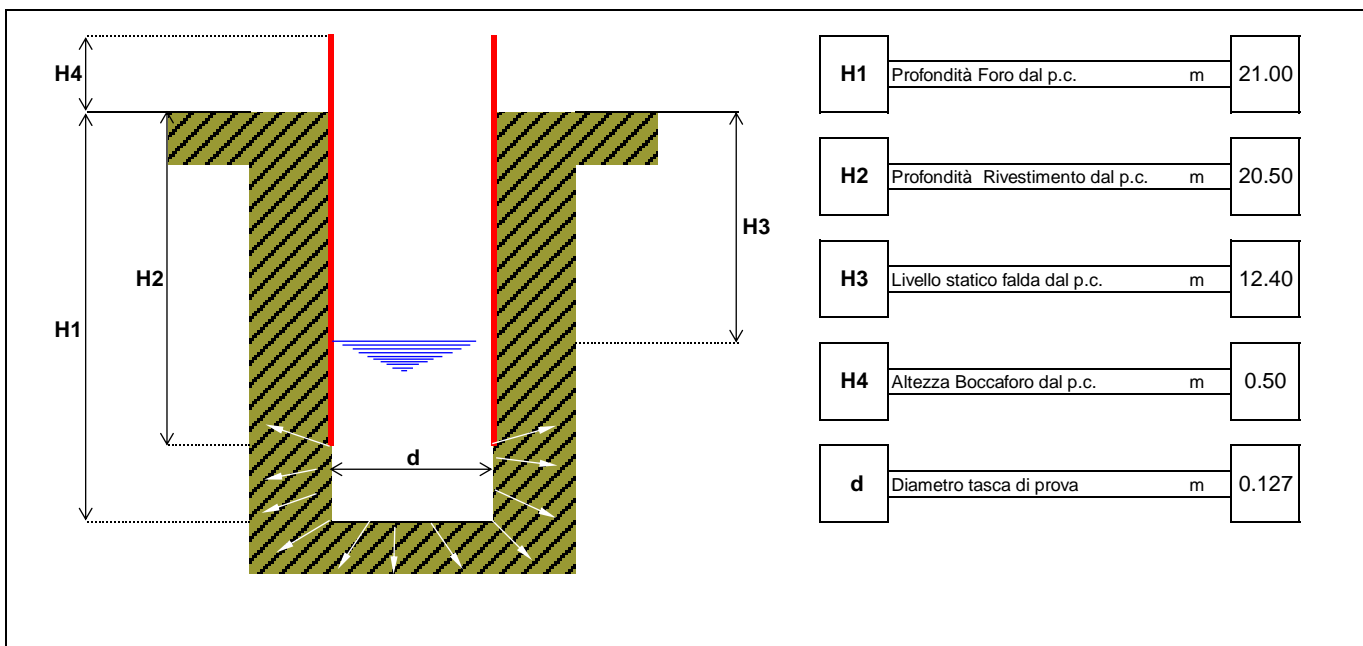
<i>Committente</i>	ARGO S.c. a r.l.	 Geo Testing s.r.l.
<i>Verbale Accettazione n.</i>	081/2012	
<i>Cantiere</i>	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi	Sondaggio n°
<i>Data :</i>	28-30/03/2012	SC17



# TEST LEFRANC



Committente:	ARGO S.c. a r.l.	<b>SONDAGGIO n°</b> <b>SCI-7</b>
Verbale Accettazione n. :	081/2012	
Cantiere:	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi	<b>PROVA n°</b> <b>LF2</b>
Data della prova:	30-03-2012	

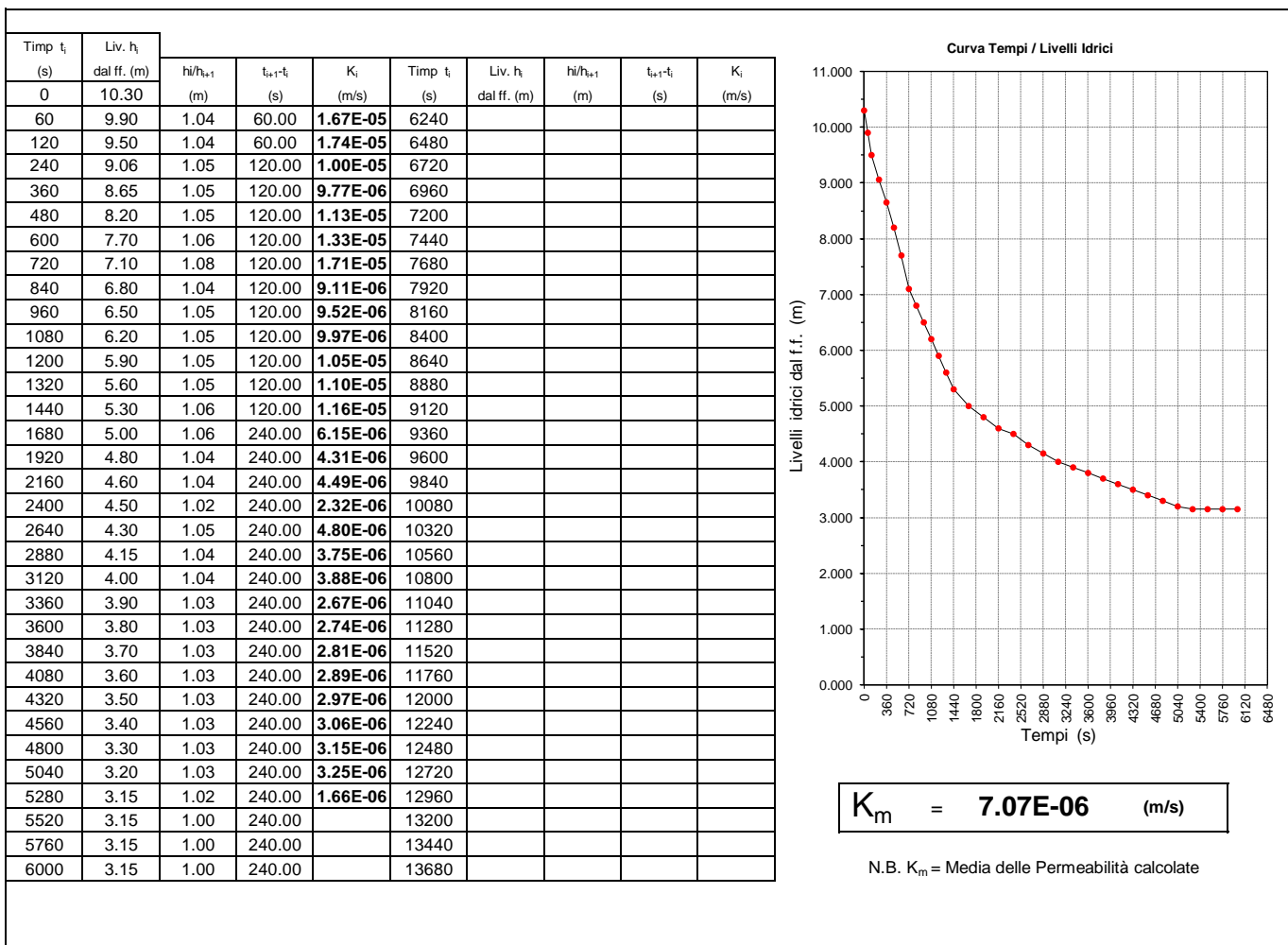
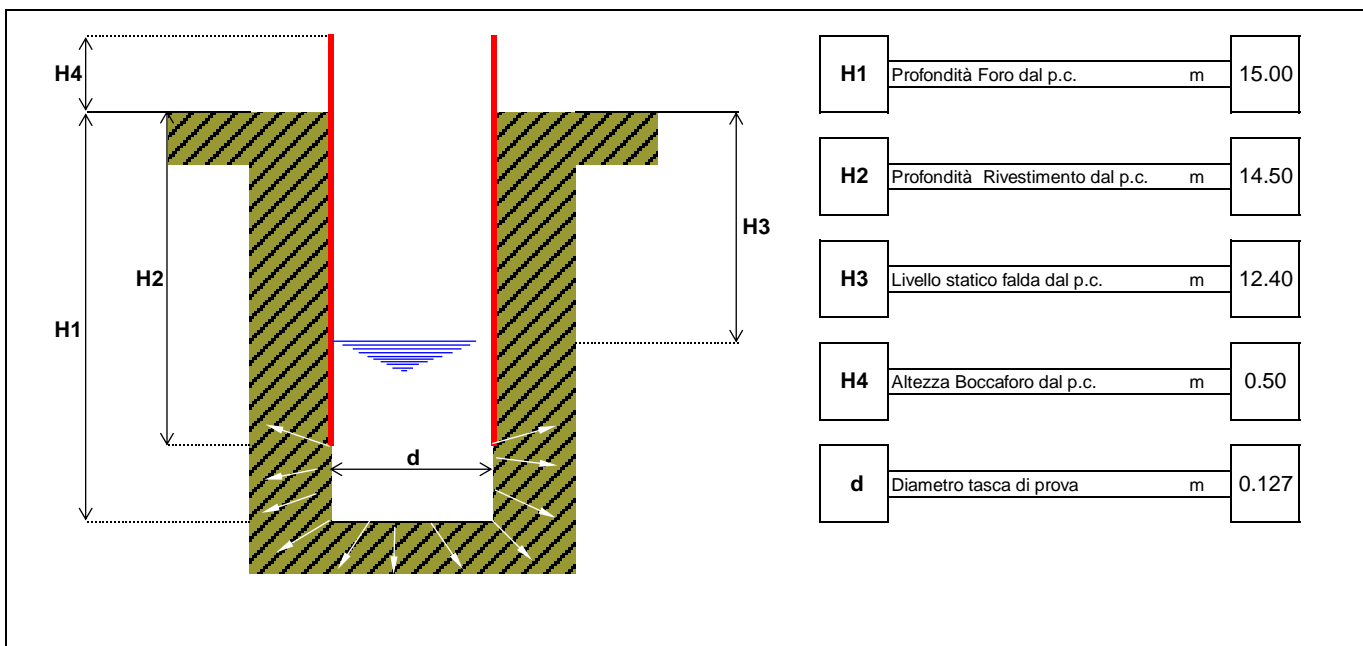




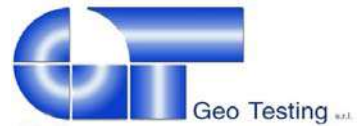
# TEST LEFRANC



Committente:	ARGO S.c. a r.l.	SONDAGGIO n° <b>SCI-7</b>
	Verbale Accettazione n. : 081/2012	
Cantiere:	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi	PROVA n° <b>LF1</b>
Data della prova:	29-03-2012	



# PROVA SISMICA DOWN-HOLE



Committente:	ARGO scarl
Località	Prolungamento Linea 1 - Metropolitana Torino
Inizio letture dal p.c.	1,00 (m)
Passo letture	1,00 (m)
Distanza battuta	2,35 (m)
Data esecuzione	Aprile 2012

Prova n° **DH-SCI-7**

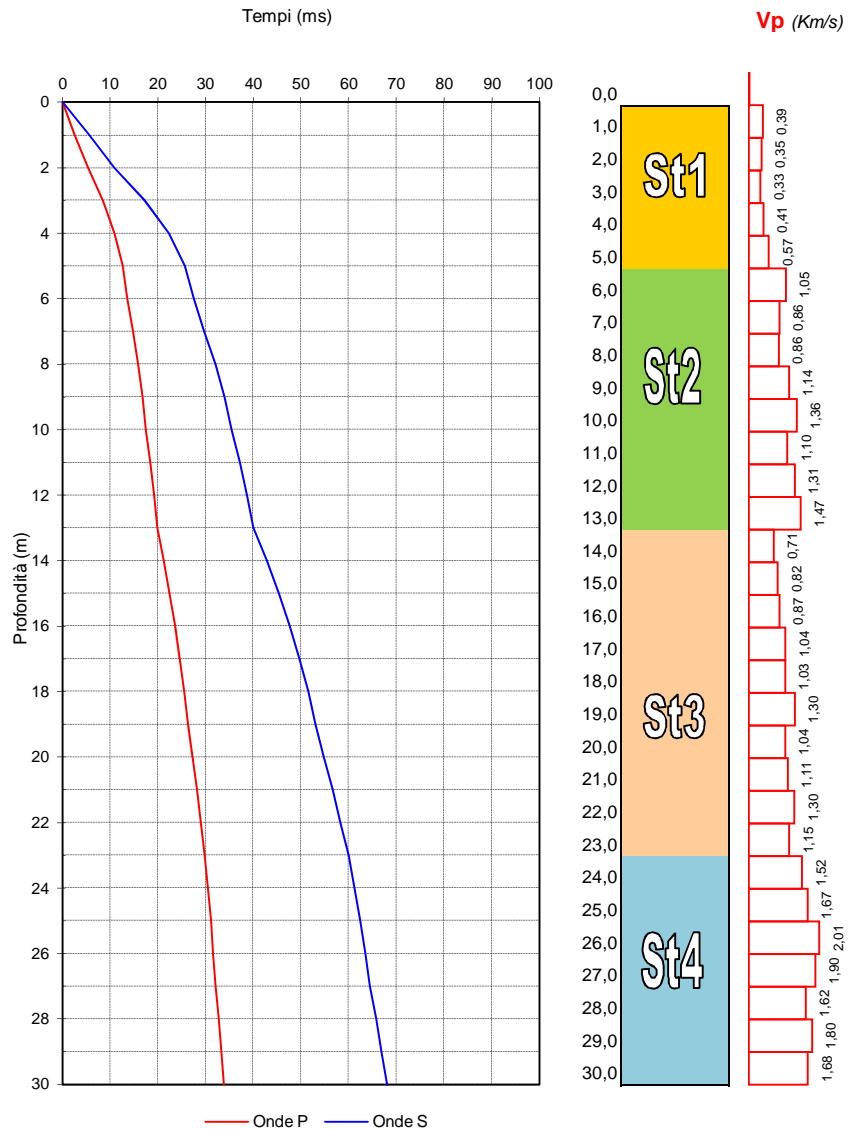
## Dati Sperimentali

## Dromocrone

## Sismostratigrafia

Profondità misure dal p.c. m	Tempi Onde P Sperimentali ms	Tempi Onde P Corretti ms	Tempi Onde S Sperimentali ms	Tempi Onde S Corretti ms
---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------

0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0	6,52	2,55	14,35	5,62
2,0	8,32	5,39	16,87	10,93
3,0	10,71	8,43	21,92	17,26
4,0	12,61	10,87	25,91	22,34
5,0	13,96	12,63	28,39	25,70
6,0	14,59	13,59	29,54	27,51
7,0	15,55	14,74	31,34	29,71
8,0	16,58	15,91	33,50	32,14
9,0	17,35	16,79	35,06	33,93
10,0	18,00	17,52	36,42	35,46
11,0	18,85	18,43	38,03	37,19
12,0	19,56	19,20	39,35	38,62
13,0	20,20	19,88	40,65	40,01
14,0	21,58	21,28	43,46	42,86
15,0	22,77	22,50	45,94	45,38
16,0	23,90	23,65	48,23	47,72
17,0	24,84	24,61	50,19	49,72
18,0	25,79	25,57	52,00	51,56
19,0	26,54	26,34	53,43	53,02
20,0	27,49	27,30	55,20	54,82
21,0	28,38	28,20	57,01	56,65
22,0	29,14	28,98	58,55	58,22
23,0	30,00	29,84	60,34	60,03
24,0	30,65	30,50	61,54	61,24
25,0	31,24	31,10	62,76	62,49
26,0	31,73	31,60	63,70	63,44
27,0	32,25	32,13	64,69	64,44
28,0	32,86	32,74	65,96	65,73
29,0	33,41	33,30	67,10	66,88
30,0	34,00	33,90	68,33	68,12



## Parametri Medi Strati Sismici

Strato n°	Profondità da m a m	Spessore m	$\gamma$ gr/cm <sup>3</sup>	VP m/s	VS m/s	Poisson v	Bulk kg/cm <sup>2</sup>	Young kg/cm <sup>2</sup>	Shear kg/cm <sup>2</sup>
St1	0,00 5,00	5,00	1,90	410	204	0,34	2184	2149	804
St2	5,00 13,00	8,00	2,53	1143	579	0,33	22195	22938	8638
St3	13,00 22,00	9,00	2,70	1026	516	0,33	19188	19486	7322
St4	22,00 30,00	8,00	2,66	1668	835	0,33	50210	50365	18894

**VS<sub>30</sub> = 458,77 m/sec**

# PROVA SISMICA DOWN-HOLE



Committente:	ARGO scarl
Località	Prolungamento Linea 1 - Metropolitana Torino
Inizio letture dal p.c.	1,00 (m)
Passo letture	1,00 (m)
Distanza battuta	2,35 (m)
Data esecuzione	Aprile 2012

Prova n° **DH-SCI-7**





# Prove eseguite sul Sondaggio



Sondaggio n°

**SDI1**

Committente	ARGO S.c. a r.l.
Verbale Accettazione n.	081/2012
Cantiere	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi
Data :	21/04/2012

SPT 1	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 7	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 2	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 8	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 3	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 9	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 4	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 10	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 5	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 11	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 6	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 12	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

TEST LEFRANC LF1		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

TEST MENARD PRS1		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

TEST LEFRANC LF2		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

TEST MENARD PRS1		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

Macchina Perforatrice Utilizzata

**MK 420**

MK 600

Profondità Sondaggio m **30**

Metodo perforazione **CD**

Totale Cassette

Profondità Rivestimento m **30**

Coord. Sondaggio

Quota Sondaggio

Prof. tubo piezom.

Prof. filtri da m a m

Livello falda/data

Prof. tubo sismica **30**

Diam. tubo **3"**

Diagrafia m **30**

Note

## Fotografie del Sondaggio



Committente	ARGO S.c. a r.l.
Verbale Accettazione n.	081/2012
Cantiere	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi
Data :	21/04/2012

Sondaggio n°

**SDI1**







Geo Testing s.r.l.

### Parametri di Perforazione

Cantiere: **METRO TORINO**  
Sonda: **CMV MK420**

Commessa: **81/12**  
Sondaggio: **SDI1**

Inizio Prova m : 0.000      Diametro foro cm: 10.100

Prf [m]	Lung [m]	Rotazione Vr 140 [rpm]	Coppia Cr 170 [Nm]	Spinta Fs 100 [Kg]	Velocità 600 [m/h]	Press 10 [bar]
0.050	0.060	66	48	6	2	0
0.650	0.050	123	65	7	138	0
1.250	0.050	122	68	32	360	1
1.900	0.050	125	76	11	225	0
2.500	0.050	46	29	7	2	0
3.150	0.050	122	54	1	180	1
3.750	0.050	126	75	7	164	0
4.400	0.050	125	57	4	180	3
5.000	0.050	130	61	4	200	3
5.650	0.050	126	52	3	47	2
6.250	0.050	128	54	3	37	2
6.900	0.050	120	77	5	113	2
7.500	0.050	129	84	4	164	2
8.150	0.050	131	65	3	129	2
8.750	0.050	120	71	4	100	1
9.400	0.050	129	54	1	90	1
10.000	0.050	130	104	5	164	2
10.650	0.050	124	93	7	32	1
11.250	0.050	25	14	3	1	1
11.900	0.050	126	83	6	113	1
12.500	0.050	125	84	6	106	2
13.150	0.050	127	89	8	164	2
13.750	0.050	121	125	9	100	2
14.400	0.050	128	69	2	150	2
15.000	0.050	119	92	12	90	2
15.600	0.050	123	93	10	18	2
16.250	0.050	126	110	12	82	2
16.850	0.050	128	76	4	69	2
17.500	0.050	133	54	0	180	2
18.100	0.050	126	47	0	138	2
18.750	0.050	125	84	5	106	2
19.350	0.050	114	94	7	106	2
20.000	0.050	129	79	2	90	2
20.600	0.050	125	105	27	129	2
21.250	0.050	121	81	7	22	2
21.850	0.050	126	96	8	120	2
22.500	0.050	130	50	0	8	3
23.100	0.050	118	71	3	72	3
23.750	0.050	125	93	11	86	3
24.350	0.050	126	83	5	50	3
25.000	0.050	132	63	1	51	3
25.600	0.050	126	98	5	90	4
26.250	0.050	123	78	4	120	5
26.850	0.050	125	90	9	129	5
27.500	0.050	123	83	94	9	2
28.100	0.050	117	95	14	20	2
28.750	0.050	114	101	38	95	3
29.350	0.050	119	99	36	95	3
30.000	0.050	127	79	3	129	4

Operatore:

La direzione:



# PROVA SISMICA DOWN-HOLE



Committente:	ARGO scarl
Località	Prolungamento Linea 1 - Metropolitana Torino
Inizio letture dal p.c.	1,00 (m)
Passo letture	1,00 (m)
Distanza battuta	3,20 (m)
Data esecuzione	Aprile 2012

Prova n° **DH-SDI-1**

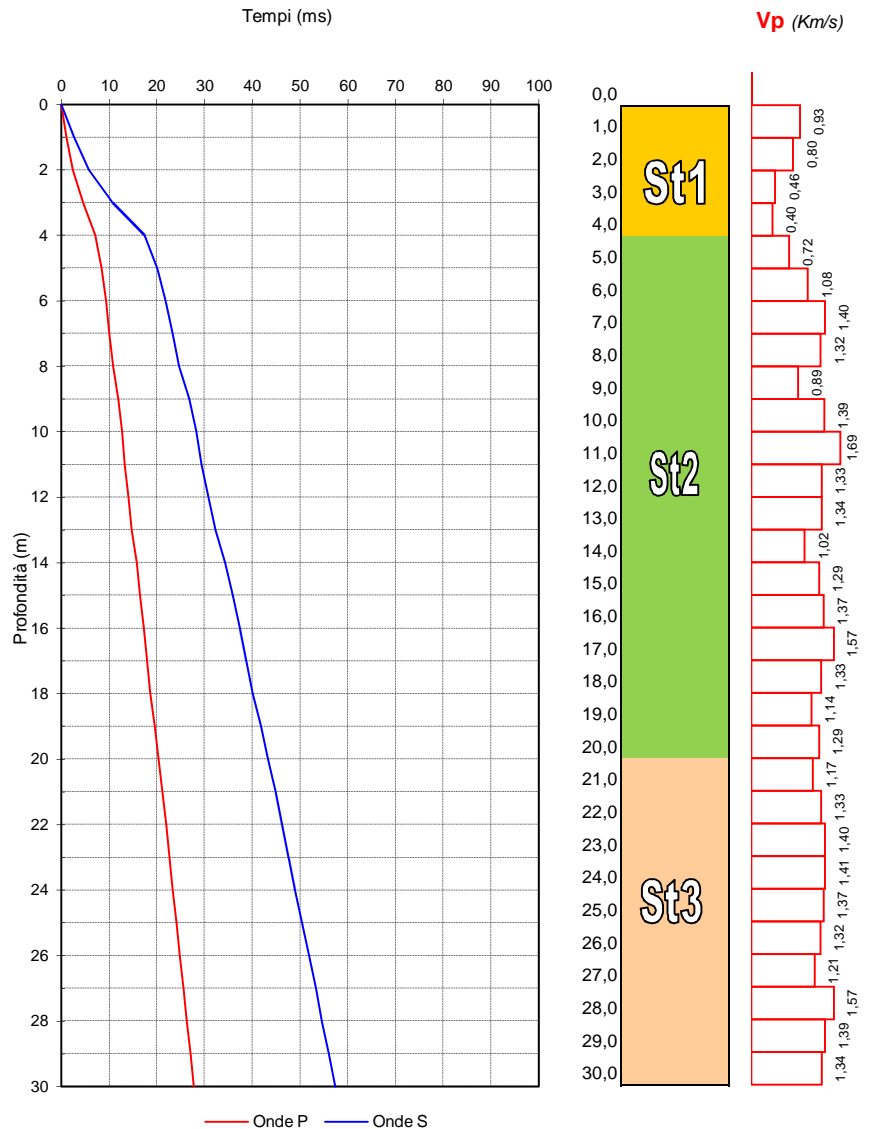
## Dati Sperimentali

## Dromocrone

## Sismostratigrafia

Profondità misure dal p.c. m	Tempi Onde P Sperimentali ms	Tempi Onde P Corretti ms	Tempi Onde S Sperimentali ms	Tempi Onde S Corretti ms
---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------

0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0	3,61	1,08	8,84	2,64
2,0	4,40	2,33	10,78	5,71
3,0	6,62	4,53	15,65	10,70
4,0	9,01	7,04	22,35	17,46
5,0	10,00	8,42	23,86	20,10
6,0	10,60	9,35	24,79	21,87
7,0	11,07	10,07	25,55	23,23
8,0	11,66	10,83	26,58	24,68
9,0	12,68	11,95	28,42	26,78
10,0	13,30	12,67	29,65	28,24
11,0	13,81	13,26	30,59	29,37
12,0	14,50	14,01	31,85	30,77
13,0	15,20	14,76	33,26	32,29
14,0	16,15	15,74	35,18	34,29
15,0	16,89	16,52	36,67	35,87
16,0	17,59	17,25	38,09	37,35
17,0	18,20	17,89	39,36	38,68
18,0	18,93	18,64	40,74	40,11
19,0	19,79	19,52	42,34	41,75
20,0	20,55	20,29	43,78	43,23
21,0	21,39	21,15	45,38	44,86
22,0	22,13	21,90	46,75	46,27
23,0	22,83	22,61	48,06	47,60
24,0	23,53	23,32	49,42	48,98
25,0	24,25	24,05	50,76	50,35
26,0	25,00	24,81	52,22	51,83
27,0	25,82	25,64	53,75	53,37
28,0	26,45	26,28	54,97	54,61
29,0	27,16	27,00	56,32	55,98
30,0	27,90	27,74	57,73	57,40

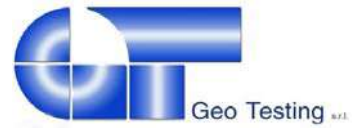


## Parametri Medi Strati Sismici

Strato n°	Profondità da m a m	Spessore m	$\gamma$ gr/cm <sup>3</sup>	VP m/s	VS m/s	Poisson v	Bulk kg/cm <sup>2</sup>	Young kg/cm <sup>2</sup>	Shear kg/cm <sup>2</sup>
St1	0,00 5,00	4,00	1,90	645	263	0,40	6266	3757	1342
St2	5,00 20,00	15,00	2,66	1343	689	0,34	31790	33998	12861
St3	20,00 30,00	10,00	2,70	1350	709	0,31	31714	36265	13848

**VS<sub>30</sub> = 587,37 m/sec**

# PROVA SISMICA DOWN-HOLE



Committente:	ARGO scarl
Località	Prolungamento Linea 1 - Metropolitana Torino
Inizio letture dal p.c.	1,00 (m)
Passo letture	1,00 (m)
Distanza battuta	3,20 (m)
Data esecuzione	Aprile 2012

Prova n° **DH-SDI-1**



# Prove eseguite sul Sondaggio



Sondaggio n°

**SDI2**

Committente	ARGO S.c. a r.l.
Verbale Accettazione n.	081/2012
Cantiere	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi
Data :	23/04/2012

SPT 1	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 7	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 2	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 8	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 3	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 9	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 4	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 10	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 5	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 11	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

SPT 6	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	N/15

SPT 12	P.A.	P.C.
Tipo di suolo		
da m	a m	

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

TEST LEFRANC LF1		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

TEST MENARD PRS1		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

TEST LEFRANC LF2		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

TEST MENARD PRS1		
Tipo di suolo		
Note:	da m	a m

CAMPIONE N°		DIST	IND
Tipo di suolo			
Note:	da m	a m	

Macchina Perforatrice Utilizzata

**MK 420**

MK 600

Profondità Sondaggio m **30**

Metodo perforazione **CD**

Totale Cassette

Profondità Rivestimento m **30**

Coord. Sondaggio

Quota Sondaggio

Prof. tubo piezom.

Prof. filtri da m a m

Livello falda/data

Prof. tubo sismica **30**

Diam. tubo **3"**

Diagrafia m **30**

Note



## Fotografie del Sondaggio

Committente	ARGO S.c. a r.l.
Verbale Accettazione n.	081/2012
Cantiere	Metropolitana automatica di Torino - Tratta Lingotto-Bengasi
Data :	23/04/2012



Sondaggio n°

**SDI2**







Geo Testing s.r.l.

### Parametri di Perforazione

Cantiere: **METRO TORINO**  
Sonda: **CMV MK420**

Commessa: **81/12**  
Sondaggio: **SDI2**

Inizio Prova m : 0.000      Diametro foro cm: 10.100

Prf [m]	Lung [m]	Rotazione Vr 170 [rpm]	Coppia Cr 140 [Nm]	Spinta Fs 70 [Kg]	Velocità 600 [m/h]	Press 10 [bar]
0.050	0.060	96	66	5	3	0
0.650	0.050	125	67	5	120	0
1.250	0.050	86	119	15	11	0
1.900	0.050	121	92	30	200	0
2.500	0.050	142	76	6	200	0
3.150	0.050	126	61	2	113	1
3.750	0.050	130	80	5	200	1
4.400	0.050	139	96	17	600	1
5.000	0.050	145	53	3	200	2
5.650	0.050	92	48	0	138	2
6.250	0.050	142	48	1	150	3
6.900	0.050	136	83	6	95	2
7.500	0.050	132	77	5	164	2
8.150	0.050	154	73	12	28	2
8.750	0.050	149	62	2	100	1
9.400	0.050	152	60	1	106	2
10.000	0.050	165	62	1	120	2
10.650	0.050	149	79	4	95	1
11.250	0.050	140	73	1	100	1
11.900	0.050	151	75	3	113	1
12.500	0.050	125	87	4	120	1
13.150	0.050	125	82	4	106	3
13.750	0.050	126	107	5	100	3
14.400	0.050	103	39	1	0	1
15.000	0.050	120	67	4	58	1
15.600	0.050	127	73	43	5	1
16.250	0.050	113	124	24	32	0
16.850	0.050	119	128	30	106	1
17.500	0.050	113	89	7	90	2
18.100	0.050	132	67	30	55	2
18.750	0.050	119	112	34	106	2
19.350	0.050	105	84	5	120	2
20.000	0.050	138	84	6	164	2
20.600	0.050	108	70	4	120	2
21.250	0.050	120	99	3	55	1
21.850	0.050	120	81	12	86	2
22.500	0.050	112	121	10	75	2
23.100	0.050	107	73	1	120	2
23.750	0.050	126	99	12	95	1
24.350	0.050	126	86	9	75	3
25.000	0.050	116	87	14	20	2
25.600	0.050	111	83	2	106	2
26.250	0.050	114	102	26	13	1
26.850	0.050	102	134	11	95	2
27.500	0.050	105	118	20	100	2
28.100	0.050	116	109	5	120	2
28.750	0.050	105	98	3	138	2
29.350	0.050	111	52	0	138	2
30.000	0.050	124	80	9	164	2

Operatore:

La direzione:

# PROVA SISMICA DOWN-HOLE



Committente:	ARGO scarl
Località	Prolungamento Linea 1 - Metropolitana Torino
Inizio letture dal p.c.	1,00 (m)
Passo letture	1,00 (m)
Distanza battuta	3,30 (m)
Data esecuzione	Aprile 2012

Prova n° **DH-SDI-2**

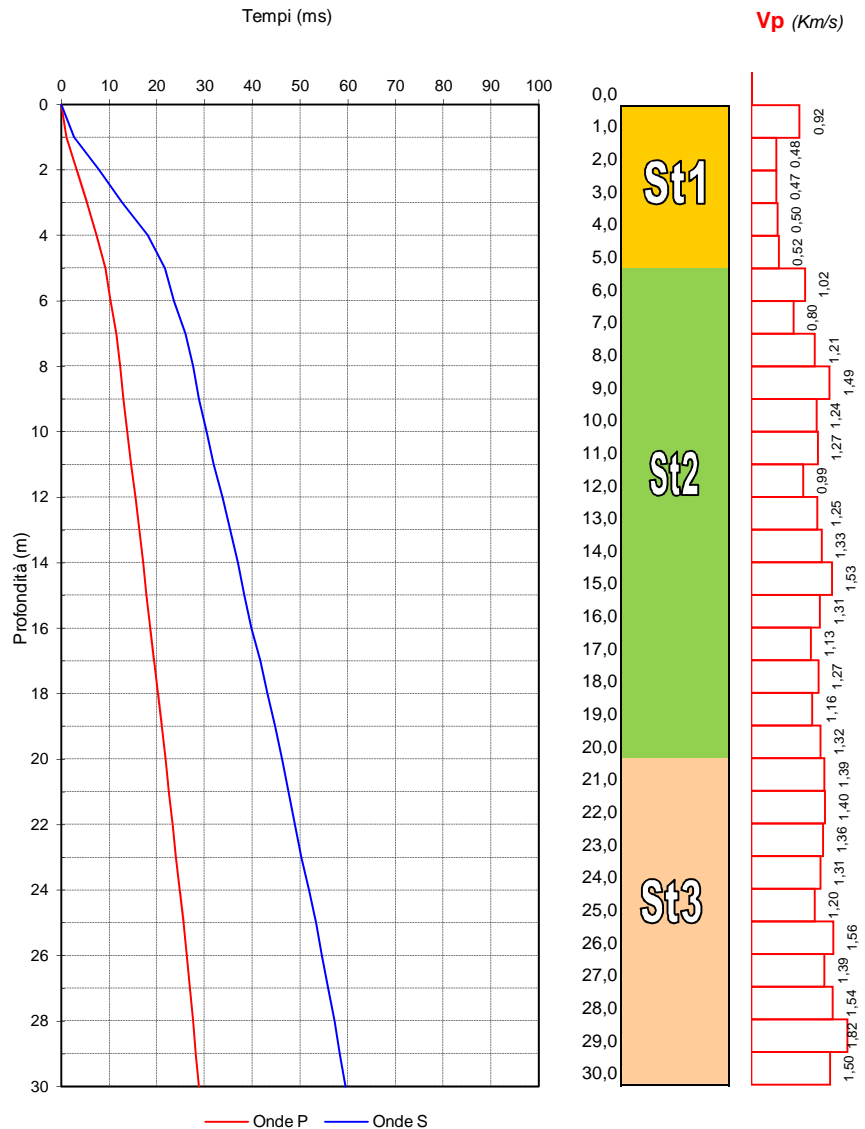
## Dati Sperimentali

## Dromocrone

## Sismostratigrafia

Profondità misure dal p.c. m	Tempi Onde P Sperimentali ms	Tempi Onde P Corretti ms	Tempi Onde S Sperimentali ms	Tempi Onde S Corretti ms
---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------

0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0	3,76	1,09	9,21	2,67
2,0	6,15	3,19	15,06	7,81
3,0	7,90	5,31	18,79	12,64
4,0	9,49	7,32	23,39	18,04
5,0	11,07	9,24	26,00	21,70
6,0	11,66	10,22	26,89	23,56
7,0	12,68	11,47	28,69	25,95
8,0	13,30	12,30	29,77	27,52
9,0	13,81	12,97	30,65	28,78
10,0	14,50	13,77	32,02	30,41
11,0	15,20	14,56	33,32	31,92
12,0	16,15	15,57	35,07	33,81
13,0	16,89	16,37	36,56	35,43
14,0	17,59	17,12	37,97	36,96
15,0	18,20	17,77	39,20	38,28
16,0	18,93	18,54	40,68	39,84
17,0	19,79	19,43	42,46	41,69
18,0	20,55	20,21	43,90	43,18
19,0	21,39	21,07	45,47	44,79
20,0	22,13	21,83	46,87	46,24
21,0	22,83	22,55	48,20	47,61
22,0	23,53	23,27	49,50	48,95
23,0	24,25	24,00	50,84	50,33
24,0	25,00	24,77	52,30	51,81
25,0	25,82	25,60	53,83	53,36
26,0	26,45	26,24	55,05	54,61
27,0	27,16	26,96	56,37	55,96
28,0	27,80	27,61	57,62	57,22
29,0	28,34	28,16	58,64	58,27
30,0	29,00	28,83	59,90	59,54



## Parametri Medi Strati Sismici

Strato n°	Profondità da m a m	Spessore m	$\gamma$ gr/cm <sup>3</sup>	VP m/s	VS m/s	Poisson v	Bulk kg/cm <sup>2</sup>	Young kg/cm <sup>2</sup>	Shear kg/cm <sup>2</sup>
St1	0,00	5,00	4,00	721	309	0,48	7607	5121	1845
St2	5,00	20,00	2,66	1221	625	0,32	26294	28052	10608
St3	20,00	30,00	2,70	1447	760	0,31	36423	41629	15895

**VS<sub>30</sub> = 598,79 m/sec**

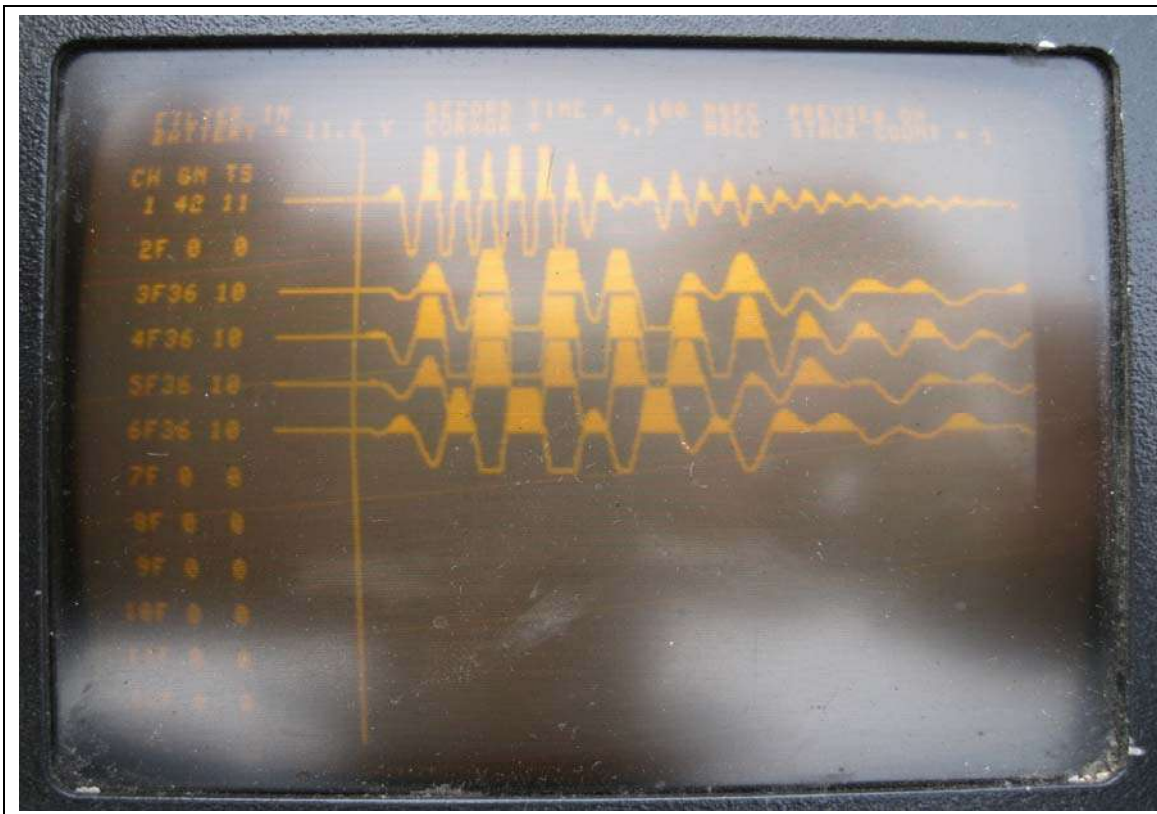
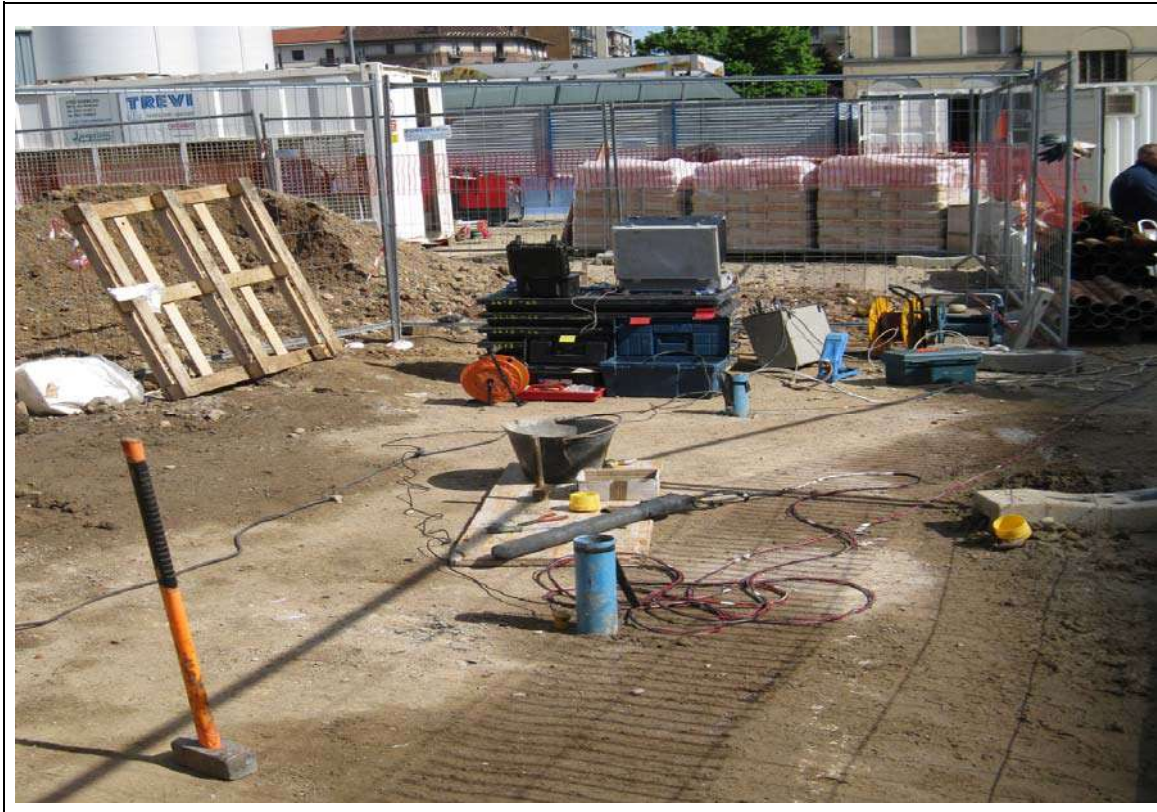


# PROVA SISMICA DOWN-HOLE



Committente:	ARGO scarl
Località	Prolungamento Linea 1 - Metropolitana Torino
Inizio letture dal p.c.	1,00 (m)
Passo letture	1,00 (m)
Distanza battuta	3,30 (m)
Data esecuzione	Aprile 2012

Prova n° **DH-SDI-2**





**Centro Servizi Ecologici**  
 Ente Bonifiche Ambientali  
 Via Acqui 86, Cascine Vica - Rivoli (TO)

Sito: Linea 1 Metropolitana di Torino  
 Cliente: ARGO s.c.a.r.l.

Sondaggio: **PI - 5**

data inizio: 15/05/12

data fine: 16/05/12

diametro perforazione (mm): 131

diametro rivestimento (mm): 152

sistema di perforazione: carotaggio continuo

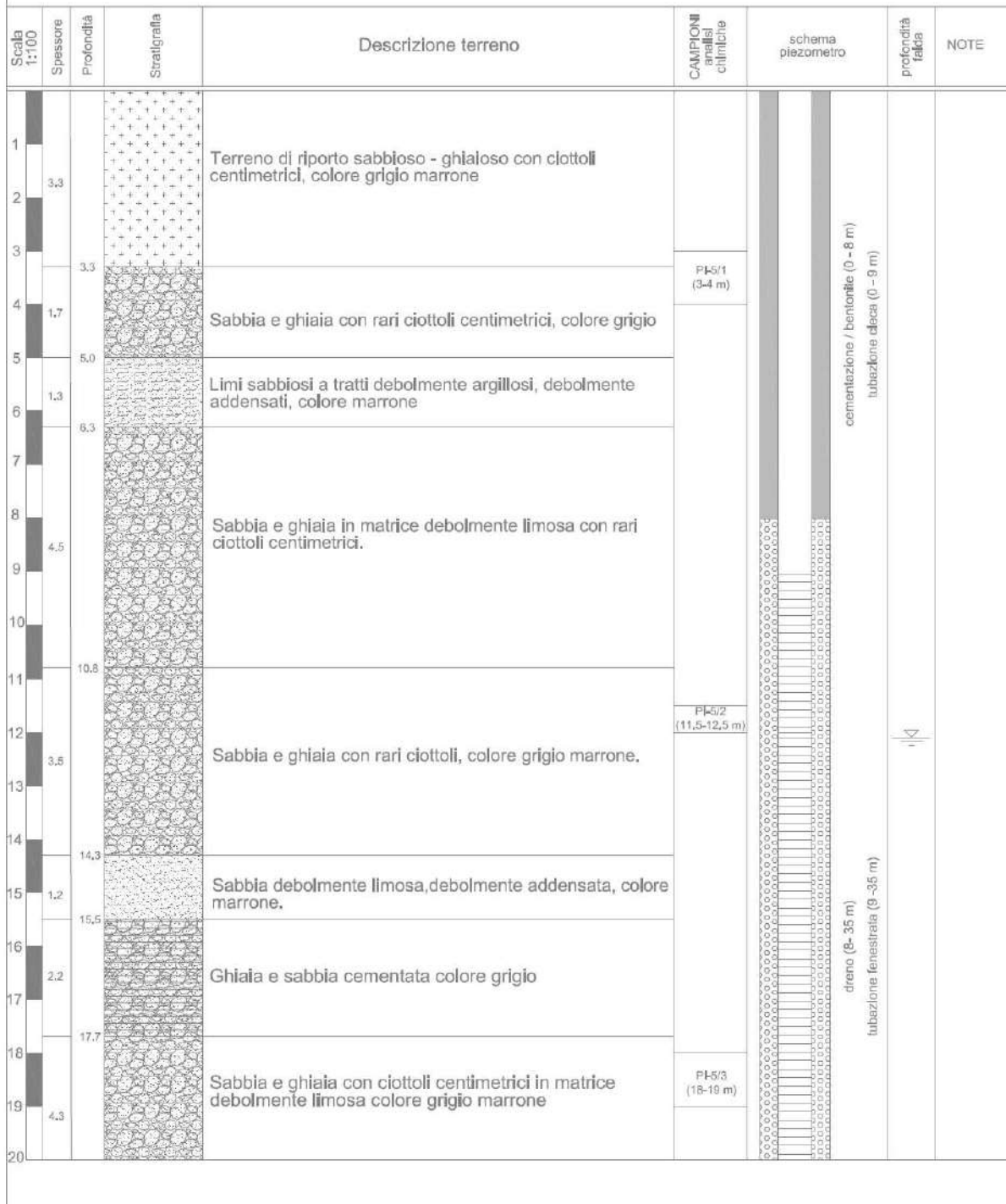
profondità sondaggio (m): 35

Ditta esecutrice: CARSICO s.r.l.

Tecnico di campo: Castelli Stefano

N° cassette catalogatrici: 7

foglio N°: 1 di 2





**Centro Servizi Ecologici**  
 Ente Bonifiche Ambientali  
 Via Acqui 86, Cascine Vica - Rivoli (TO)

Sito: Linea 1 Metropolitana di Torino  
 Cliente: ARGO s.c.a.r.l.

diametro perforazione (mm): 131  
 diametro rivestimento (mm): 152  
 sistema di perforazione: carotaggio continuo  
 profondità sondaggio (m): 35

Ditta esecutrice: CARSICO s.r.l.  
 Tecnico di campo: Castelli Stefano  
 N° cassette catalogatrici: 7  
 foglio N°: 2 di 2

Sondaggio: **PI - 5**  
 data inizio: 15/05/12  
 data fine: 16/05/12

Scala 1:100	Spessore	Profondità	Stratigrafia	Descrizione terreno	CAMPIONI analisi chimiche	schema plezometro	profondità falda	NOTE
20								
21								
22	0,6	22,0		Ghiaia e sabbia cementata colore grigio				
23	1,4	22,6		Ghiaia sciolta, colore marrone				
24		24,0			PI-5/4 (24-25 m)			
25								
26	6,1			Sabbia e ghiaia in matrice limosa con rari ciottoli, colore marrone (24,80-25,10: livello di circa 30 cm di sabbia debolmente limosa colore giallastro)				
27								
28								
29								
30		30,1			PI-5/5 (29-30 m)			
31								
32								
33	4,1			Sabbia e ghiaia in matrice limosa con rari ciottoli e livelli centimetrici di ghiaia cementata, colore grigio.				
34								
35		35,0		FINE SONDAGGIO				
36								
37								
38								
39								
40								





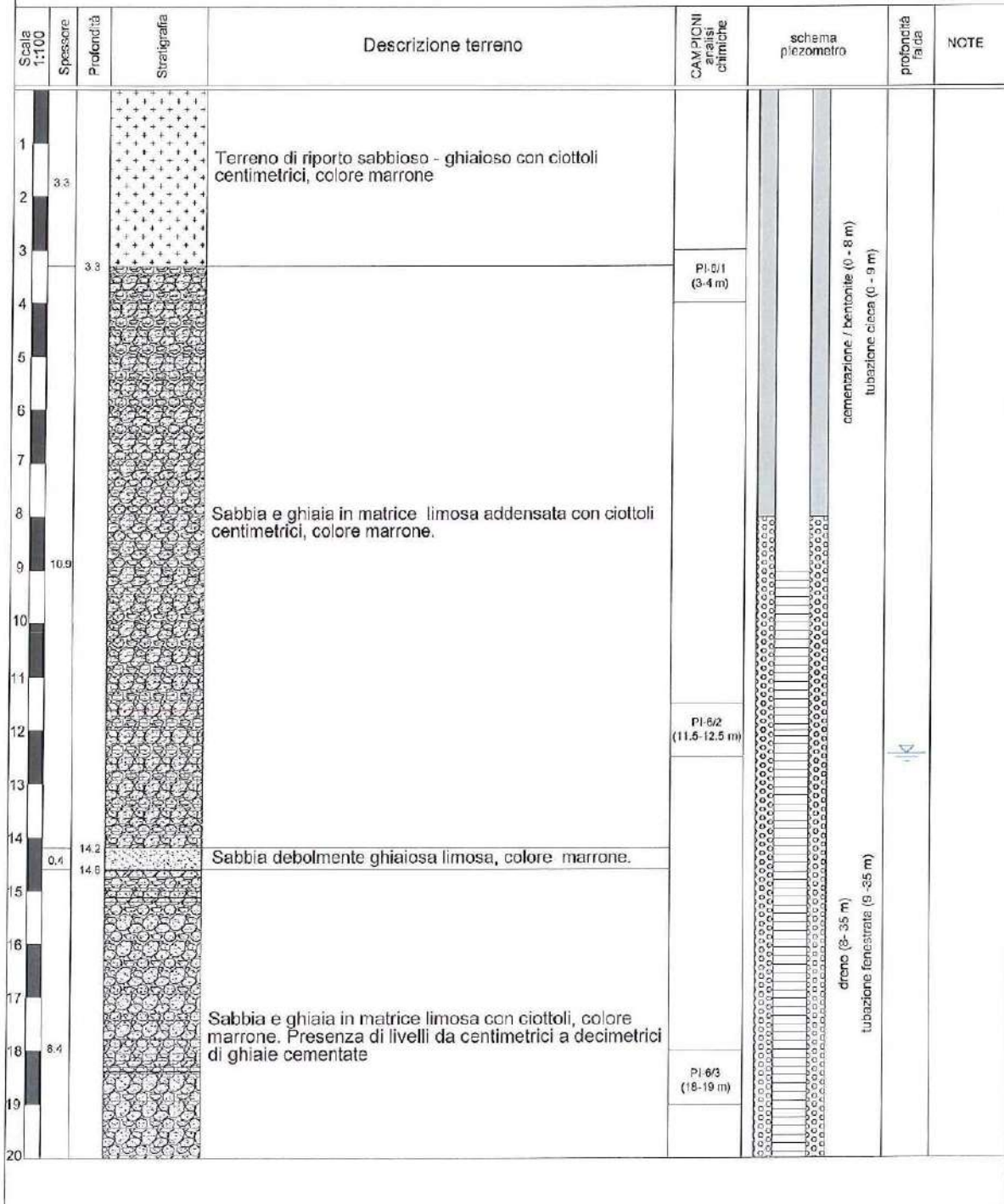
**Centro Servizi Ecologici**  
Ente Bonifiche Ambientali  
Via Acqui 86, Cascine Vica - Rivoli (TO)

Sito: Linea 1 Metropolitana di Torino  
Cliente: ARGO s.c.a.r.l.

Sondaggio: **PI - 6**  
data inizio: 16/05/12  
data fine: 17/05/12

diámetro perforazione (mm): 131  
diámetro rivestimento (mm): 152  
sistema di perforazione: carotaggio continuo  
profondità sondaggio (m): 35

Ditta esecutrice: CARSICO s.r.l.  
Tecnico di campo: Castelli/Ing. Abrate  
N° cassette catalogatrici: 7  
foglio N°: 1 di 2





**Centro Servizi Ecologici**  
Ente Bonifiche Ambientali  
Via Acqui 86, Cascine Vica - Rivoli (TO)

Sito: Linea 1 Metropolitana di Torino  
Cliente: ARGO s.c.a.r.l.

diametro perforazione (mm): 131  
diametro rivestimento (mm): 152  
sistema di perforazione: carotaggio continuo  
profondità sondaggio (m): 35

Ditta esecutrice: CARSICO s.r.l.  
Tecnico di campo: Castellini Ing. Abrate  
N° cassette catalogatrici: 7  
foglio N°: 2 di 2

Sondaggio: **PI - 6**  
data inizio: 16/05/12  
data fine: 17/05/12

Scala 1:100	Spessore	Profondità	Stratigrafia	Descrizione terreno	CAMPIONI analisi chimiche	schema piezometro	profondità falda	NOTE
20								
21								
22								
23	0.6	23.0		Limo debolmente sabbioso debolmente addensato, colore marrone ocra	PI-6/4 (22-23 m)			
24		23.6		Ghiaia e sabbia con ciottoli centimetrici, debolmente limosa, debolmente addensata, colore marrone				
25	2.4							
26		26.0						
27				Sabbia ghiaiosa con ciottoli centimetrici, debolmente limosa, debolmente addensata, colore marrone				
28		3.5						
29		20.5			PI-6/5 (29-30 m)			
30	1.0			Ghiaia e sabbia sciolta con rari ciottoli centimetrici di colore marrone				
31		30.5						
32	1.7			Ghiaia e sabbia sciolta debolmente limosa con rari ciottoli centimetrici di colore grigio				
33		32.2						
34	1.9			Sabbia ghiaiosa con ciottoli centimetrici, debolmente limoso/argilloso di colore grigio				
35		34.1						
36	0.9			Limo sabbioso debolmente argilloso di colore grigio				
37		35.0						
38				FINE SONDAGGIO				
39								
40								





**PI-5**









Campagna indagini ambientali

Via Nizza - Torino



Campagna indagini ambientali

Via Nizza - Torino







**PI-6**





Campagna indagini ambientali

Via Nizza - Torino





Campagna indagini ambientali

Via Nizza - Torino







## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45,017859  
longitudine: 7,662168  
Classe: 3  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 14014	Lat: 44,9914	Lon: 7,6236	Distanza: 4219,337
Sito 2	ID: 14015	Lat: 44,9949	Lon: 7,6941	Distanza: 3583,497
Sito 3	ID: 13793	Lat: 45,0448	Lon: 7,6893	Distanza: 3670,816
Sito 4	ID: 13792	Lat: 45,0413	Lon: 7,6187	Distanza: 4298,130

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 75anni  
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0,029 g  
Fo: 2,575  
Tc\*: 0,194 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0,034 g  
Fo: 2,622  
Tc\*: 0,213 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 712 [anni]  
ag: 0,064 g  
Fo: 2,783  
Tc\*: 0,281 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1462 [anni]  
ag: 0,076 g  
Fo: 2,840  
Tc\*: 0,289 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200  
Cc: 1,530  
St: 1,000  
Kh: 0,007  
Kv: 0,003  
Amax: 0,338  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,500  
St: 1,000  
Kh: 0,008  
Kv: 0,004  
Amax: 0,405  
Beta: 0,200  
SLV:  
Ss: 1,200  
Cc: 1,420  
St: 1,000  
Kh: 0,015  
Kv: 0,008  
Amax: 0,756  
Beta: 0,200  
SLC:  
Ss: 1,200  
Cc: 1,410  
St: 1,000  
Kh: 0,018  
Kv: 0,009  
Amax: 0,894  
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru

Coordinate WGS84  
latitudine: 45.016899  
longitudine: 7.661083