

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:

UO GEOLOGIA



PROGETTO PRELIMINARE

INTERVENTI UPGRADING DELLA RETE VIAGGIATORI – MI  
NUOVO PRG DELLA STAZIONE DI MILANO LAMBRATE

Esiti indagini e prove in situ

SCALA :

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC.

PROGR. REV.

NM02 00 R 69 RH GE0001 001 A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA		marzo '14	Riggi <i>[Signature]</i>	marzo '14	Borelli <i>[Signature]</i>	marzo '14		

ITALFERR S.p.A.  
Dott. Geologo FRANCESCO MARCHESI  
Resp. UO GEOLOGIA  
Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

File :

Stampato dal Service  
di plottaggio ITALFERR S.p.A.  
ALBA SMI

n. Elab. :





REGIONE LOMBARDIA  
STAZIONE DI MILANO LAMBRATE  
NUOVO PRG

Esecuzione di n. 4 sondaggi geognostici con prove in foro, prelievo di campioni e installazione di strumentazione in foro, per la progettazione preliminare del nuovo PRG della Stazione di Milano Lambrate

*Rapporto certificativo delle indagini geognostiche*

---

*Febbraio 2014*

---

INDICE CERTIFICATI

14002/01 Rilievo stratigrafico di perforazione PNNM02R04 .....	
14002/02 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio PNNM02R04 .....	
14002/03 Prova di permeabilità Lefranc sondaggio PNNM02R04 .....	
14002/04 Rilievo stratigrafico di perforazione SCNM02R03 .....	
14002/05 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio SCNM02R03 .....	
14002/06 Prova di permeabilità Lefranc sondaggio SCNM02R03 .....	
14002/07 Rilievo stratigrafico di perforazione PNNM02B02 .....	
14002/08 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio PNNM02B02 .....	
14002/09 Prova di permeabilità Lefranc sondaggio PNNM02B02 .....	
14002/10 Rilievo stratigrafico di perforazione SCNM02B01 .....	
14002/11 Prove penetrometriche dinamiche SPT sondaggio SCNM02B01 .....	
14002/12 Prova di permeabilità Lefranc sondaggio SCNM02B01 .....	
14002/13 Campioni indisturbati sondaggio PNNM02B02 .....	





## INDAGINI GEOGNOSTICHE

Committente: ITALFERR Spa

Commessa: 14002

Cantiere: Stazione di Milano Lambrate – Nuovo PRG

Tra il 13/01/14 e il 21/02/2014 sono stati realizzati n.4 sondaggi a carotaggio continuo in Comune di Lambrate (MI). (Vedi corografia e Tavv.01-02).

In particolare, si tratta dei sondaggi:

- PNNM02R04: profondo 30 m, attrezzato con piezometro a tubo aperto in PVC di diametro 3" con finestratura da 3 m da p.c. fino a fondo foro, per il rilievo della falda intercettata;
- SCNM02R03: profondo 30 m, ritombato al termine della perforazione;
- PNNM02B02: profondo 30 m, attrezzato con piezometro a tubo aperto in PVC di diametro 3" con finestratura da 15 m da p.c. fino a fondo foro, per il rilievo della falda intercettata;
- SCNM02B01: profondo 30 m, ritombato al termine della perforazione.

La terebrazione dei sondaggi PNNM02R04 e SCNM02R03 è stata eseguita impiegando una sonda COMACCHIO MC T450P montata su autocarro gommato Unimog, di cui nella tabella allegata a seguire vengono presentate le principali caratteristiche.



*Particolare fotografico della sonda utilizzata*

<b>SONDA PERFORATRICE IDRAULICA</b>		
<b>Modello: COMACCHIO – MC T450 P su autocarro Unimog – U2150</b>		
Coppia max.	kgm	1100
Velocità di rotazione	rpm	20÷550
Spinta	kg	4500
Tiro	kg	6500
Velocità rapida risalita	m/min	22
Velocità rapida discesa (min.-max.)	m/min	32
Tiro max. argano	kg	2000
Motore JOHN DEERE	KW	86
	C.C.	4500
	C.V.	115
<i>Dimensioni</i>		
Lunghezza	m	7.65
Larghezza	m	2.45
Altezza (in movimento)	m	3.50
Altezza (in fase lavorativa)	m	7.70
Peso	kg	12100
<b>Pompa a pistoni Triplex 200 per fanghi</b>		
Portata max.	l/min	200
Pressione max. esercizio	bar	45

La terebrazione dei sondaggi PNNM02B02 e SCNM02B01 è stata eseguita impiegando una sonda idraulica Geomarc G600 montata su carro cingolato, di cui nella tabella a seguire vengono presentate le principali caratteristiche:



*Particolare fotografico della sonda utilizzata*



<b>SONDA PERFORATRICE IDRAULICA</b>		
Modello:	<b>GEOMARC – GM 600 C Matricola 11/2005</b>	
Coppia max.	kgm	600
Velocità di rotazione	rpm	75-550
Spinta	kg	2600
Tiro	kg	2000
Velocità rapida risalita	m/min	22
Velocità rapida discesa (min.-max.)	m/min	32
Tiro max. argano	kg	2000
Motore diesel Deutz	KW	56
<i>Dimensioni</i>		
<i>Lunghezza</i>	m	5.60
<i>Larghezza</i>	m	2.00
<i>Altezza</i>	m	2.20
<i>Peso</i>	kg	6230
<b>Pompa a pistoni Triplex 200 per fanghi</b>		
Portata max.	l/min	200
Pressione max. esercizio	bar	40

## METODOLOGIA DI PERFORAZIONE

### Carotaggio continuo

La perforazione di tutti i sondaggi è stata condotta con rotazione a carotaggio continuo del terreno attraversato utilizzando carotieri semplici di diametro 101 mm e 131 mm e di diametro 101 mm T6 con corona diamantata, tali da rendere minimo il disturbo dei materiali attraversati e da consentire il prelievo dei campioni rappresentativi (carote).

La perforazione di carotaggio per il recupero dei campioni realizzata con carotiere semplice, è stata eseguita, compatibilmente con la natura dei terreni attraversati, senza l'uso di fluido di circolazione (carotaggio a secco).

## RIVESTIMENTO

La natura del terreno e la finalità dell'intervento hanno determinato la necessità di rivestire i fori per il sostegno delle pareti: a tal scopo sono stati impiegati rivestimenti provvisori consistenti in





tubi di acciaio speciale filettati, della lunghezza di 1.5 m e del diametro di 127 mm e 152 mm alla profondità indicata in stratigrafia.

Durante le operazioni di posa del rivestimento provvisorio si è reso necessario l'impiego di fluidi di perforazione per il raffreddamento del tagliente (scarpa) e l'asportazione del detrito: a tale scopo si è impiegata circolazione diretta di acqua chiara.

## PRELIEVO CAMPIONI

### Campioni rimaneggiati

Al termine della terebrazione, dalle carote dei sondaggi eseguiti sono stati prelevati complessivamente n.40 campioni rimaneggiati di terreno (n.10 per ogni foro).

### Campioni indisturbati

Durante la terebrazione del sondaggio PNNM02B02 sono stati prelevati n° 2 campioni indisturbati di terreno alla quota riportata in stratigrafia.

## PROVE GEOTECNICHE IN FORO

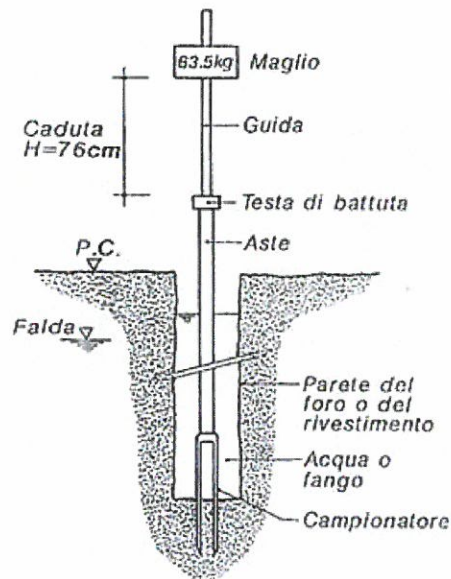
### PROVE S.P.T.

In ciascun foro di sondaggio sono state eseguite n.10 prove S.P.T. ("Standard Penetration Test"), alle profondità indicate in stratigrafia, per un totale di 40.

La prova è di tipo discontinuo e viene eseguita nel corso della perforazione a carotaggio continuo, interrompendo l'avanzamento del sondaggio a intervalli regolari o prestabiliti; essa consente di ottenere dati sulla consistenza e sul grado di addensamento dei terreni attraversati.

Le prove S.P.T. si effettuano tramite l'infissione, a partire dal fondo foro raggiunto, di un campionatore a parete grossa tipo Raymond (diam. 51 mm, lunghezza utile 562 mm), collegato alla sonda da una batteria di aste di dimensioni standardizzate (diam. 51 mm, peso 7.5 kg/m), per mezzo di un'apparecchiatura a percussione del peso standard di 63.5 kg con sganciamento automatico del

maglio (Trip Monkey tipo Pilcon) dall'altezza prefissata di 760 mm. Il dispositivo di sollevamento è fornito dall'argano oleodinamico della sonda perforatrice.



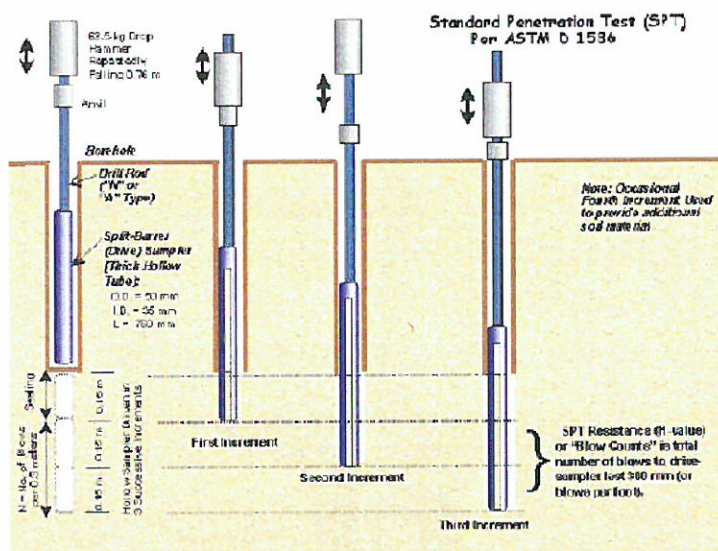
Il campionatore viene fatto penetrare nel terreno per una profondità di 45 cm, a partire dalla quota di fondo foro (eventualmente ripulito tramite apposita manovra), rilevando il numero di colpi (N) necessari per la penetrazione di ciascun intervallo di 15 cm. Il valore di NSPT è ottenuto sommando i colpi necessari per il 2° e 3° tratto.

La prova viene sospesa ogni qualvolta il numero di colpi N, per un tratto di 15 cm, supera il valore di 50, annotando in tal caso il rifiuto alla penetrazione e registrando l'infissione in centimetri ottenuta con 50 colpi.

Nei casi in cui non vi è pericolo di repentino collasso del foro, la prova viene eseguita immediatamente dopo la manovra di carotaggio e prima della manovra di rivestimento, per evitare disturbi al terreno, previa verifica della quota del fondo foro.

Per l'esecuzione delle prove SPT si è utilizzato il campionatore Raymond corredato di una scarpa troncoconica a punta aperta o chiusa a seconda della granulometria riscontrata.

Per l'esecuzione della prova si veda lo schema a seguire:



### PROVE DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC

Durante la terebrazione di ciascun sondaggio è stata eseguita n.1 prova di permeabilità Lefranc a carico variabile, per un totale di 4.

Le prove di permeabilità vengono eseguite per determinare il coefficiente di permeabilità dei terreni indagati, esprimendo la resistenza del mezzo al deflusso dell'acqua che lo attraversa. Essa viene misurata con il coefficiente di permeabilità  $K$ , espresso in m/s, ovvero con il volume di acqua che attraversa con moto laminare una unità di sezione nell'unità di tempo. Il suo valore dipende sia dalle caratteristiche del terreno quali composizione, granulometria, forma dei grani, stato di addensamento ecc, sia da quelle del fluido in movimento quali viscosità, legata alla temperatura, e densità.

In natura la permeabilità è estremamente variabile:  $10^{-9} < K < 1$ , come è possibile osservare nella tabella presentata a seguire.





**Valori orientativi del coefficiente  
di permeabilità (K) nei diversi terreni  
(R. Lancellotta, 1987)**

Tipo di terreno	K (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} \div 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} \div 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} \div 10^{-4}$
Limo	$10^{-8} \div 10^{-6}$
Argilla omogenea al disotto della falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} \div 10^{-4}$

Le prove di permeabilità eseguite in fase di perforazione di un sondaggio per determinare il coefficiente medio di permeabilità prevedono in prima fase la creazione di una adeguata camera di prova di dimensioni note e successivamente la creazione all'interno del foro di un gradiente idraulico mediante immissione o estrazione di acqua, tale per cui si possa misurare la tendenza al ristabilirsi dell'equilibrio idraulico (prove a carico variabile), oppure misurare la portata del flusso mantenendo costante il gradiente (prova a carico costante).

*Prove di permeabilità a carico variabile*

Nelle prove del tipo a carico variabile viene misurata la velocità di riequilibrio del livello dell'acqua nel foro dopo averlo alterato mediante immissione d'acqua nel foro stesso. Il terreno da investigare che si trova nella zona non satura al di sopra della superficie piezometrica, viene preventivamente saturato.

Le misure di assorbimento sono state registrate con l'ausilio di una sonda piezometrica elettrica e di un cronometro Casio.

Nelle tabelle allegate compare il coefficiente medio di permeabilità, calcolato tramite la formula di Lefranc tenendo conto dei valori forniti a ogni intervallo di misura.

Il coefficiente di forma è stato calcolato con le formule di Hvorslev (1951) e Wilkinson (1968) per un filtro cilindrico in terreno uniforme.

## STRUMENTAZIONE GEOTECNICA

### Piezometro a tubo aperto

I perfori PNNM02R04 e PNNM02B02, profondi 30 m, sono stati strumentati con piezometro a tubo aperto per il rilievo della falda freatica.

Lo strumento è costituito in entrambi i casi da un tubo in PVC rigido, di diametro 3", opportunamente fessurato con finestratura continua nella parte in falda da -3 m da p.c. a fondo foro e cieco nel restante tratto per PNNM02R04 e fessurato con finestratura continua nella parte in falda da -15 m da p.c. a fondo foro e cieco nel restante tratto per PNNM02B02.

La tubazione è stata messa in opera nel foro con un rivestimento provvisorio. L'intercapedine foro-tubo è stata riempita con apposito materiale granulare.

La tubazione è stata assemblata ponendo, a partire dal fondo foro:

- un fondello cieco munito di tappo di fondo;
- la parte microfessurata a partire da fondo foro verso il p.c.;
- la parte cieca nel restante tratto, fino a boccaforo con tappo a espansione lucchettato a testa tubo (le chiavi sono a disposizione della Committente).

Su ogni strumento, infine, è stato messo in opera un terminale di protezione carrabile.



*Pozzetto su PNNM02R04*

≈

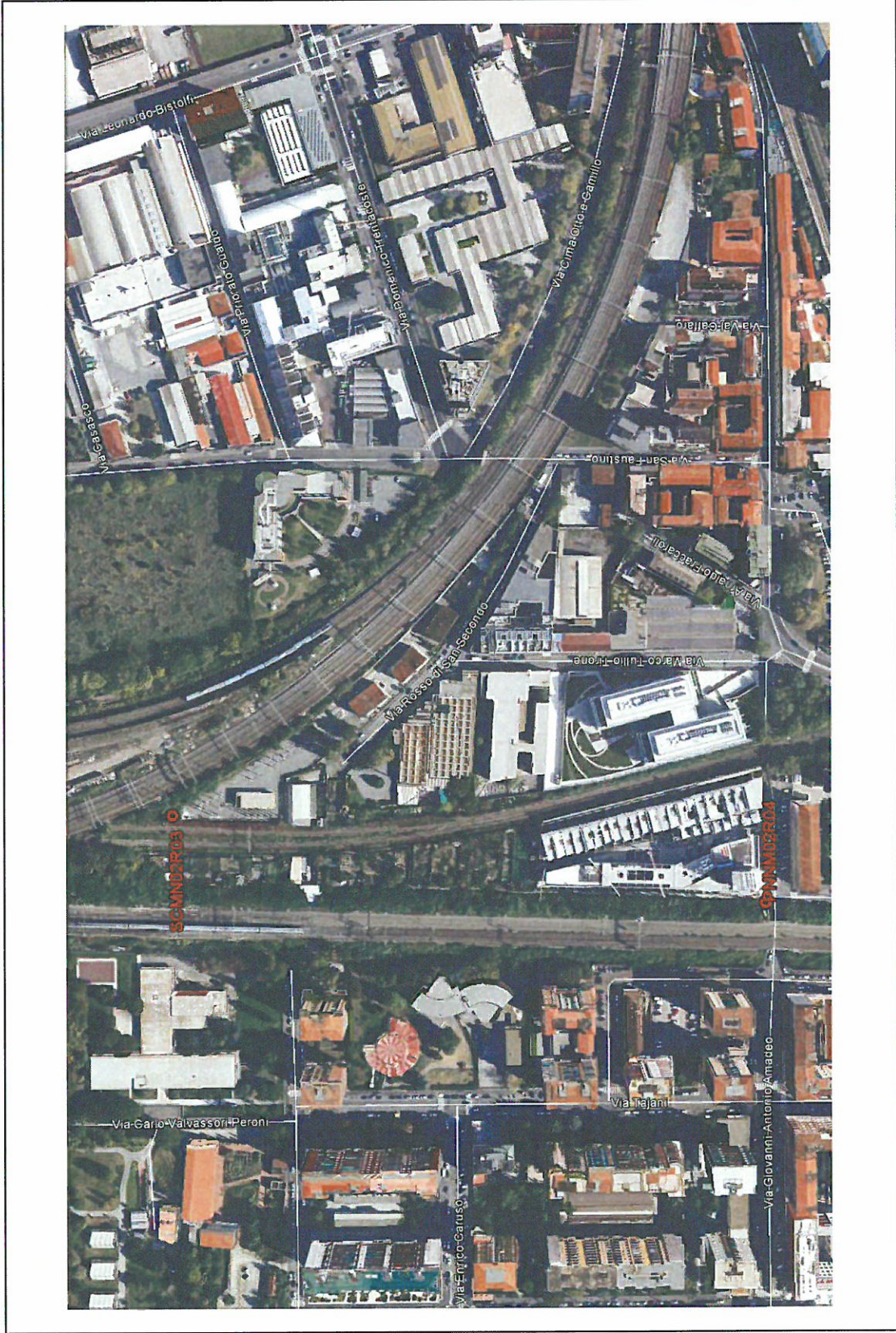
In allegato vengono fornite le stratigrafie dei sondaggi geognostici, i certificati delle prove eseguite e le fotografie delle carote prelevate.







*Stazione di Milano Lambrate – P.P. Nuovo PRG di Stazione - Tav. 01 – Ubicazione sondaggi*







---

# CERTIFICATI

---



 <p>COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI</p> <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 350/01</p>	Mod. 7.5.4 rev. 00	<b>RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE</b>	UNI EN ISO 22475-1:2007 UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004	SONDAGGIO
	Committente	ITALFERR S.p.A.		<b>P..02R04</b>
	Cantiere	Indagine geognostica propedeutica alla progettazione del nuovo PRG della Stazione di Lambrate.		Pagina 1 di 1
	Località	Milano - Stazione di Milano Lambrate - stradello di servizio.	Commessa n. 14002	Il Direttore del Laboratorio Dr. Geol. Giorgio Sola
Perforazione	inizio: 13/01/2014 fine: 15/01/2014	Sonda: Com. MCT450P Unimog	Lo Sperimentatore Dr. A. Cantù	
Coordinate:	N= 45°28'15.59" E= 9°14'17.87"	Scala 1:100		
Accettazione n. 14002	Certificato n. 14002/1	del 30/01/2014		

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	0.05		Asfalto bituminoso.												
0.05	0.65		Terreno di riporto costituito da clasti e frammenti eterometrici in matrice limoso-debolmente sabbiosa con sporadici frammenti lateritici minuti.		CC 131 S					1.50					
0.70	0.80			Terreno di riporto ghiaioso-sabbioso con rari frammenti lateritici millimetrici.							2-3-3				
1.50	0.20		Limo debolmente sabbioso fine, poco consistente, colore nocciola brunastro.												
1.70	1.30			Ghiaia eterometrica con limo da debolmente sabbioso a sabbioso con la profondità, intensa ossidazione e discreta alterazione, moderatamente addensata colore bruno con screziature ocree d'ossidazione.							4.50				4.50 CR 2 5.00
3.00			Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa a tratti limosa talora abbondante, da discreta a debole ossidazione, moderatamente addensata, colore nocciola.			152 mm									
6.00	3.00			Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) in matrice sabbioso-siltosa a tratti prevalente, da moderatamente addensata ad addensata, colore nocciola.								7.50			
10.40			Ghiaia prevalentemente medio-fine in matrice sabbioso-limosa che talora si concentra in livelli centimetrici, molto addensata, colore nocciola.	8.70											
12.30	1.90			Ghiaia eterometrica e sabbia prevalentemente medio-grossolana debolmente limosa, addensata, colore nocciola.							10.50				10.50 CR 4 11.00
15.00			Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) con sabbia medio-fine a livelli prevalente, debole ossidazione, molto addensata, colore nocciola.				90-100 %								
17.50	2.70			Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) con sabbia medio-fine a livelli prevalente, debole ossidazione, molto addensata, colore nocciola.							13.50				13.50 CR 5 14.00
17.80			Sabbia medio-fine debolmente limosa, addensata, colore nocciola.												
18.60	0.80			Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) in matrice sabbioso-debolmente limosa a tratti prevalente, addensata, colore nocciola.							16.50				16.50 CR 6 17.00
22.50			Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa a tratti limosa talora prevalente, addensata, colore nocciola.												
23.90	3.90			Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa a tratti limosa talora prevalente, addensata, colore nocciola.							20.00				20.00 CR 7 20.50
27.00			Sabbia prevalentemente medio-fine debolmente limosa con sporadici livelli ghiaiosi, addensata, colore nocciola.			127 mm									
29.30	1.40			Ghiaia eterometrica e sabbia debolmente limosa talora abbondante e/o prevalente, da addensata a molto addensata, colore nocciola.							25.00				25.00 CR 8 25.50
30.00			Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) in matrice sabbioso-debolmente limosa a livelli prevalente, molto addensata, colore nocciola.												
	3.10			Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) in matrice sabbioso-debolmente limosa a livelli prevalente, molto addensata, colore nocciola.							27.00				27.00 CR 10 27.50
			Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa, addensata, colore nocciola.												
	2.30			Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa, addensata, colore nocciola.							30.00				29.50 CR 9 30.00
	0.70									24-23-24					

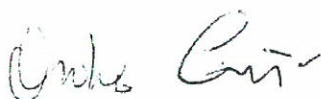
Deposito cassette : Magazzino RFI  
 Il foro di sondaggio è stato attrezzato con tubo piezometrico del tipo "tubo aperto" in PVC del diametro di 3" con tratto fenestrato compreso tra -3.00m e -30.00m dal p.c..

 <p>COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI</p> <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	<b>PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE</b> <b>SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)</b>		<b>SONDAGGIO</b> <b>n.</b> <b>PNNM02R04</b>
	Mod. 7.5.13 rev. 01 Committente: <u>ITALFERR Spa</u> Cantiere: <u>Indagine propedeutica nuovo PRG della Stazione di Lambrate</u> Località: <u>Stazione di Milano Lambrate – Stradello di servizio</u> Coordinate: <u>N = 45° 28' 15.59"</u> <u>E = 09° 14' 17.87"</u>	Accettazione n. 14002 - Certificato n. 14002/02 del 30/01/2014 - Commessa n. 14002	

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	1.50	2	3	3	
2	4.50	7	10	12	
3	7.50	17	18	19	
4	10.50	21	25	30	
5	13.50	18	22	27	
6	16.50	21	24	30	
7	20.00	23	21	27	
8	25.00	25	26	28	
9	27.00	21	29	31	
10	30.00	24	23	24	
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

**NOTE E OSSERVAZIONI:**

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù



Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola









Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

Mod. 7.5.4 rev. 00

**RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE**

UNI EN ISO 22475-1:2007  
UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004

SONDAGGIO

**S..02R03**

Committente **ITALFERR S.p.A.**

Cantiere **Indagine geognostica propedeutica alla progettazione del nuovo PRG della Stazione di Lambrate.**

Località **Milano - Stazione di Milano Lambrate - sottostazione elettrica.**

Commessa n. 14002

Pagina 1 di 1

Perforazione **inizio: 16/01/2014 fine: 20/01/2014 Sonda: Com. MCT450P Unimog**

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola

Coordinate: **N= 45°28'27.44" E= 9°14'20.42"**

Scala **1:100**

Accettazione n. 14002

Certificato n. 14002/4

del **30/01/2014**

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	0.20		Soletta di cls con lamina superficiale di asfalto bituminoso.		CC										
0.20	3.00		Terreno di riporto limoso-debolmente sabbioso a tratti argilloso con clasti sparsi, talora ciottoli e frammenti lateritici minuti, poco addensato, colore bruno-nocciola.		131 S					3.00					
3.20	3.80		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa talora abbondante e/o prevalente, moderatamente addensata, colore nocciola.							5-5-6				3.00 CR 1	
7.00	1.50		Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) in matrice sabbiosa-debolmente limosa che talora si concentra in livelli centimetrici, debole ossidazione, da moderatamente addensata ad addensata, colore nocciola.			152 mm				6.00				6.00 CR 2	
8.50	2.30		Ghiaia eterometrica con subordinate passate pluricentimetriche medio-grossolane e sabbia debolmente limosa talora abbondante, molto addensata, colore nocciola.	10.00						8-12-11				6.50 CR 2	
10.80	1.20		Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) in matrice sabbiosa-debolmente limosa a livelli prevalente, molto addensata, colore nocciola.		carotaggio continuo 101mm semplice e/o 101 mm T6 diamante					9.00				9.00 CR 3	
12.00	1.60		Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) in matrice sabbiosa-debolmente limosa a livelli prevalente, molto addensata, colore nocciola.							23-27-33				9.50 CR 3	
13.60	0.60		Ghiaia prevalentemente medio-fine con sabbia debolmente limosa, molto addensata, colore nocciola.							12.00				12.00 CR 4	
14.20	0.80		Sabbia medio fine debolmente limosa, molto addensata, colore nocciola.				90-100 %			31-34-40				12.50 CR 4	13.50
15.00	3.40		Ghiaia medio-fine in matrice sabbioso-limosa a livelli prevalente, molto addensata, colore nocciola.							15.00				15.00 CR 5	15.00
18.40	7.50		Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) con sabbia debolmente limosa a tratti limosa che talora si concentra in livelli centimetrici, da molto addensata ad addensata, colore nocciola.			127 mm				27-32-39				15.50 CR 5	
25.90	4.10		Ghiaia eterometrica con subordinate passate pluricentimetriche medio-grossolane con sabbia debolmente limosa a tratti abbondante e/o prevalente, rari ciottoli, da addensata a molto addensata, colore nocciola.							18.00				18.00 CR 6	
30.00			Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) con sabbia debolmente limosa, addensata, colore nocciola.							19-25-27				18.50 CR 6	
										21.00				21.00 CR 7	
										23-26-28				21.50 CR 7	
										24.00				24.00 CR 10	
										21-24-27				24.50 CR 10	
										27.00				27.00 CR 8	
										17-22-23				27.50 CR 8	
										30.00				29.50 CR 9	
										19-24-24				30.00 CR 9	

Deposito cassette : Magazzino RFI  
Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.



 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	<b>PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE</b> <b>SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)</b>		<b>SONDAGGIO</b> <b>n.</b> <b>SCNM02R03</b>
	Mod. 7.5.13 rev. 01 Committente: <u>ITALFERR Spa</u> Cantiere: <u>Indagine propedeutica nuovo PRG della Stazione di Lambrate</u> Località: <u>Stazione di Milano Lambrate – Sottostazione elettrica</u> Coordinate: <u>N = 45° 28' 27.44"</u> <u>E = 09° 14' 20.42"</u>	Accettazione n. 14002 - Certificato n. 14002/05 del 30/01/2014 - Commessa n. 14002	

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	3.00	5	5	6	
2	6.00	8	12	11	
3	9.00	23	27	33	
4	12.00	31	34	40	
5	15.00	27	32	39	
6	18.00	19	25	27	
7	21.00	23	26	28	
8	24.00	21	24	27	
9	27.00	17	22	23	
10	30.00	19	24	24	
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

**NOTE E OSSERVAZIONI:**

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù



Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola





Decreto di autorizzazione  
n. 4965 del 04/06/2010  
per esecuzione e carteggiatura di  
indagine geognostica presso n. 455  
in attuazione dell'art. 29 del D.P.R. n. 309/01

Mod. 7.5.8 rev. 01

**PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO  
PROVA LEFRANC (UNI EN ISO 22282-1/2:2012)**

**PROVA n.**

**PP1**

**Committente:** ITALFERR SPA

**Cantiere:** Indagine propedeutica alla progettazione del nuovo PRG

**Località:** Milano -Stazione di Lambrate-sottostazione elettrica

**Coordinate:** E= 09° 14' 20.42" ; N= 45° 28' 27.44"

eseguita il

17/01/2014

Accettazione n.14002 - Certificato n.14002/06 del 30/01/2014 - Commessa n. 14002

**Sondaggio n. SCNM02R03**

**prova a carico variabile**

tempi [s]	abbassamenti [m] da t.t.	permeabilità [m/s]
60	0,040	1,382E-07
120	0,080	1,387E-07
240	0,150	1,221E-07
480	0,280	1,144E-07
900	0,520	1,230E-07
1800	0,930	1,013E-07
3600	1,780	1,124E-07

**geometria della sezione di prova**

**profondità foro:** 15,00 m

**profondità rivestimento:** 13,50 m

diametro foro: 101 mm

diametro rivestimento: 127 mm

altezza rivestim. oltre p.c.: 0,40 m

durata della prova: 60 min

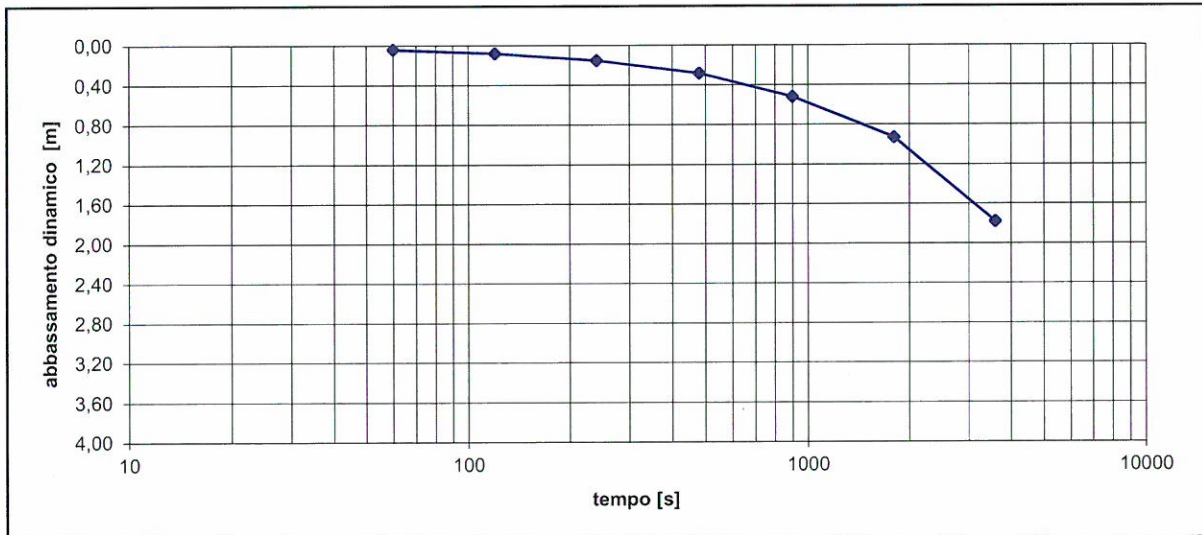
lunghezza camera: 1,50 m

livello statico da p.c.: 10,00 m

carico idraulico iniz.: 10,40 m

**COEFFICIENTE MEDIO DI PERMEABILITA'**

**K = 1,21E-07 m/s**



**Litologia:** Sabbia medio fine limosa con ghiaia medio fine a fondo strato, molto addensata, colore nocciola.










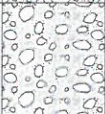
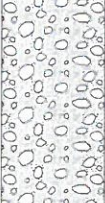

**Note e osservazioni:**

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola



 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	Mod. 7.5.4 rev. 00	<b>RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE</b>	UNI EN ISO 22475-1:2007 UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004	<b>SONDAGGIO</b>
	Committente	ITALFERR S.p.A.		<b>P..02B02</b>
Cantiere	Indagine geognostica propedeutica alla progettazione del nuovo PRG della Stazione di Lambrate.			Pagina 1 di 1
Località	Milano - Stazione di Milano Lambrate - area "Ex - lavaggio"	Commessa n.	14002	Il Direttore del Laboratorio Dr. Geol. Giorgio Sola 
Perforazione	inizio: 14/02/2014 fine: 18/02/2014 Sonda: Geomarc GM 600	Lo Sperimentatore	Dr. A. Cantù 	
Coordinate:	N= 45°28'30.57" E= 9°14'21.02"	Scala	1:100	
Accettazione n.	14002	Certificato n.	14002/7	del 25/02/2014

profondita' dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	5.00		Terreno di riporto da ghiaioso-sabbioso a sabbioso-limoso con clasti sparsi e subordinati frammenti lateritici, poco addensato, colore bruno-nocciola.		CC 131 S					1.50 4-3-4			1.50 2.00	CR 1	
5.00	3.70		Terreno di riporto ciottoloso-ghiaioso in matrice sabbioso-limoso con subordinati frammenti lateritici e di cls, poco addensato, colore nocciola-grigiastro.			152 mm				4.50 6-7-6			4.50 5.00	CR 2	
8.70	0.60		Terreno di riporto limoso-argilloso con ghiaia sparsa e subordinati frammenti lateritici, poco consistente, colore nocciola.							7.50 10-10-8			7.50 8.00	CR 3	
9.30	0.70									9.30 9.90			9.30 9.90	Cl B	
10.00	1.00		Limo argilloso debolmente sabbioso fine, poco consistente, colore bruno-nocciola.							10.50 7-6-6			10.50 11.00	CR 4	
11.00	1.00		Ghiaia eterometrica in abbondante matrice fine da limoso-debolmente sabbiosa a sabbioso-limoso con la profondita', discreta ossidazione a tratti intensa, poco addensata, colore nocciola-brunastro.							12.10 12.60			12.10 12.60	Cl A	
13.60	1.60		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa talora abbondante, poco addensata, colore grigio-nocciola.				90-100 %			13.50 3-4-8			13.50 14.00	CR 5	
17.00	3.40		Limo debolmente sabbioso fine-argilloso, debolmente organico, poco consistente, colore da nocciola a grigio scuro.							16.50 18-19-20			16.50 17.00	CR 6	
17.60	3.00		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa a livelli prevalente, debole ossidazione ed alterazione a tratti discrete, da poco addensata ad addensata con la profondita', colore nocciola.		carotaggio continuo 101mm semplice e/o 101 mm T6 diamante					20.00 21-24-25			20.00 20.50	CR 7	7.14E-07
20.00	3.00		Ciottoli (diam max 10-15 cm) e ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa a tratti limosa, addensata, colore nocciola.			127 mm				25.00 20-22-26			25.00 25.50	CR 8	
27.00	7.00		Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso-debolmente limosa che talora si concentra in livelli centimetrici, subordinati ciottoli, debole ossidazione a tratti discreta, addensata, colore nocciola.							27.00 19-23-25			27.00 27.50	CR 10	
30.00	3.00		Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli (diam max 10-15 cm) con sabbia debolmente limosa a tratti abbondante, addensata, colore nocciola.							30.00 18-24-24			29.50 30.00	CR 9	

Deposito cassette : Magazzino RFI  
 Il foro di sondaggio è stato attrezzato con tubo piezometrico del tipo "tubo aperto" in PVC del diametro di 3" con tratto fenestrato compreso tra -15.00m e -30.00m dal p.c..  
 Sono stati prelevati N° 2 campioni semidisturbati tra -9.30/-9.80 m e tra -12.10/-12.60 m dal p.c..

 <p>COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI</p> <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 360/01</p>	<b>PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE</b>		<b>SONDAGGIO</b> n. <b>PNNM02B02</b>
	<b>SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)</b>		
	Mod. 7.5.13 rev. 01	Committente: <u>ITALFERR Spa</u>	
	Cantiere: <u>Indagine propedeutica nuovo PRG della Stazione di Lambrate</u>		
	Località: <u>Stazione di Milano Lambrate – Area ex lavaggio</u>		
	Coordinate: <u>N = 45° 28' 30.57"</u> <u>E = 09° 14' 21.02"</u>		
Accettazione n. 14002 - Certificato n. 14002/08 del 25/02/2014 - Commessa n. 14002			

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	1.50	4	3	4	
2	4.50	6	7	6	
3	7.50	10	10	8	
4	10.50	7	6	6	
5	13.50	3	4	8	
6	16.50	18	19	20	
7	20.00	21	24	25	
8	25.00	20	22	26	
9	27.00	19	23	25	
10	30.00	18	24	24	
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

**NOTE E OSSERVAZIONI:**

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù



Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola







 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	<b>PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI</b> (UNI EN ISO 22475-1:2007)		<b>SONDAGGIO</b> n.
	Mod. 7.5.5 rev. 00 Committente: <u>ITALFERR Spa</u> Cantiere: <u>Indagine propedeutica nuovo PRG della Stazione di Lambrate</u> Località: <u>Stazione di Milano Lambrate – Area ex lavaggio</u> Coordinate: <u>N= 45° 28'30.57" ; E = 09° 14'21.02"</u>		<b>PNNM02B02</b>  Eseguito il 14-18/02/2014
Accettazione n. 14002 - Certificato n. 14002/13 del 25/02/2014 - Commessa n. 14002			

*Campionatore impiegato: Shelby diam. 88.9 mm*

Campione n.	Profondità [m da p.c.]		Data prelievo	Note
	da m	a m		
A	12.10	12.60	17/02/2014	
B	9.30	9.80	17/02/2014	

**NOTE E OSSERVAZIONI:**

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù



Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola







Mod. 7.5.4 rev. 00

**RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE**

UNI EN ISO 22475-1:2007  
UNI EN ISO 14688-1:2003 e 14689-1:2004

SONDAGGIO

**S..02B01**

Committente **ITALFERR S.p.A.**

Cantiere **Indagine geognostica propedeutica alla progettazione del nuovo PRG della Stazione di Lambrate.**

Località **Milano - Stazione di Milano Lambrate - area "Ex - lavaggio"**

Commessa n. 14002

Pagina 1 di 1

Perforazione inizio: 19/02/2014 fine: 21/02/2014 Sonda: Geomarc GM 600

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola

Coordinate: N= 45°28'49.92" E= 9°14'20.46" Scala 1:100

*A. Cantù*

*G. Sola*

Accettazione n. 14002

Certificato n. 14002/10

del 25/02/2014

Decreto di autorizzazione  
n. 4965 del 04/06/2010  
per esecuzione e certificazione di  
indagini geognostiche e prove in sito  
ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	5.00		Terreno di riporto ciottoloso-ghiaioso in matrice sabbioso-debolmente limosa con rari frammenti millimetrici lateritici, poco addensata, colore nocciola.		CC 131 S										
5.00	2.00		Terreno di riporto ghiaioso-sabbioso con sporadici frammenti millimetrici lateritici; poco addensato, colore nocciola.							3.00 4-5-5				3.00 3.50	
7.00	2.00		Ghiaia eterometrica in matrice siltoso-sabbiosa talora abbondante, rari ciottoli, da poco a moderatamente addensata, colore grigio-nocciola.			152 mm				6.00 2-3-2				6.00 6.50	
9.00	4.00		Ciottoli (diam max 12-15 cm) e ghiaia eterometrica con sabbia eterometrica a tratti medio-grossolana debolmente limosa, debole ossidazione, da moderatamente addensata ad addensata, colore nocciola.							9.00 11-14-17				9.00 9.50	
13.00	2.10		Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso-debolmente limosa a livelli prevalente, discreta ossidazione ed alterazione a tratti intense, addensata, colore nocciola con screziature brunastre d'ossidazione.							12.00 13-15-19				12.00 12.50	
15.10	0.30		Sabbia prevalentemente medio-fine ghiaiosa, addensata, colore nocciola.				90-100 %			15.00 17-20-22				15.00 15.50	
15.40	1.80		Ghiaia eterometrica con sabbia a tratti abbondante, addensata, colore grigio-nocciola.												
17.20	0.30		Sabbia medio-fine con subordinata frazione ghiaiosa fine, addensata, colore nocciola.	18.00						18.00 23-25-26				18.00 18.50	
17.50	3.40		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa a livelli prevalente, debole ossidazione, addensata, colore nocciola.							21.00 21-27-27				21.00 21.50	
20.90	2.10		Sabbia eterometrica debolmente limosa con subordinata frazione ghiaiosa che si concentra in livelli pluricentimetrici, da addensata a molto addensata, colore nocciola.			127 mm				24.00 23-25-29				24.00 24.50	
23.00	2.00		Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa-debolmente limosa a livelli prevalente, discreta ossidazione, da addensata a molto addensata, colore nocciola.							27.00 22-28-30				27.00 27.50	
25.00	2.50		Ghiaia medio-grossolana e ciottoli (diam max 12-15 cm) con sabbia eterometrica debolmente limosa, da addensata a molto addensata, colore nocciola.												
27.50	2.50		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa, da addensata a molto addensata, colore nocciola.												
30.00										30.00				29.50 30.00	

Deposito cassette : Magazzino RFI  
Il foro di sondaggio è stato ritombato al termine della perforazione.  
Deboli infiltrazioni d'acqua tra -5.00m e -7.00m dal p.c..

 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/06/2010 per esecuzione o certificazione di indagini geognostiche e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 360/01</p>	<b>PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE</b> <b>SPT (UNI EN ISO 22476-3:2012)</b>		<b>SONDAGGIO</b> <b>n.</b> <b>SCNM02B01</b>
	Mod. 7.5.13 rev. 01 Committente: <u>ITALFERR Spa</u> Cantiere: <u>Indagine propedeutica nuovo PRG della Stazione di Lambrate</u> Località: <u>Stazione di Milano Lambrate – Area ex lavaggio</u> Coordinate: <u>N = 45° 28' 49.92"</u> <u>E = 09° 14' 20.46"</u>	Accettazione n. 14002 - Certificato n. 14002/11 del 25/02/2014 - Commessa n. 14002	

Prova n.	inizio prova prof. [m] da p.c.	N° colpi			note
		15 cm	30 cm	45 cm	
1	3.00	4	5	5	
2	6.00	2	3	2	
3	9.00	11	14	17	
4	12.00	13	15	19	
5	15.00	17	20	22	
6	18.00	23	25	26	
7	21.00	21	27	27	
8	24.00	23	25	29	
9	27.00	22	28	30	
10	30.00	23	30	31	
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

**NOTE E OSSERVAZIONI:**

Lo Sperimentatore  
Dr. A. Cantù



Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Geol. Giorgio Sola







---

FOTOGRAFIE CASSETTE

---

Stazione di Milano Lambrate – Stradello di servizio - Sondaggio PNNM02R04 (L=30.00m)





*Stazione di Milano Lambrate – Stradello di servizio - Sondaggio PNNM02R04 (L=30.00m)*





Stazione di Milano Lambrate – Stradello di servizio - Sondaggio PNNM02R04 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Sottostazione elettrica - Sondaggio SCNM02R03 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Sottostazione elettrica - Sondaggio SCNM02R03 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Sottostazione elettrica - Sondaggio SCNM02R03 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Area ex lavaggio - Sondaggio PNNM02B02 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Area ex lavaggio - Sondaggio PNNM02B02 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Area ex lavaggio - Sondaggio PNNM02B02 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Area ex-lavaggio - Sondaggio SCNM02B01 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Area ex-lavaggio - Sondaggio SCNM02B01 (L=30.00m)





Stazione di Milano Lambrate – Area ex-lavaggio - Sondaggio SCNM02B01 (L=30.00m)

