

Committente:



Oggetto:

OPERE IDRAULICHE DI 3° CATEGORIA
Fiume Dora Riparia

PROGETTO ESECUTIVO

TO-E-1282

Completamento opere arginali del Fiume Dora Riparia a
protezione dell'area industriale di Rosta (TO)



RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA:

DATA:

Marzo 2017

Identificazione elaborato	Ambito		Tipologia		Commessa	n° elaborato	17
PRES1013-17	P	R	E	S	1013		

Dati Progettisti:

Studio ANSELMO Associati
Via Vittorio Emanuele n. 14
10023 CHIERI (TO)
tel./fax 011 9415835
e-mail: info@anselmoassociati.it

dott. geol. Guido BRUNO
C.so Carlo e Nello Rosselli, 73
10129 - Torino

Rev.	Redatto	Controllato	Approvato	Data	Timbri e Firme
0	Dott. Geol. G. Bruno	Dott. Geol. G. Bruno	Ing. V. Anselmo	03-2017	

Il Responsabile del procedimento:

FIRMA

File : PRES1013_17_R00.doc

REGIONE PIEMONTE

CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO



COMUNE DI ROSTA

OPERE IDRAULICHE DI 3° CATEGORIA
Fiume Dora Riparia

PROGETTO DEFINITIVO

Completamento opere arginali del Fiume Dora Riparia a protezione dell'area industriale di Rosta (TO)

Committente:



UFFICIO DI TORINO

Progetto: Studio Anselmo Associati
Via Vittorio Emanuele n. 14
10023 Chieri (TO)

RELAZIONE GEOLOGICA

Torino – 5 dicembre 2016
Dott. Guido BRUNO, geologo

 INDICE

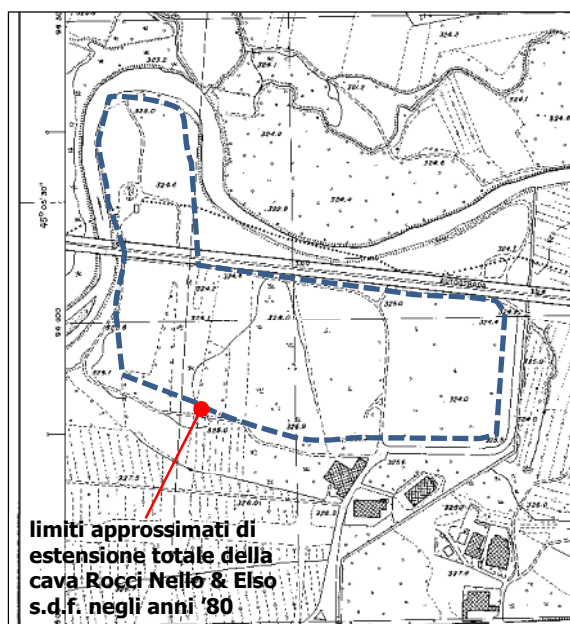
Premessa	pag.	3
Inquadramento territoriale	pag.	7
Cenni di geomorfologia	pag.	7
Geologia generale	pag.	9
Cenni di idrogeologia	pag.	14
Caratteristiche geologiche del terreno	pag.	15
<i>Premessa</i>	pag.	15
<i>Granulometria del substrato</i>	pag.	15
<i>Dati disponibili in area ex-cava Rocci Nello & Elso s.d.f.</i>	pag.	16
<i>Dati disponibili in area Depuratore ACSEL</i>	pag.	18
<i>Dati disponibili in zona Lipitalia 2000</i>	pag.	35
<i>Caratteristiche granulometriche del substrato</i>	pag.	44
Caratterizzazione sismica	pag.	47
Verifica del rischio di liquefazione	pag.	52
Modello geologico	pag.	53
Documentazione integrativa	pag.	55

Premessa

In accordo con i Progettisti Incaricati della stesura del progetto definitivo delle opere arginali di completamento del Fiume Dora Riparia a protezione dell'area industriale di Rosta (TO) viene redatto il presente elaborato che descrive le caratteristiche geologiche generali del substrato costituente il piano di posa delle fondazioni delle opere suddette.

Per la caratterizzazione e modellazione geologica del sito, si è preso in esame tutto il fondovalle comprendente la zona industriale di Rosta, ben conosciuta dallo scrivente in considerazione della sua collaborazione trentennale con l'Amministrazione Comunale, sviluppata sia nell'ambito della progettazione urbanistica, sia su temi e problematiche puntuali riguardanti singoli edifici industriali, aree esondabili ed effetti di eventi alluvionali.

Il dettaglio delle analisi e delle indagini disponibili è stato ritenuto commisurato alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito, caratterizzato da una situazione relativamente omogenea in senso stratigrafico e alle finalità progettuali, tenendo però conto delle significative trasformazioni antropiche legate alla presenza di una cava di materiali inerti ora chiusa da tempo, che ha comportato la rimozione nelle aree evidenziate nella planimetria sotto riportata di ghiaie e sabbie fluviali per uno spessore di 3-5,5 m e il successivo riempimento con macerie e terre e rocce di scavo connesse con la costruzione dell'autostrada o altro.



La studio geologico ha inteso definire i lineamenti geomorfologici della zona, verificare l'assenza di dissesti in atto o potenziali, con l'ovvia eccezione dei rischi connessi con la dinamica fluviale, oggetto stesso dell'intervento in progetto, nonché la successione litostratigrafica locale, costituita nella parte superficiale interessata direttamente o indirettamente dall'opera in progetto da litotipi di deposito fluviale, eterometrici, poligenici e privi di alterazione.

I dati disponibili derivanti dalle indagini pregresse e dalle conoscenze acquisite in passato hanno consentito una ricostruzione geologica di dettaglio che si ritiene adeguata per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo, in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad un inquadramento geologico di dettaglio.

La presente relazione geologica è corredata da elaborati grafici (carte e sezioni geologiche, planimetrie e profili per rappresentare in dettaglio gli aspetti significativi degli studi eseguiti e dalla documentazione delle indagini derivate dalla letteratura tecnico-scientifica o da precedenti lavori.

La presente relazione riporta il quadro geologico generale della zona presa in considerazione, sottolineando l'unica incertezza nella ricostruzione geologica che può risultare significativa ai fini dello sviluppo del progetto in riferimento alla possibile presenza di tratti saltuari in cui il substrato ghiaioso-sabbioso potrebbe essere stato sostituito da materiali di riporto (terre e rocce di scavo) provenienti dalle opere connesse con la realizzazione dell'autostrada del Frejus.

Per consentire la modellizzazione geotecnica sono stati presi in considerazione la successione stratigrafica, il regime della falda e le caratteristiche del terreno.

Le indagini di tipo geofisico pregresse sono sempre stati reinterpretate alla luce dei risultati ottenuti dalle altre indagini in situ (pozzetti esplorativi, sondaggi geognostici a rotazione, prove penetrometriche dinamiche) ed in laboratorio (classificazioni, permeabilità).

I risultati delle indagini e prove in sito sono stati sempre documentati, ove disponibili, con:

- planimetria con indicate le posizioni delle verticali di indagine;
- profili stratigrafici ottenuti dalle perforazioni di sondaggio e dagli scavi esplorativi;
- risultati delle prove e delle misure eseguite;
- indicazioni sui tipi e le caratteristiche delle attrezzature impiegate, in particolare le prove penetrometriche utilizzate nel presente elaborato sono state tutte fatte con penetrometro dinamico con le caratteristiche riportate di seguito:

GEO.TEST sas

Via Ivrea, 20
10016 Montalto Dora

Riferimento: Casalepop_AMC

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPSH (S. Heavy)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici

TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63.50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30.00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50.50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20.00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8.00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0.80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0.20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11.91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.521$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

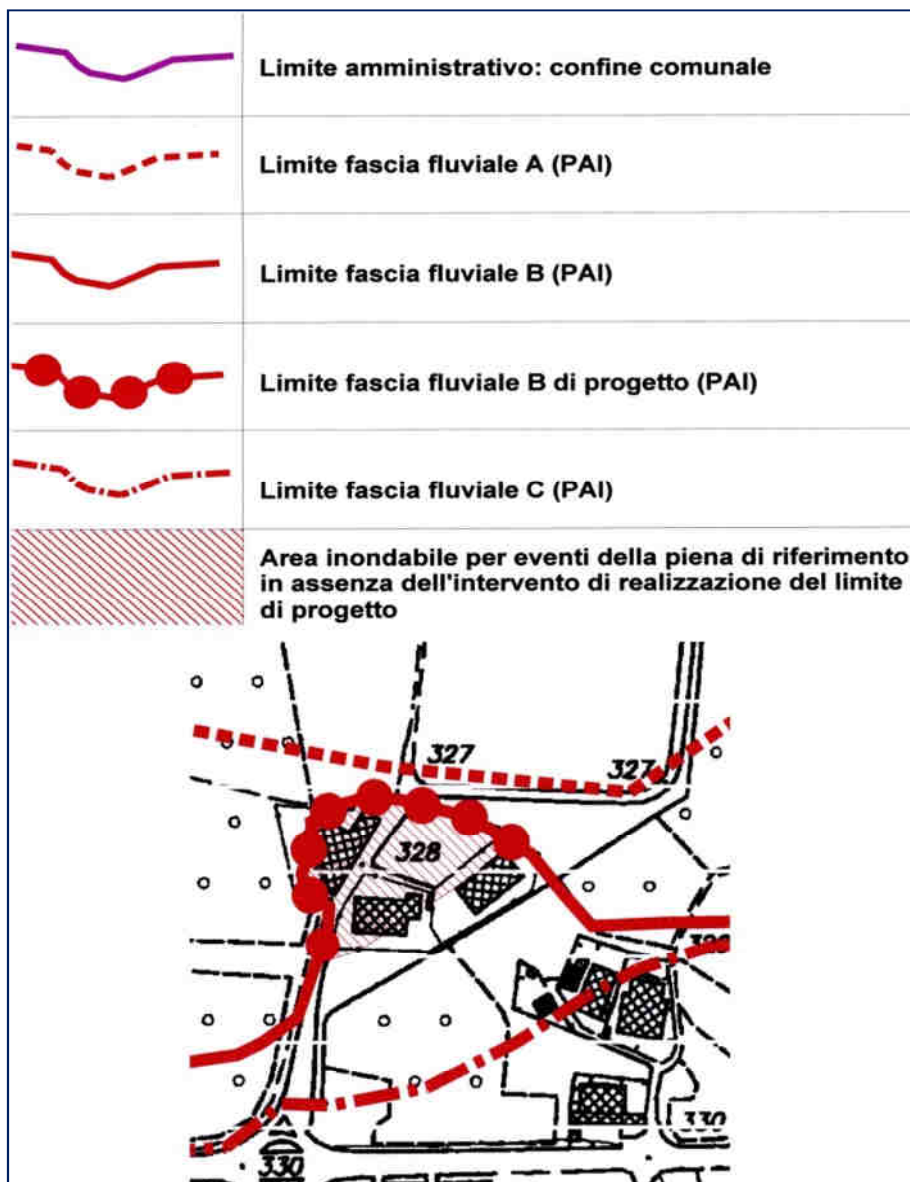
1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

I risultati delle indagini e prove geotecniche, eseguite in sito e in laboratorio, sono stati interpretati dal progettista che, sulla base dei risultati acquisiti, della tipologia di opera, delle tecnologie previste e delle modalità costruttive, ha proceduto alla caratterizzazione geotecnica individuando il corrispondente modello di sottosuolo e i valori caratteristici dei parametri geotecnici ad essi correlati.

In coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri è derivata da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato, tenendo conto della specifica verifica e delle condizioni costruttive che ad essa corrispondono. Essendo coinvolti volumi relativamente modesti di terreno i valori caratteristici scelti sono prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici.

Inquadramento territoriale

Figura 1 – dall'estratto di Carta Geomorfologica allegata alla Variante di PRG, che riporta l'andamento della fascia di progetto PAI in zona



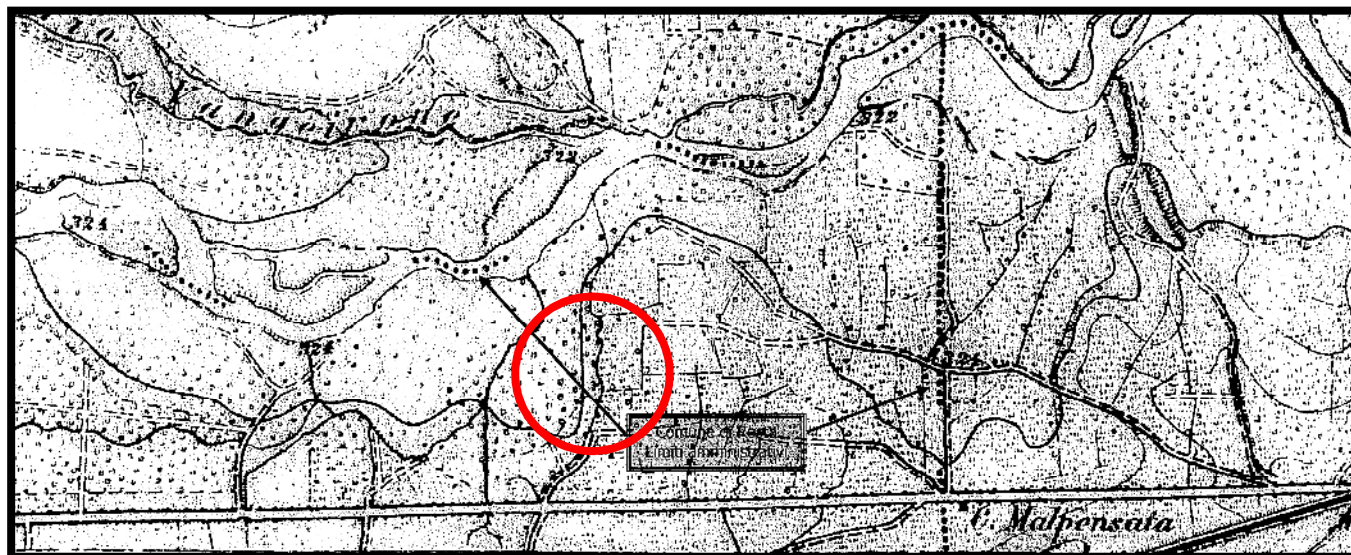
Cenni di geomorfologia

Il territorio comunale si divide in una fascia collinare, prevalente per estensione e corrispondente ai cordoni morenici sul versante destro della Val di Susa ed in una parte pianeggiante costituita dal fondovalle della Dora Riparia, ove il substrato è costituito da formazioni di origine fluvioglaciale e fluviale quaternarie per potenze rilevanti. Si tratta di una pianura alluvionale senza terrazzi vistosi, con quote comprese tra i 338 m (S. Antonio di Ranverso) ed i 318 m (confine E col comune di

Rivoli lungo l'alveo della Dora), con un dislivello complessivo di 20 m su di una distanza superiore di poco ai 3 km. I dislivelli longitudinali nell'area in studio sono minimi (0,1% ca.) lungo l'asse fluviale e quelli trasversali sono anch'essi assai ridotti (0,5%) e concentrati per lo più nei piccoli salti (dell'ordine del metro o poco più) in corrispondenza all'orlo dei pochi lembi residui dei terrazzi fluvio-glaciali. Per il resto tutto il fondovalle si presenta pianeggiante ed è inciso, oltre che naturalmente dall'alveo della Dora, solo dai pochi rii secondari che scendono dal versante morenico destro e che nella parte di fondovalle hanno per lo più tracciati modificati artificialmente nel passato.

La morfologia è pianeggiante, ma risulta modificata rispetto alle condizioni originarie dagli interventi pregressi legati alla ex-Cava di inerti Rocci Nello & Elso, chiusa da anni, che comportarono un temporaneo abbassamento delle quote del p.c. di 3-5 metri ed ai riporti di terreni ricavati dalle opere di sterro lungo il tracciato dell'autostrada poi, che comportarono un sostanziale recupero delle quote originarie (ante cava) ed in qualche caso un loro leggero aumento. Anche le migrazioni dei meandri della Dora, naturali o influenzate da interventi antropici hanno fortemente influenzato l'aspetto morfologico generale della zona, come evidenziato dall'estratto di Tavola – Foglio Alpignano 56 III NO – rilievo del 1881 riportato sotto.

Figura 2



Geologia generale

In tutto il territorio comunale di Rosta sono presenti esclusivamente terreni di natura sedimentaria continentale, la cui successione stratigrafica può essere riassunta come segue, partendo dai termini cronologicamente più antichi e seguendo la terminologia ormai datata della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Foglio 55 – Susa e Foglio 56 Torino Ovest):

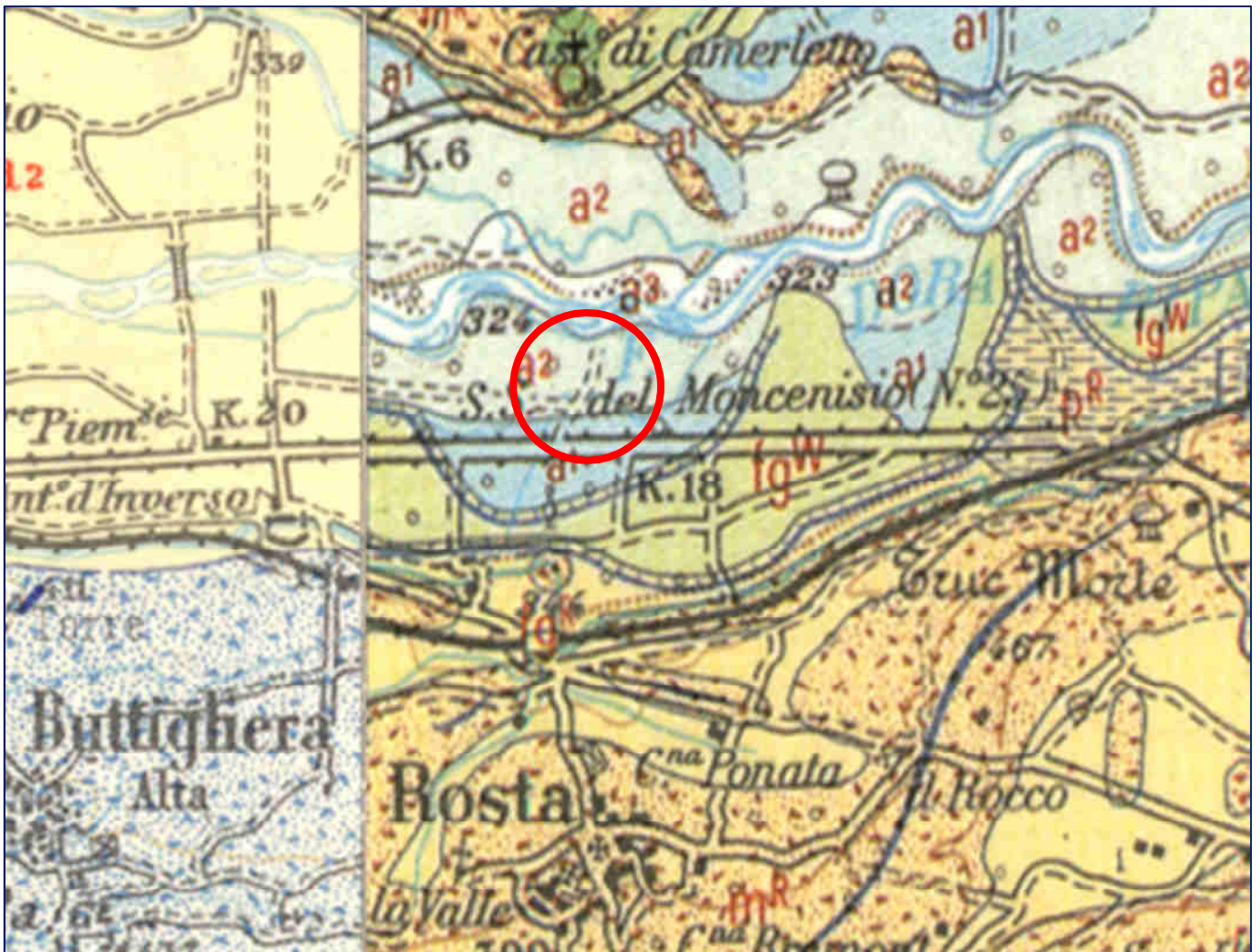
- I MORENE - GLACIALE RISS - **m^R** in carta (PLEISTOCENE MEDIO)
- II GHIAIE E SABBIE - FLUVIOGLACIALE RISS - **fg^R** in carta (PLEISTOCENE MEDIO)
- III SABBIE ARGILLOSE LACUSTRI - CATAGLACIALE RISS E INTERGLACIALE RISS – WÜRM - **p^R** in carta (PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE)
- IV LOESS ARGILLIFICATO - CATAGLACIALE MINDEL, RISS E WÜRM – **e** non rappresentato nell'estratto cartografico ma presente a tratti nella zona collinare (PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE)
- V GHIAIE ARGILLOSE - FLUVIOGLACIALE WÜRM - **fg^w** in carta (PLEISTOCENE SUPERIORE)
- VI SABBIE E GHIAIE DELLE ALLUVIONI ANTICHE – **a¹** in carta (OLOCENE INFERIORE)
- VII GHIAIE E SABBIE DELLE ALLUVIONI MEDIO-RECENTI – **a²** in carta (OLOCENE MEDIO)
- VIII GHIAIE E SABBIE DELLE ALLUVIONI RECENTI ED ATTUALI – **a³** in carta (OLOCENE MEDIO)
- IX COLTRE DI COPERTURA (ATTUALE)

* * *

Di seguito vengono brevemente descritte solo le formazioni rappresentate nel tratto di territorio interessato dal progetto esecutivo, sia per il diretto affioramento dei litotipi, sia in caso di loro presenza nel substrato meno profondo.

In fig. 3 è riportato un estratto della “Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000” (Fogli 55 – Susa e 56 Torino Ovest) con indicazione dell'area in studio. Si noti che il tracciato attuale della Dora riparia differisce sensibilmente da quello rappresentato. Il nuovo tracciato è riportato negli estratti cartografici di maggior dettaglio presenti nei capitoli successivi.

Figura 3 – Estratto da “Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000” (Fogli 55 – Susa e 56 Torino Ovest)



FLUVIOGLACIALE WÜRМ

È limitato ad un modesto terrazzo che interseca più volte la SS n° 25, conservando ancora l'incisione meandriforme lungo i bordi, dovuta alle divagazioni erosive della Dora in epoche precedenti e percorsa in parte in passato da un canale di drenaggio delle acque provenienti dalla zona collinare, ora sostituito dallo scolmatore diretto verso la Dora. Non sempre sono separabili dalle successive Alluvioni Antiche, che lo mascherano spesso. Nella parte di pianura del territorio comunale sono presenti sotto le alluvioni più recenti, ma non affiorano. Costituisce la quasi totalità del substrato (relativamente) profondo nell'area in esame al di sotto delle alluvioni fluviali proprie.

ALLUVIONI ANTICHE

Le Alluvioni Antiche affiorano in lembi limitati, leggermente terrazzate rispetto all'alveo attuale, a riempire i "meandri fossili" del paleoalveo e cedono gradualmente il

posto alle Alluvioni Medio-recenti. In linea di massima non sono soggette ad esondazione od inondazione da parte della Dora. Sono presenti ai margini dell'area in studio.

ALLUVIONI MEDIO - RECENTI

Si differenziano dalle precedenti solo perchè sono ancora esondabili, almeno in linea teorica, pur essendo totalmente antropizzate con coltivazioni ed anche installazioni fisse, quali l'autostrada e l'impianto consortile intercomunale della Bassa Val di Susa per lo smaltimento dei rifiuti liquidi. Sono costituite da ciottoli fluviali, ghiaie sane e sabbia pulita e spesso sono soggette, e soprattutto lo sono state in passato, alla coltivazione come inerti per attività edilizia. Costituiscono il substrato proprio dell'area, ove non sostituite da riporti.

ALLUVIONI RECENTI ED ATTUALI

Sono poco potenti e si rinvencono esclusivamente nell'alveo attivo del fiume. Sono costituite da ghiaie e sabbie pulite, talora con lenti più fini e poggiano sul letto impermeabile dei limi argillosi più antichi.

COLTRE DI COPERTURA

La coltre di copertura agricola varia molto come consistenza e composizione a seconda delle zone. E' minima sulle creste moreniche, ove affiorano ciottoli e massi, è assai più potente e ricca di materia organica nella pianura alluvionale su cui sorge la zona industriale, ma qui gli interventi antropici (costruzioni, viabilità, e altro) l'hanno spesso asportata.

* * *

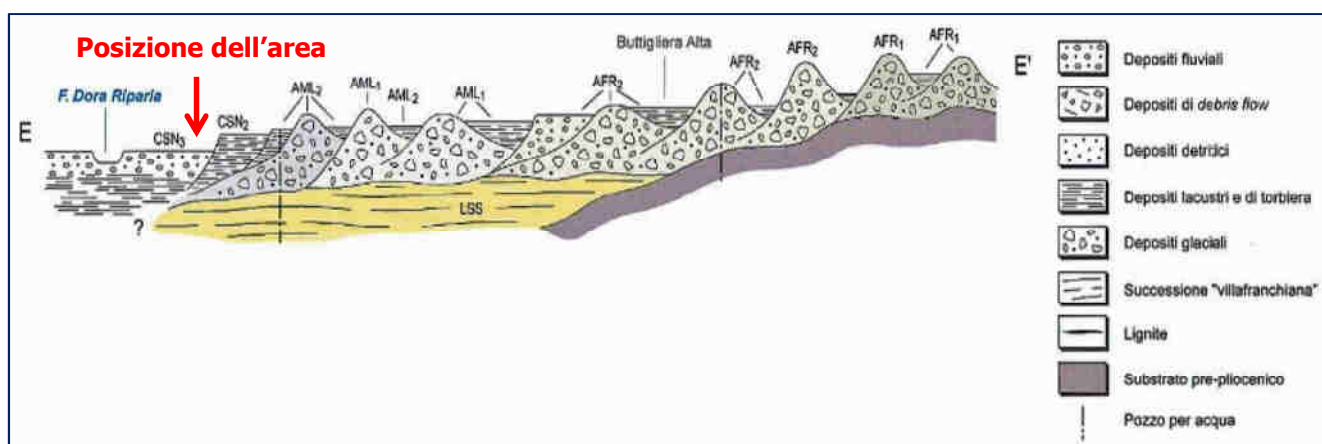
A seguire è riportato uno stralcio che evidenzia le caratteristiche geologiche e geomorfo-logiche aggiornate dell'area, tratto dal Foglio n° 155 – Torino Ovest della nuova “Carta Geologica d'Italia” alla scala 1:50.000, dove si è scelto di collocare l'area nelle “Unità non distinte in base al bacino di pertinenza”, Sintema¹ di Palazzolo – Subsintema di Ghiaia Grande (CSN₃). I depositi di questa unità stratigrafica formano il fondovalle attuale della Dora Riparia (e degli altri fiumi alpini vergenti

¹ Il sintema è un'unità strutturale fondamentale della stratigrafia. Il termine deriva dal greco σύν- ("insieme") e θημ- ("deposito di") e si riferisce appunto ad un insieme di materiali di deposizione aventi una “storia” geologica comune e separati dalle altre unità da discordanze geometriche, differenti durate deposizionali o estensioni areali. Può essere suddiviso in due o più subsintemi, come nel caso in esame.

sulla pianura piemontese) e costituiscono i materiali alluvionali che hanno colmato le depressioni lacustri di poco precedenti. Si presentano talora terrazzati per altezze di 5-10 m.

Si tratta di depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi con più o meno abbondante frazione fine (matrice) o, viceversa di depositi sabbioso-limosi con intercalazioni ghiaiose. Nel tratto Avigliana-Villardora-Novaretto si ha evidenza di depositi lacustri e palustri costituiti da limi sabbiosi e sabbie limose con intercalazioni torbose. **Nell'area in studio ai primi 3-5 m di materiali granulari sani e arrotondati ghiaioso-sabbiosi seguono decine di metri di prevalenti livelli fini grigi, plastici e con significativa componente argillosa.**

Figura 4 – Estratto dal Foglio n° 155 – Torino Ovest della “Carta Geologica d’Italia” in scala 1:50.000 - Schema dei rapporti stratigrafici nell’area in studio (non in scala)

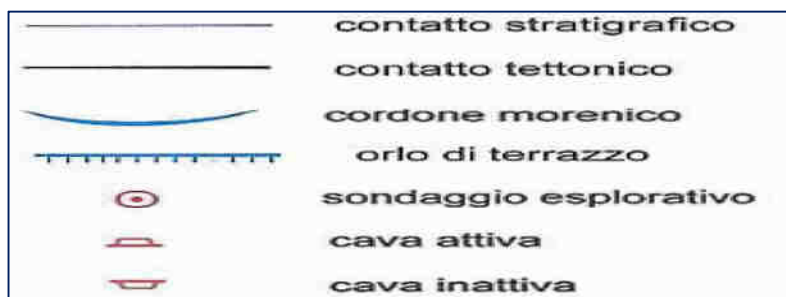
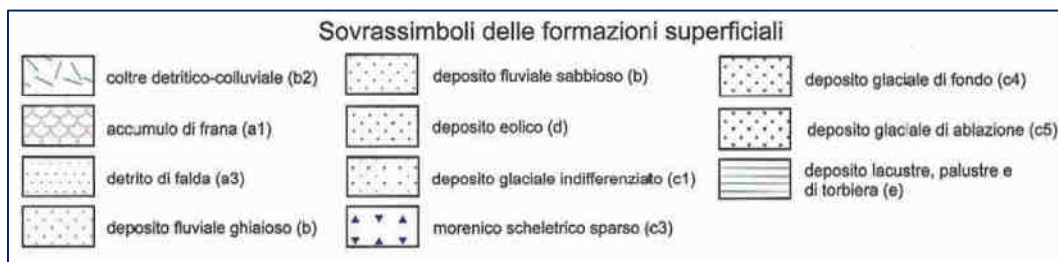
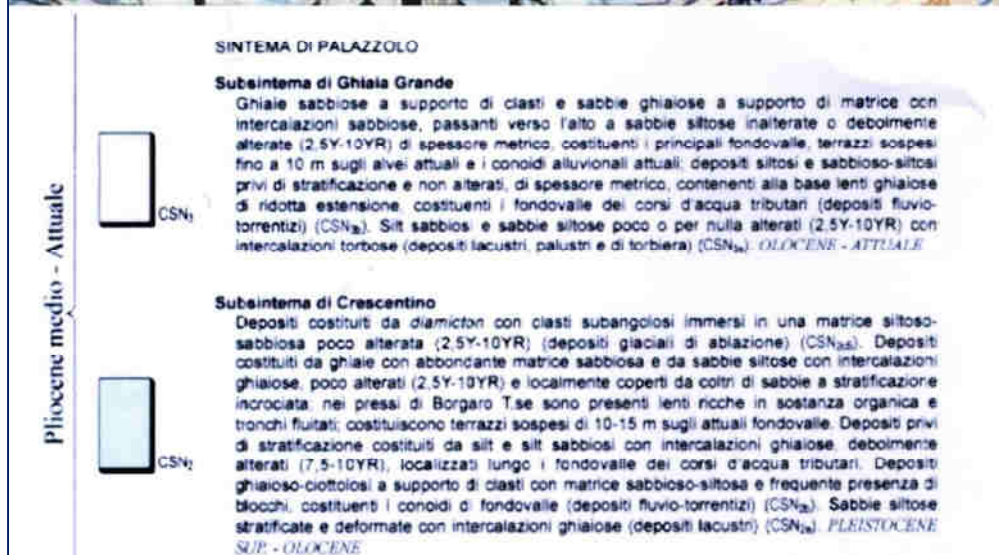
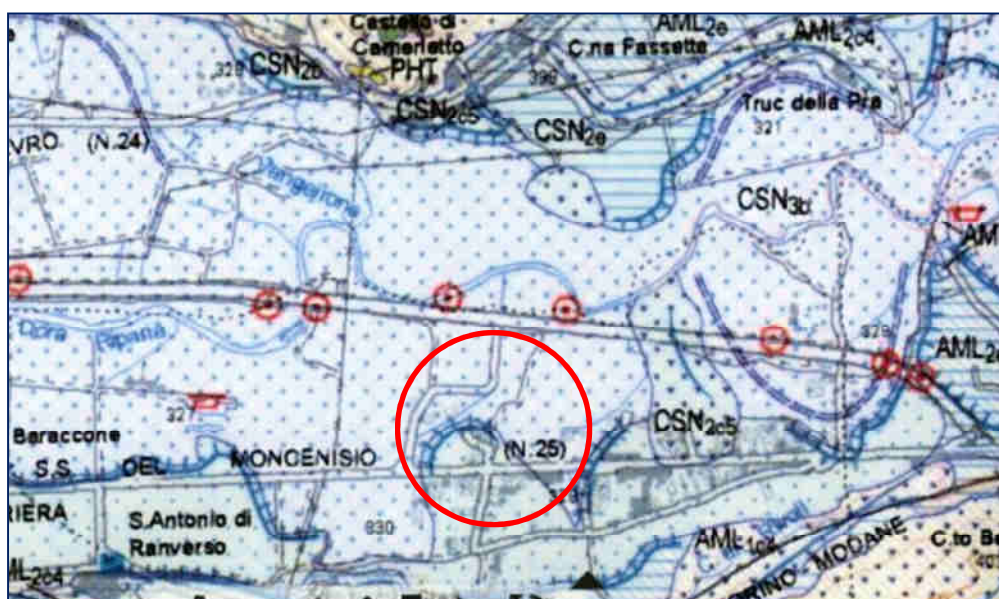


In estrema sintesi il substrato profondo dell’area in studio è costituito da depositi glaciali connessi con l’Anfiteatro di Rivoli-Avigliana e depositi pliocenico-quadernari della pianura torinese. Nella parte terminale del Pleistocene superiore la sequenza cataglaciale è stata accompagnata dalla nascita di bacini lacustri, come risulta da stratigrafie di pozzi e sondaggi, che dimostrano la presenza di un esteso lago proglaciale, ora colmato.

In tutto il fondovalle fino alla soglia di Alpignano e quindi anche nell’area in studio **sono presenti successioni di depositi palustri e lacustri limoso-argillosi** tardo-glaciali e olocenici, **alternati a livelli più grossolani in netto subordinate e complessivamente potenti decine di metri, sopra i quali sono impostati i più recenti depositi alluvionali granulari sabbioso-ghiaiosi di origine fluviale, con spessori di 3-5 m** e risalenti ad età comprese tra i 7.780 ed i 10.000 anni b.P. circa². **Su questi ultimi verranno poste le fondazioni dell’argine in progetto, fatta salva la possibile presenza di tratti in cui il substrato ghiaioso-sabbioso sia stato sostituito da materiali di riporto.**

² Datazioni ¹⁴C per il bacino della Dora Riparia, da Charrier & Peretti, 1975.

Figura 5 - Estratto dal Foglio n° 155 – Torino Ovest della “Carta Geologica d’Italia” in scala 1:50.000



Cenni di Idrogeologia

La fascia di fondovalle è interessata da una cospicua falda che percorre tutti i terreni alluvionali e che è presente a partire da una profondità di circa 3 m dal p.c., variabile in parte in concomitanza con le variazioni di livello del fiume e con l'andamento stagionale ed annuale delle precipitazioni. La dinamica della falda superficiale non è però legata esclusivamente alla circolazione in alveo, in quanto si hanno diversi comportamenti non concordanti, riscontrati in studi precedenti che hanno interessato vari punti dell'area in esame.

Nelle parti più distanti dal fiume la superficie piezometrica è riscontrabile a circa 4 m dal p.c. Poco oltre il limite W dell'area in studio, si sono rilevate soggiacenze della falda comprese tra 3 e 4,5 m dal p.c. Lungo la SS n° 25 la profondità misurata in una serie di prove penetrometriche e pozzetti esplorativi eseguiti nel settembre 1991 è risultata costantemente di circa 3 m dal p.c. a N del rilevato della statale. Verso la Dora Riparia, al di fuori dell'area industriale, all'incirca lungo l'Autofrejus, si sono avuti i seguenti valori della soggiacenza:

- 4,5 m (ex cava di inerti Rocci Nello % Elso s.d.f.)
- 3,0 m (400 m circa ad est del punto di massimo avvicinamento della Dora)
- > 5,0 m (stabilimento Lipitalia - falda non raggiunta)

* * *

In sintesi si può notare che, essendo il substrato misto (limi, sabbie, ghiaie e limi argillosi), la permeabilità può risultare assai variabile arealmente, ma soprattutto in relazione alla profondità. E' massima nei pressi dell'alveo fluviale, dove uno strato di 4 o 5 m di ghiaie alluvionali permette la libera oscillazione della falda all'unisono col livello fluviale in tempi brevissimi. E' più ridotta a S della SS n° 25, dove i terreni nei periodi di prolungata siccità possono essere per diversi metri fuori falda e dove la prevalente componente limosa determina un'isteresi anche di settimane o mesi rispetto alle variazioni del livello idrico fluviale. Si sono però rilevati anche dati localmente discordanti rispetto al quadro generale, infatti per esempio lungo il margine di monte dell'area industriale (Strada antica da Avigliana ad Alpignano) la quota massima della falda, in terreni medio-permeabili, era a meno di 4 m dal p.c., mentre in zona Strada comunale di Rivoli (Lipitalia), ben più vicino all'alveo della Dora ed a quota assoluta inferiore di circa 3 metri rispetto ad altre parti dell'area industriale, non si è trovata traccia di falda, in ghiaie e sabbie pulite, fin oltre i 5 m dal p.c.

Caratteristiche geologiche del terreno

Premessa

La parte di fondovalle di Rosta compresa tra l'alveo della Dora Riparia a N e la statale a S e attraversata dall'autostrada AutoFrejus è stata oggetto negli anni di indagini geognostiche legate alla realizzazione di edifici industriali, infrastrutture viarie, elettrodotti e alla presenza o al progetto di cave di prestito. In particolare nel 2016 sono state eseguite prove in situ ed in laboratorio in corrispondenza allo stabilimento Lipitalia 2000, posto circa 1000 m ad E dell'area in studio in posizione morfologica identica.

Certificati, stratigrafie, documentazione fotografica e ubicazione delle prove in situ ed in laboratorio disponibili sono riportati alla fine del presente elaborato.

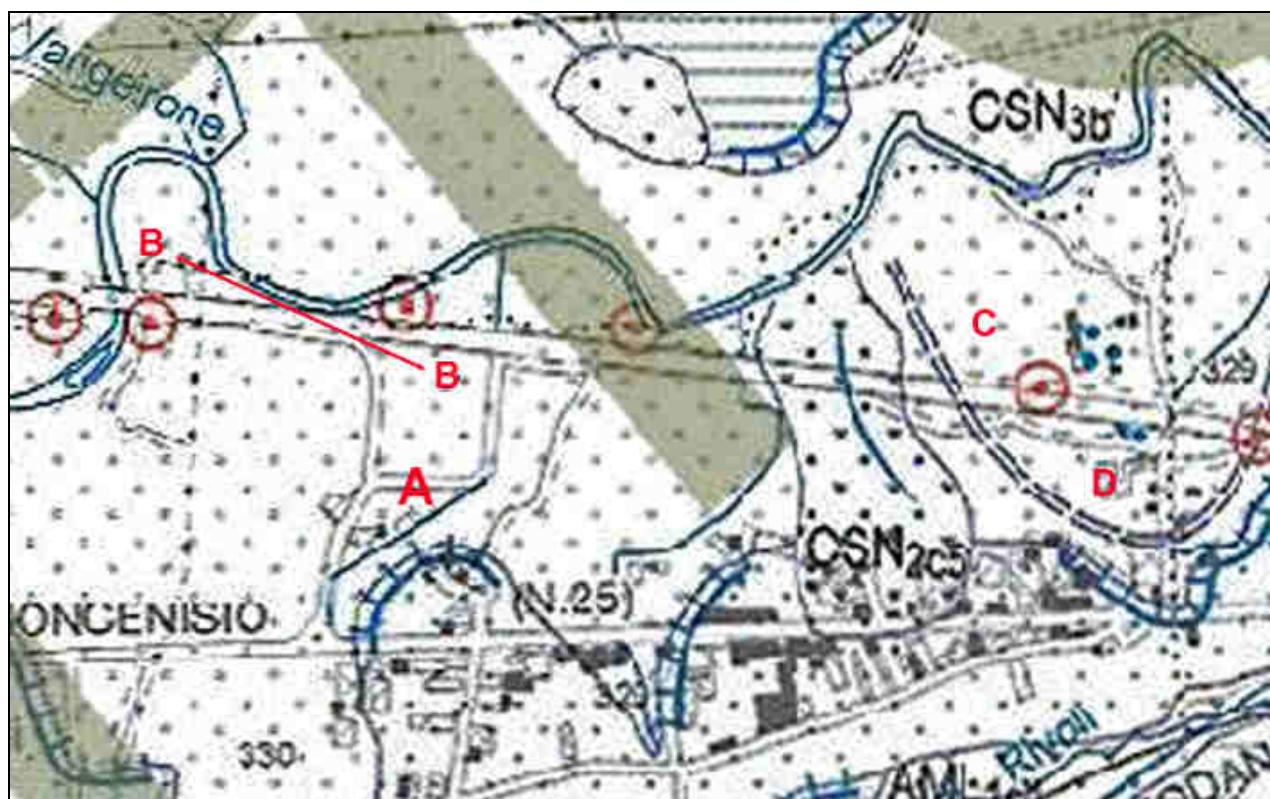
Granulometria del substrato

- ***Limi e limi argillosi fluviolacustri (“Sintema di Palazzolo” p.p.)***

In genere nel fondovalle, sotto ad alcuni metri di alluvioni fluviali ghiaioso-sabbiose pulite (v. oltre), predominano i limi più o meno argillosi e più raramente le sabbie limose. Sulla base di sondaggi eseguiti in occasione della realizzazione dell'elettrodotto ENEL (zona della ex cava citata), i materiali fini limoso-argillosi risultano avere potenze dell'ordine delle decine di metri e presentano livelletti carboniosi nerastri e rari fossili macroscopici (gusci di molluschi). Pur essendo l'ubicazione di questi sondaggi al di fuori dell'area in esame, in corrispondenza all'ex-cava o ad ovest del depuratore ACSEL, oltre il rilevato autostradale, si è constatato nei pozzetti eseguiti in passato nell'area compresa tra str. del Vernè e la Dora che il substrato al di sotto delle bancate ghiaioso-sabbiose è analogo.

A seguire sono riportate le stratigrafie di sondaggi e pozzetti esplorativi disponibili nelle vicinanze, in aree con le stesse caratteristiche geologiche e geomorfologiche.

Figura 6 Ubicazione dell'area in studio (A) e delle aree per cui sono disponibili stratigrafie di sondaggi geognostici (B ex-cava, C zona Depuratore e area adiacente, D ampliamenti Lipitalia 2000)



Dati disponibili in area ex-cava Rocci Nello & Elso s.d.f.

Figura 7 – Ubicazione pozzetti esplorativi e sondaggi elettrici – Area (B) ex-cava

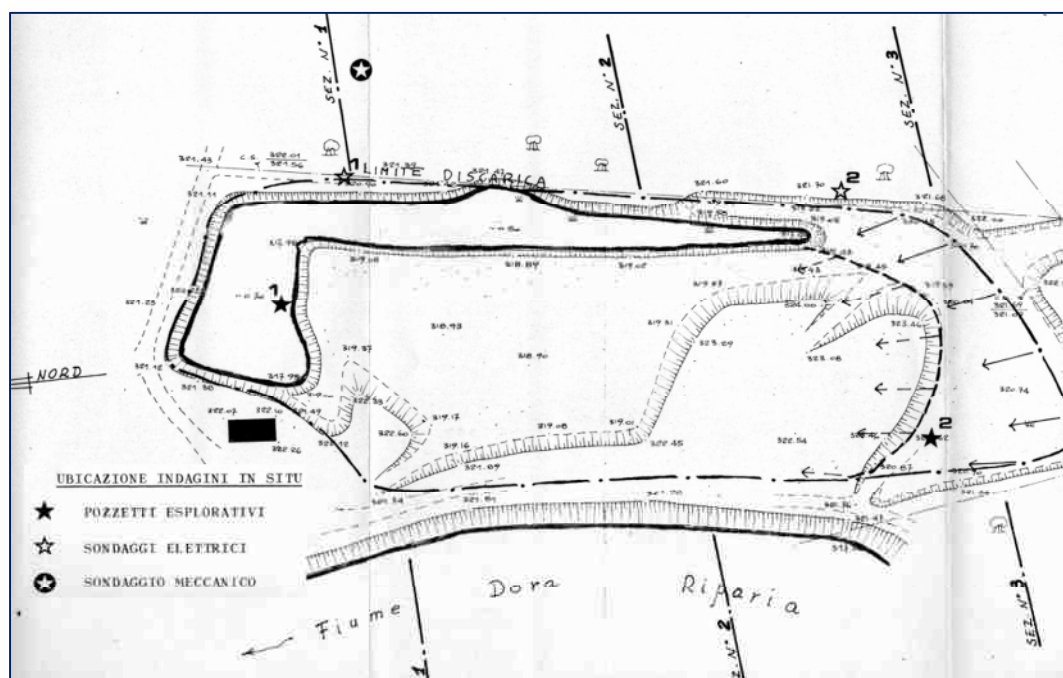
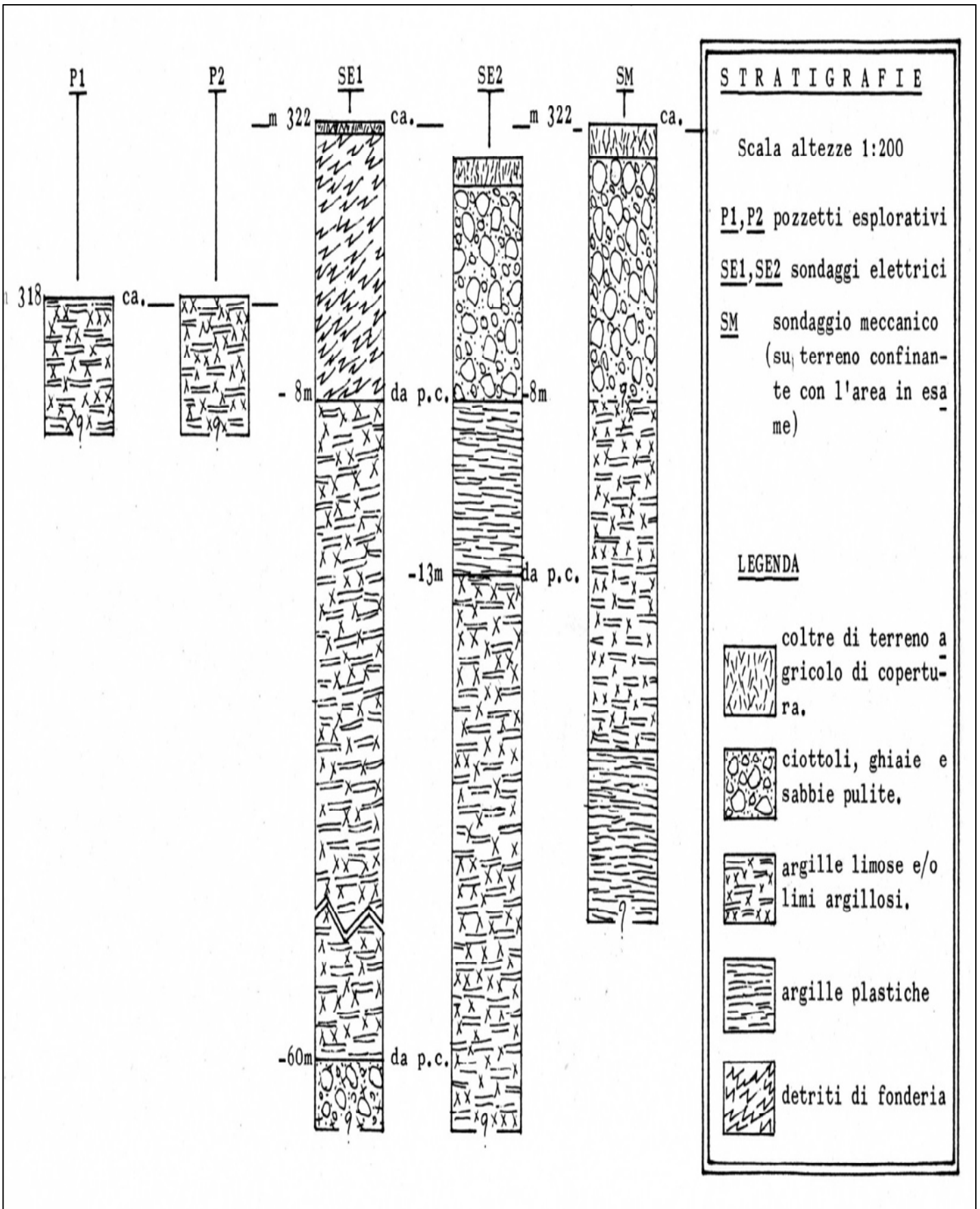


Figura 8 – Pozzetti esplorativi e sondaggi elettrici – Area (B) ex-cava



Dati disponibili in area Depuratore ACSEL

Figura 9 - Ubicazione sondaggi geognostici – Area (C) – Zona adiacente al depuratore ACSEL – i numeri di identificazione dei sondaggi esterni: 8 – 17, riportati manualmente sulle stratigrafie allegiate alle pagine seguenti, si riferiscono alla numerazione usata nella documentazione allegata agli elaborati di piano regolatore comunale (Adeguamento PAI) per le prove in situ disponibili per l'area. I sondaggi n. I, II e III sono interni all'area del depuratore

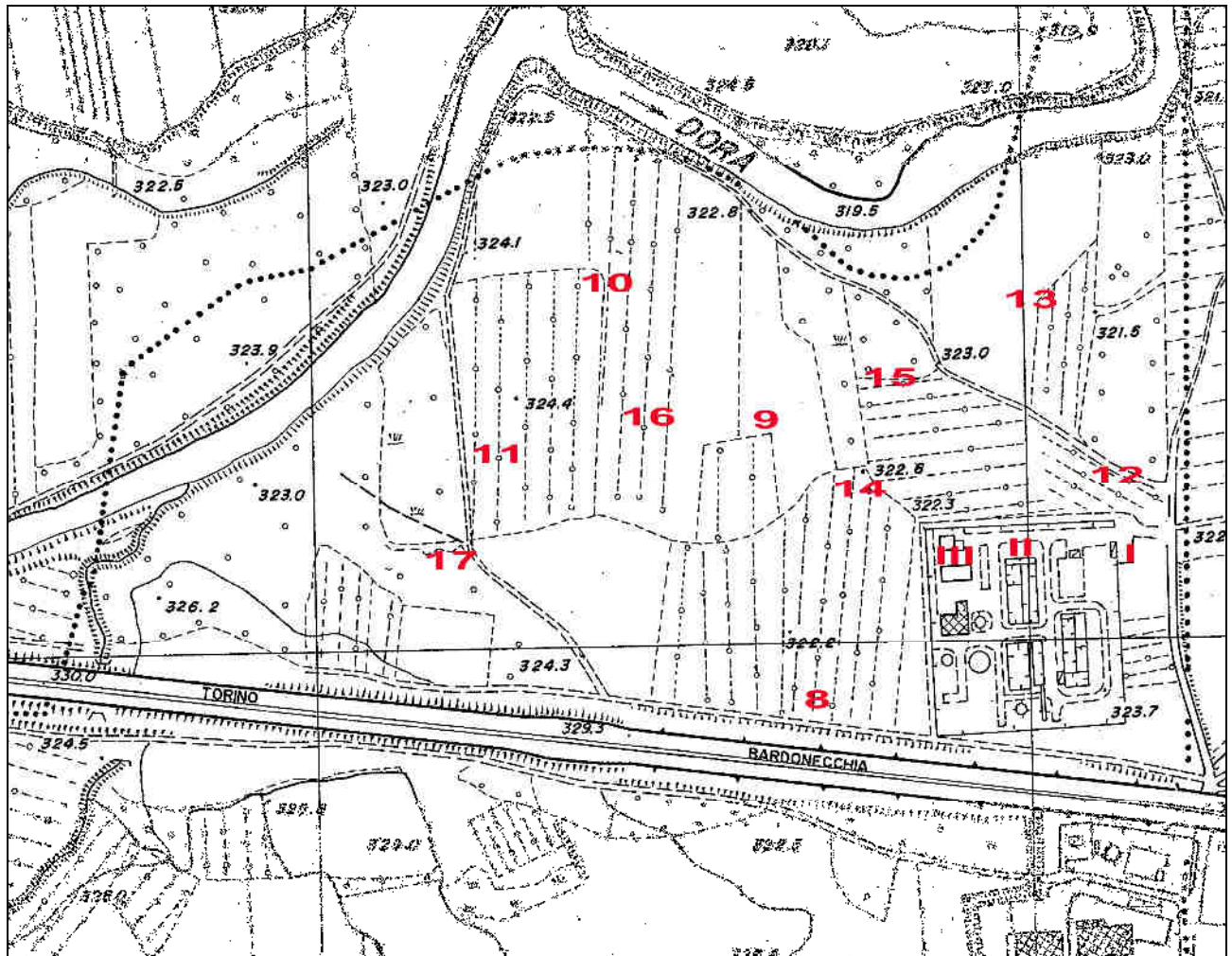


Figura 10 – Zona Depuratore (C)

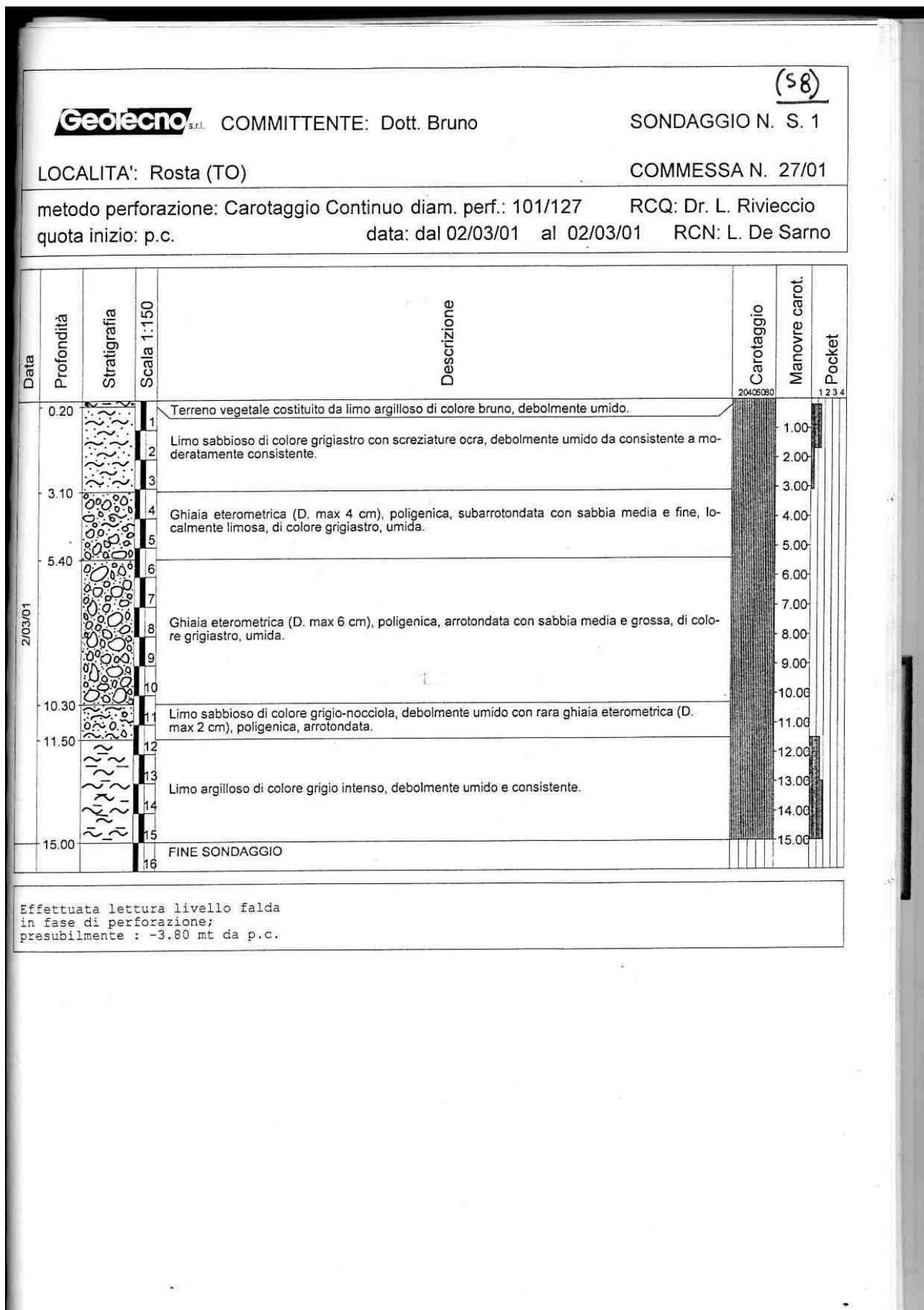


Figura 11

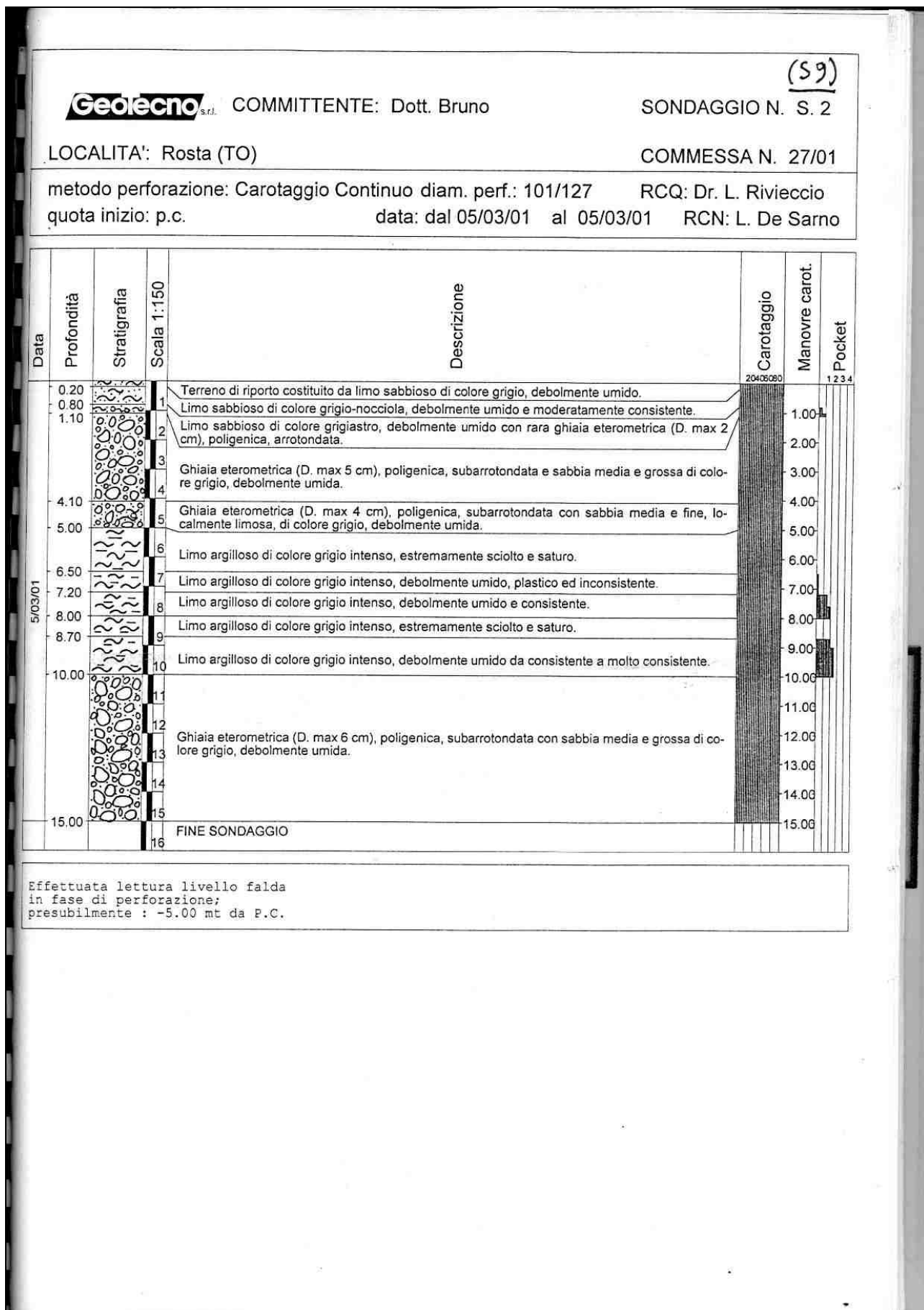


Figura 12

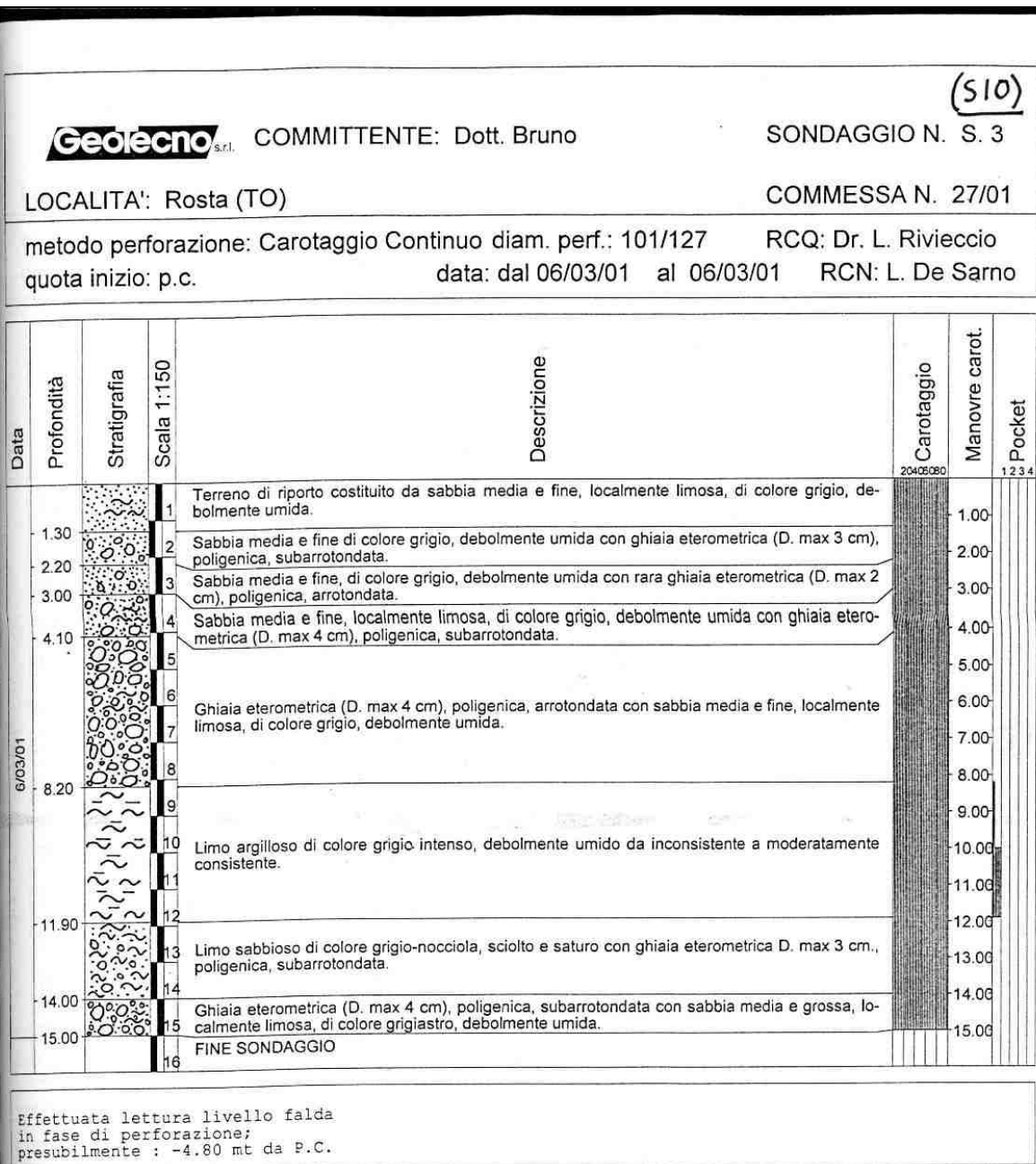


Figura 13

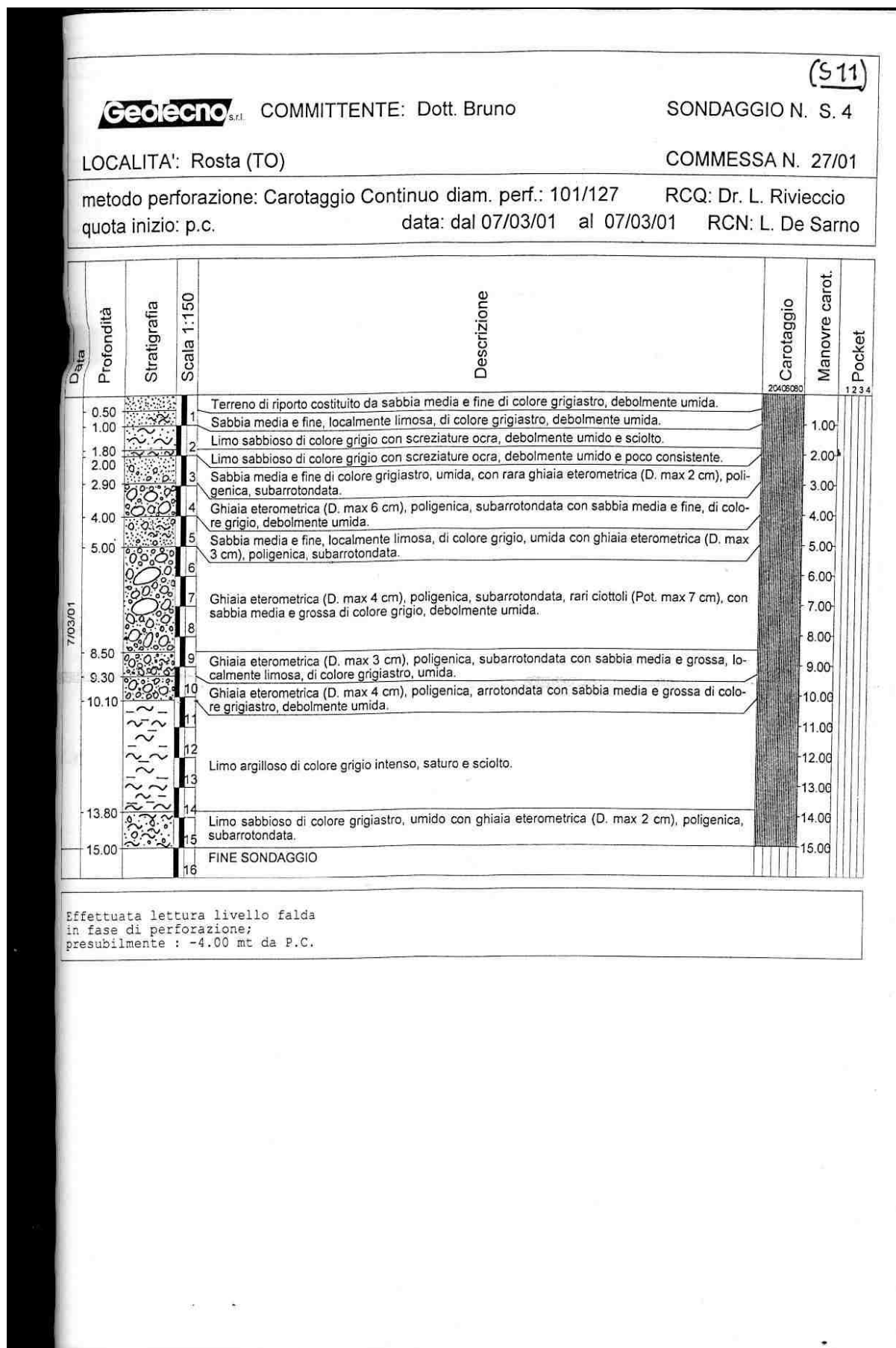


Figura 14

Geotecno

COMMITTENTE: EMME ERRE

SONDAGGIO N. S. 1

(S12)

LOCALITA': Rosta (TO)

COMMESSA N. 27/01

metodo perforazione: Carotaggio Continuo diam. perf.: 101/127

RCQ: Dr. L. Riviaccio

quota inizio: p.c.

data: dal 21/06/01 al 21/06/01

RCN: R. Trajanov

Data	Profondità	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	Pocket
	0.20		1	Terreno vegetale sabbioso limoso, di colore bruno, debolmente umido.		1.00	
			2	Limo sabbioso di colore nocciola-bruno con screziature varicolori, debolmente umido.		2.00	
	2.80		3			3.00	
			4			4.00	
			5	Ghiaia eterometrica (d. max 6 cm), poligenica e subarrotondata con sabbia media e grossa localmente limosa, di colore nocciola grigiastro, umida. Rari ciottoli di potenza max 7-8 cm. Presenza di locali intercalazioni limose con ghiaia da 6.40 a 6.50 mt. e da 7.70 a 7.80 mt.		5.00	
			6			5.50	
			7			6.00	
			8	Idem c.s.		7.00	
			9			8.00	
			10			9.00	
	10.00		11	Sabbia media e grossa, di colore nocciola-grigio, umida con ghiaia eterometrica (d. max 2 cm), poligenica e subarrotondata.		10.00	
	10.30		12			11.00	
			13	Limo da debolmente argilloso ad argilloso, di colore grigio azzurro, debolmente umido, da consistente a moderatamente consistente, estremamente plastico.		12.50	
			14				
			15				

Figura 15

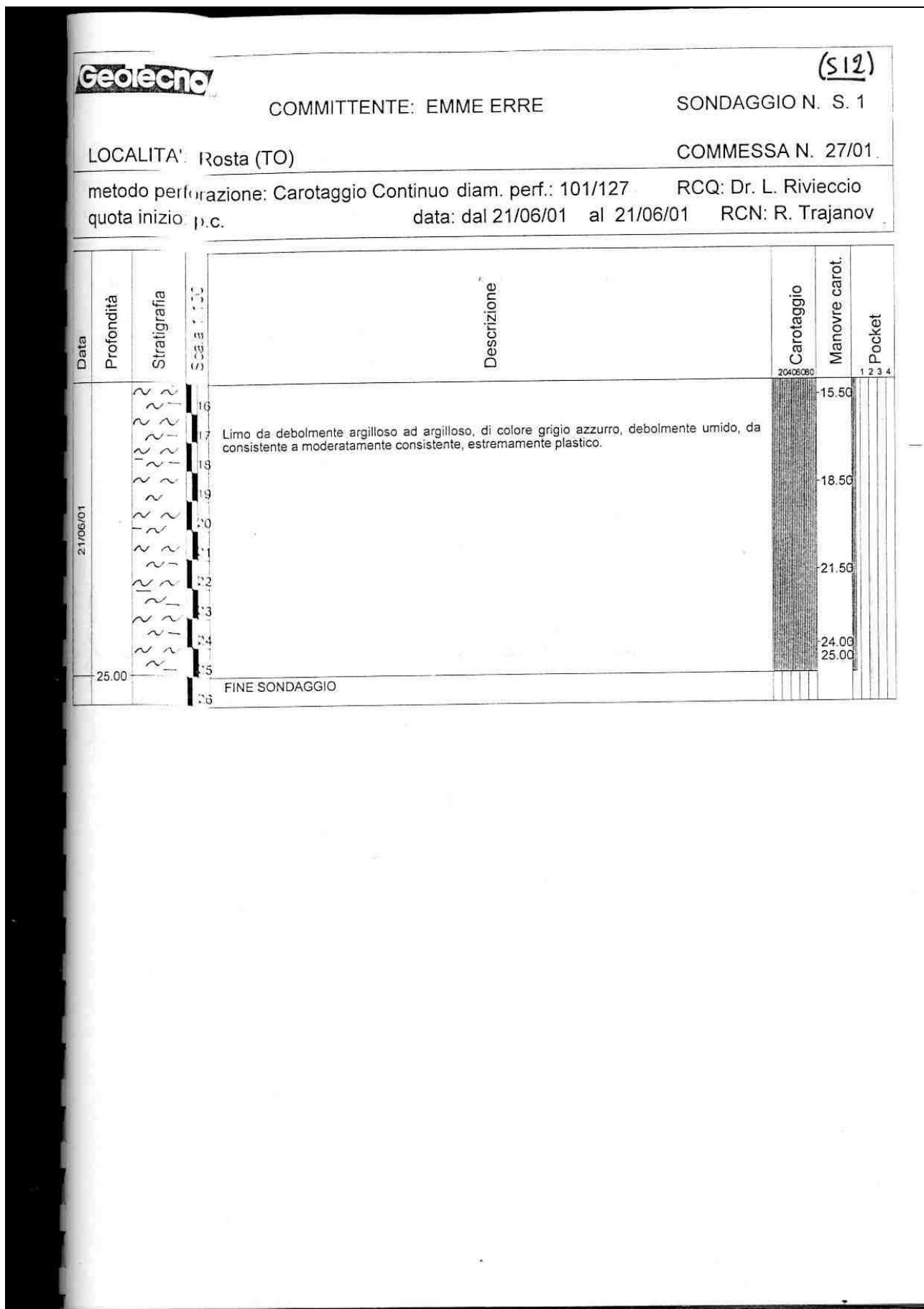


Figura 16

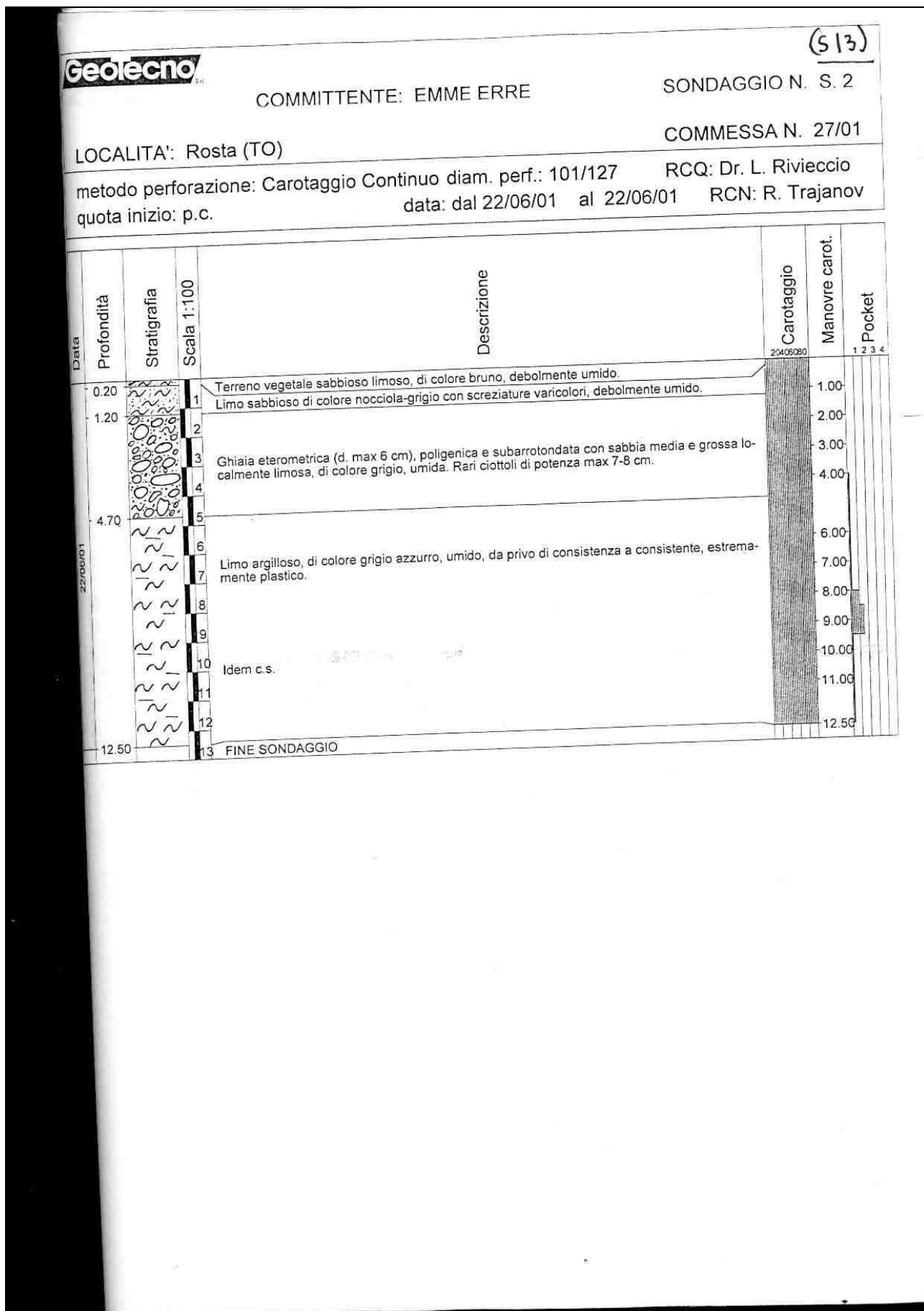


Figura 17

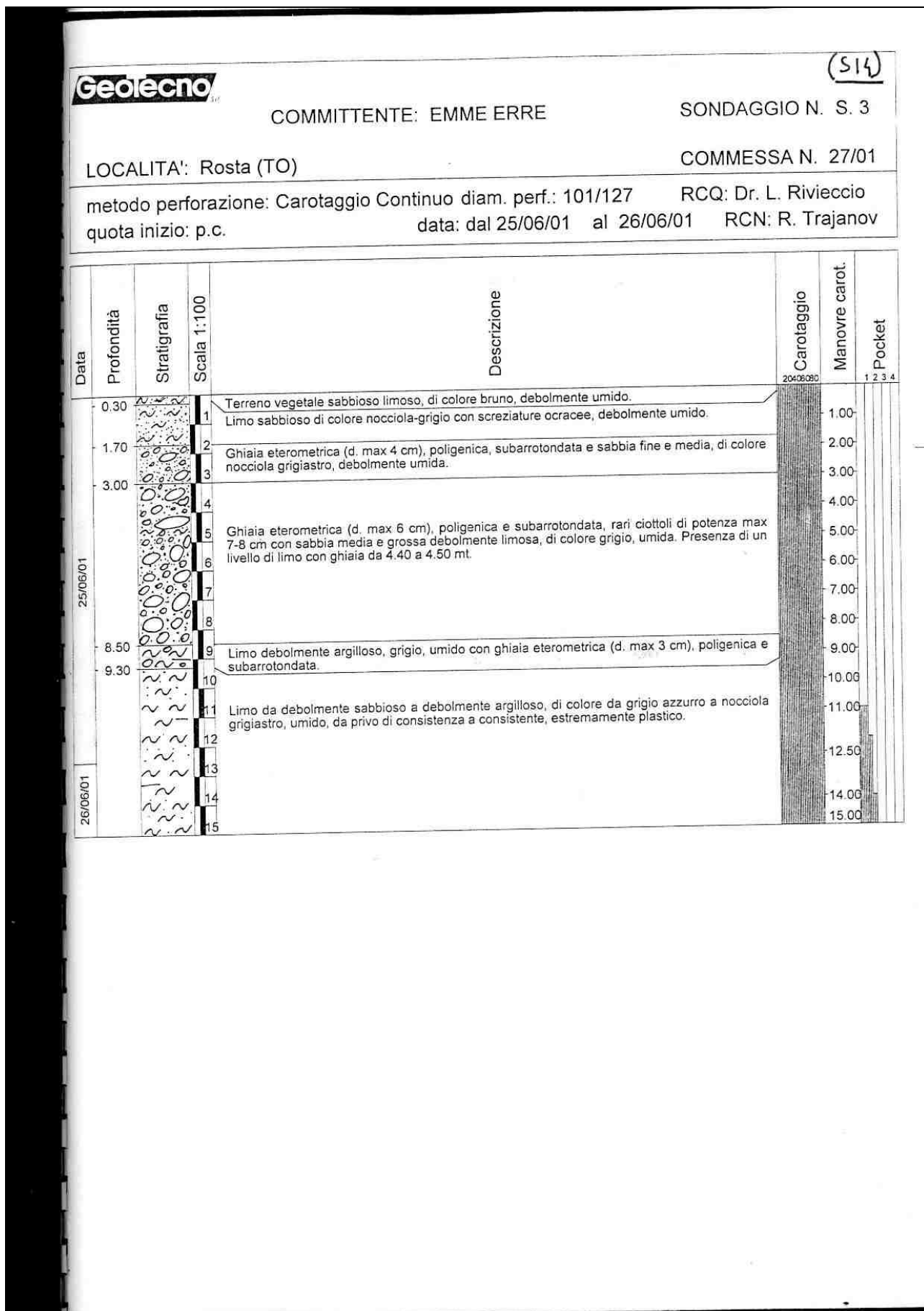


Figura 18

Geotecno

(S14)

COMMITTENTE: EMME ERRE

SONDAGGIO N. S. 3

LOCALITA': Rosta (TO)

COMMESSA N. 27/01

metodo perforazione: Carotaggio Continuo diam. perf.: 101/127

RCQ: Dr. L. Rivieccio

quota inizio: p.c.

data: dal 25/06/01 al 26/06/01

RCN: R. Trajanov

Data	Profondità	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio					
					Manovre carot.	Pocket				
26/06/01	16.70		16	Limo da debolmente sabbioso a debolmente argilloso, di colore da grigio azzurro a nocciola grigiastro, umido, da privo di consistenza a consistente, estremamente plastico.	20406090	15.00	1	2	3	4
						16.00				
	24.40		18	Ghiaia eterometrica (d. max 6 cm), poligenica e subarrotondata, ciottoli di potenza max 7-8 cm, con sabbia media e grossa debolmente limosa, di colore nocciola grigiastro, umida. Presenza di locali intercalazioni limose con ghiaia da 17.80 a 18.50 mt. e da 19.80 a 20.00 mt.		17.00				
						18.50				
						20.00				
						21.00				
						21.00				
						23.00				
						23.00				
	25.00		25	Limo debolmente sabbioso, di colore da nocciola a grigio, debolmente umido, consistente.		25.00				
			26	FINE SONDAGGIO						

Figura 19

Geotecno

(S15)

COMMITTENTE: EMME ERRE

SONDAGGIO N. S. 4

LOCALITA': Rosta (TO)

COMMESSA N. 27/01

metodo perforazione: Carotaggio Continuo diam. perf.: 101/127
quota inizio: p.c.RCQ: Dr. L. Rivieccio
RCN: R. Trajanov
data: dal 26/06/01 al 27/06/01

Data	Profondità	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	Pocket
26/06/01	1.50 2.60 3.00		1 2 3	Sabbia fine localmente limosa, di colore nocciola grigio, debolmente limosa.		1.00	1 2 3 4
				Sabbia fine e media, di colore grigio chiaro, debolmente umida con ghiaia eterometrica (d. max 4-5 cm), poligenica e subarrotondata.		2.00	
				Ghiaia eterometrica (d. max 6 cm), poligenica e subarrotondata con sabbia media debolmente limosa, di colore nocciola grigiastro, umida.		3.00	
27/06/01	4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00		4 5 6 7 8 9 10	Limo debolmente argilloso, di colore grigio azzurro, umido, privo di consistenza ed estremamente plastico.	4.00		
					5.00		
					6.00		
					7.00		
					8.00		
					9.00		
					10.00		
			11	FINE SONDAGGIO			

Figura 20

Geotecno⁵¹

COMMITTENTE: EMME ERRE

SONDAGGIO N. S. 5

LOCALITA': Rosta (TO)

COMMESSA N. 27/01

metodo perforazione: Carotaggio Continuo diam. perf.: 101/127

RCQ: Dr. L. Riviaccio

quota inizio: p.c.

data: dal 27/06/01 al 29/06/01

RCN: R. Trajanov

(516)

Data	Profondità	Campioni	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	Pocket
						20406080		1 2 3 4
27/06/01	0.50			1	Terreno di riporto sabbioso, grigio.		1.00	
	1.20			2	Terreno agrario limoso sabbioso, bruno, debolmente umido.		2.00	
	2.00			3	Sabbia media e fine, grigia, debolmente umida con ghiaia eterometrica (d. max 3-4 cm), poligenica e subarrotondata.		3.00	
				4	Ghiaia eterometrica (d. max 6 cm), poligenica e subarrotondata con sabbia media e fine, limosa, passante a sabbia grossa, grigia e umida. Da 5.90 a 6.00 mt. limo grigio con ghiaia.		4.00	
				5			5.00	
				6			5.50	
				7	Limo debolmente argilloso, di colore grigio azzurro, umido e consistente, passante a sabbioso, nocciola, con ghiaia eterometrica (d. max 3 cm), poligenica e subarrotondata.		6.00	
	6.20			8			7.00	
	7.40			9	Ghiaia eterometrica (d. max 6 cm), poligenica e subarrotondata con sabbia fine e media limosa, di colore nocciola grigio, satura. Tra 8.00 e 8.70 mt. intercalazione di sabbia grossolana, di colore grigio, con ghiaia e ciottoli di potenza max 7-8 cm.		8.00	
				10			9.00	
28/06/01	10.20			11	Limo sabbioso, di colore nocciola con screziature ocracee, debolmente umido, da consistente a molto consistente.		10.00	
				12			11.00	
				13			12.50	
	13.30			14	Limo localmete sabbioso, di colore grigio azzurro, debolmente umido, consistente.		14.00	
				15			15.00	

Figura 21

Geotecno^{sa}

COMMITTENTE: EMME ERRE

SONDAGGIO N. S. 5

LOCALITA': Rosta (TO)

COMMESSA N. 27/01

metodo perforazione: Carotaggio Continuo diam. perf.: 101/127
 quota inizio: p.c.

RCQ: Dr. L. Riviuccio
 data: dal 27/06/01 al 29/06/01 RCN: R. Trajanov

(5/6)

Data	Profondità	Campioni	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio						
						Manovre carot.	Pocket					
						20406060	1	2	3	4		
29/06/01				16	Limo localmete sabbioso, di colore grigio azzurro, debolmente umido, consistente. Idem c.s.		15.00					
				17				16.00				
				18					17.00			
				19						18.00		
				20							19.00	
				21								20.00
				22								21.00
				23								21.50
				24								23.00
		24.50		25								24.50
		25.00		26			FINE SONDAGGIO					25.00

Figura 22

Geotecno

(517)

COMMITTENTE: EMME ERRE

SONDAGGIO N. S. 6

LOCALITA': Rosta (TO)

COMMESSA N. 27/01

metodo perforazione: Carotaggio Continuo diam. perf.: 101/127

RCQ: Dr. L. Riviaccio

quota inizio: p.c.

data: dal 29/06/01 al 29/06/01

RCN: R. Trajanov

Data	Profondità	Campioni	Stratigrafia	Scala 1:100	Descrizione	Carotaggio	Manovre carot.	Pocket
						20406080		1 2 3 4
29/06/01	0.20			1	Terreno vegetale sabbioso limoso di colore bruno.			
					Limo sabbioso, di colore nocciola bruno, debolmente umido.		1.00	
	1.50			2	Sabbia media, nocciola, debolmente umida, con ghiaia eterometrica (d. max 6 cm), poligenica e subarrotondata, rari ciottoli di potenza max 7-8 cm.		2.00	
	2.50			3	Ghiaia eterometrica (d. max 6 cm), poligenica e subarrotondata con sabbia media debolmente limosa, di colore nocciola, umida.		3.00	
	3.00			4	Limo debolmente argilloso, di colore grigio azzurro, umido, moderatamente consistente.		4.00	
	4.50			5			5.00	
	5.00			6	FINE SONDAGGIO			



A seguire sono riportate le stratigrafie geotecniche ricavate dai sondaggi interni al depuratore ACSEL (cortesia Ufficio tecnico ACSEL nell'ambito della redazione del PRG di Rosta).

Figura 23 – Area interna al depuratore ACSEL. Sondaggio I

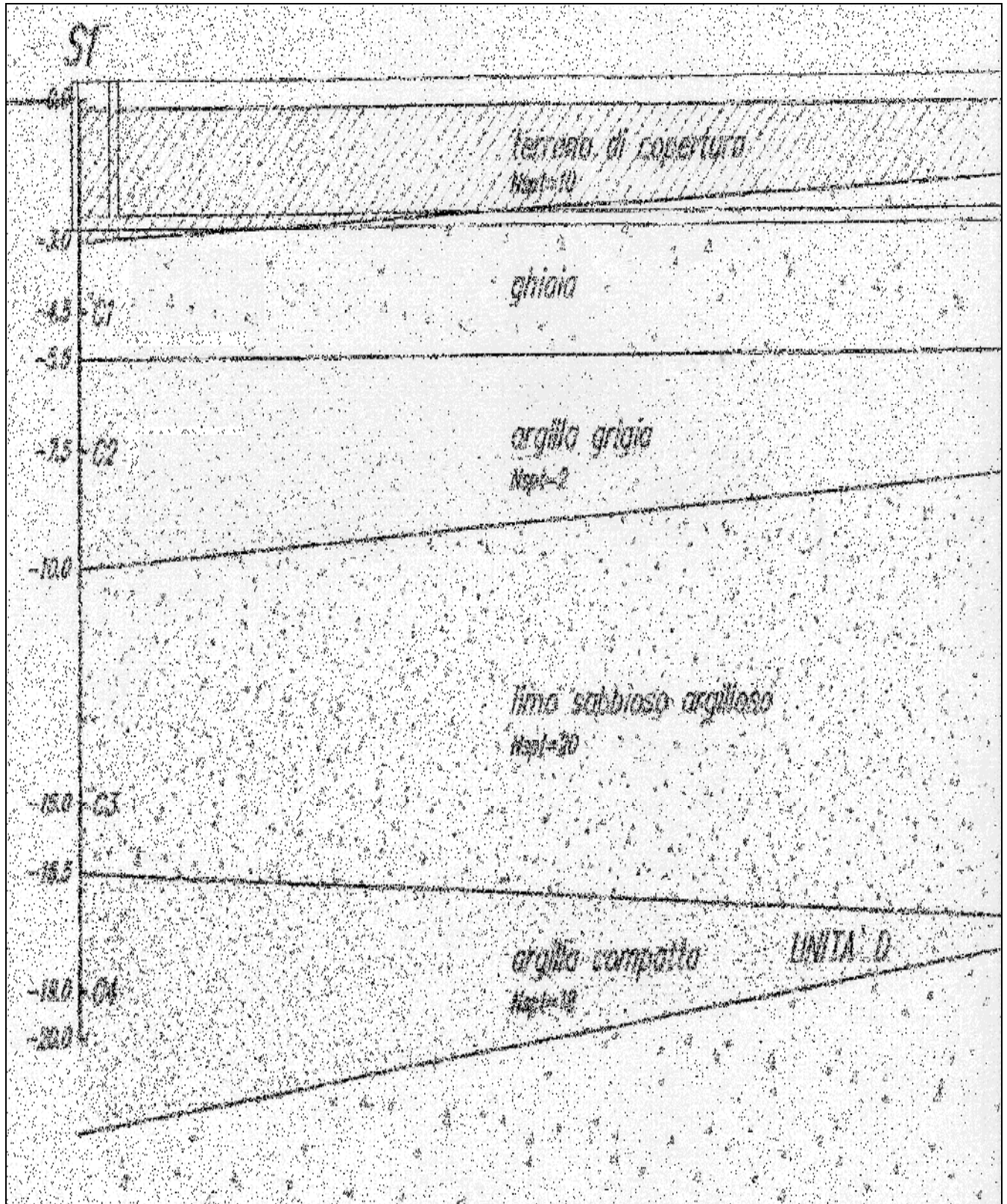


Figura 24 – Sondaggio II

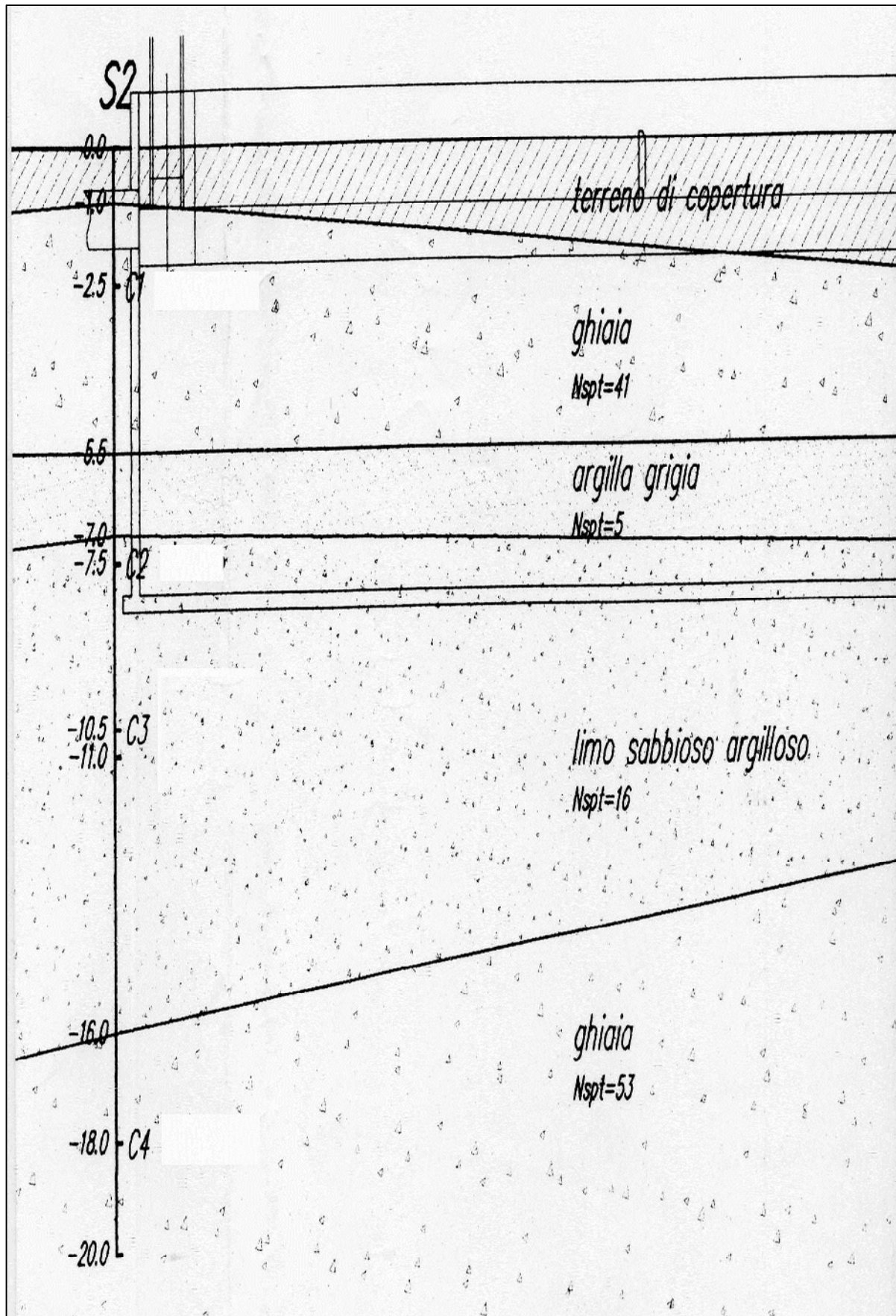
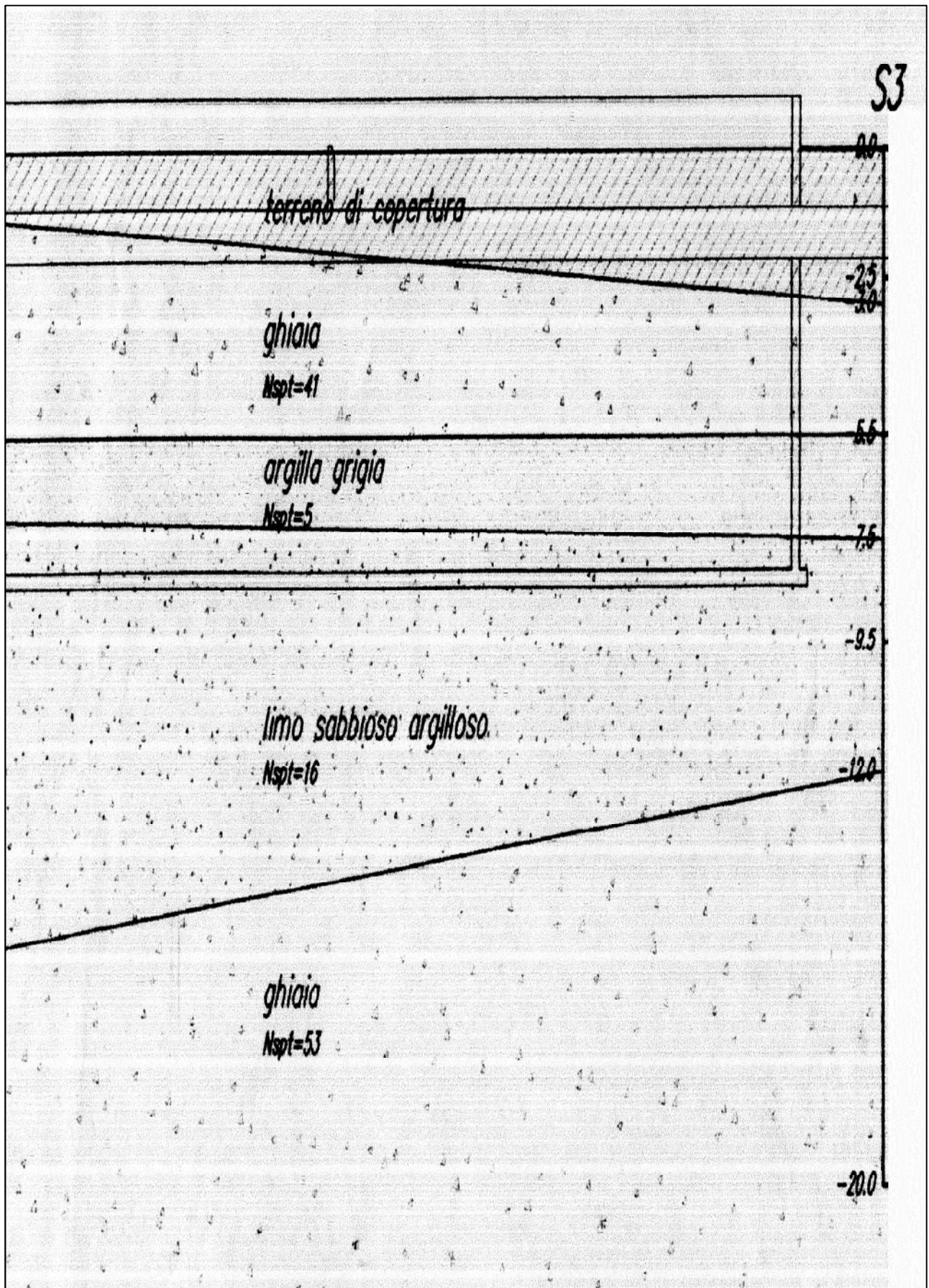


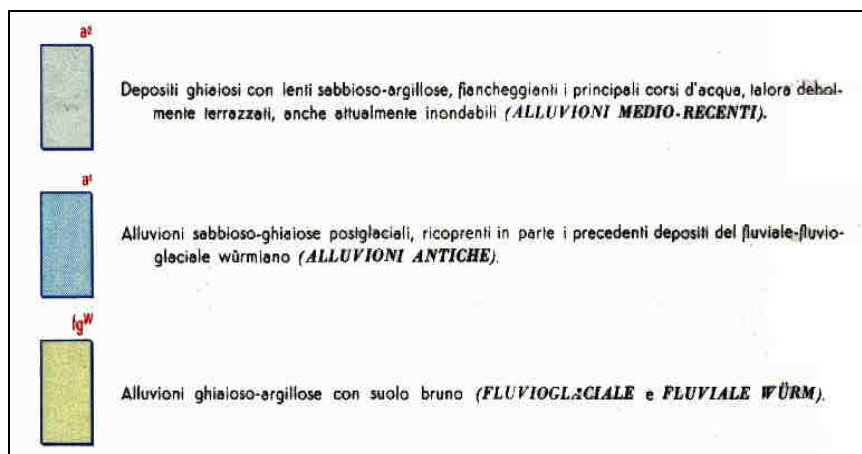
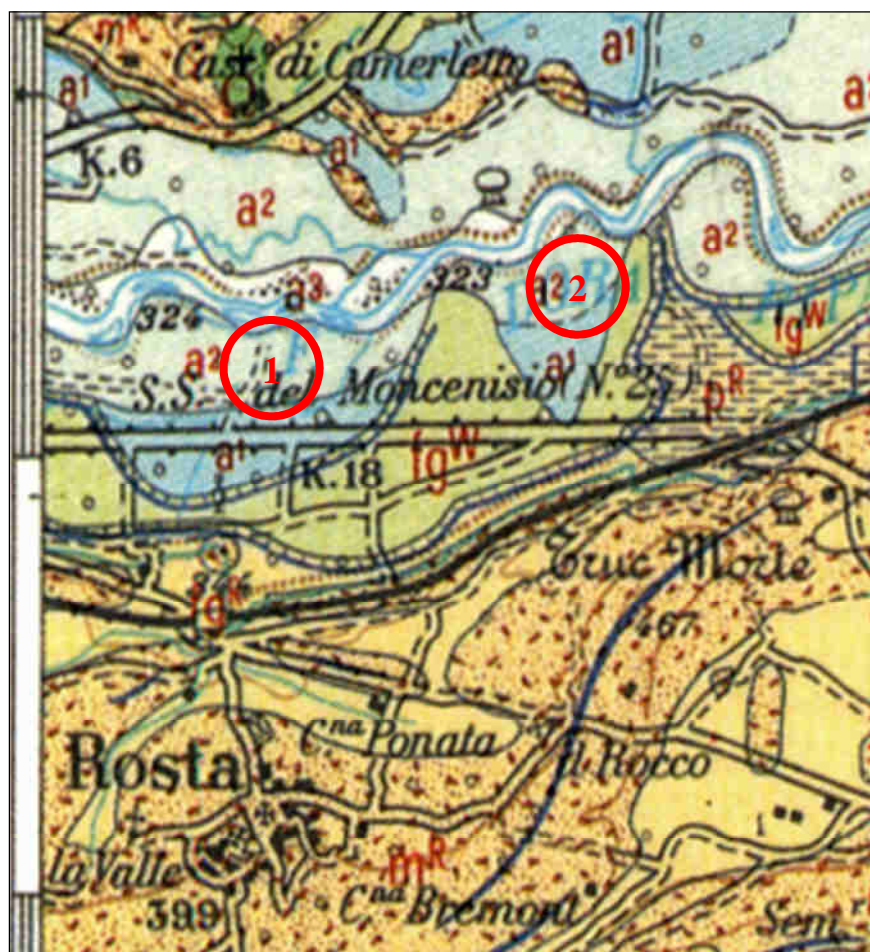
Figura 25 – Sondaggio III



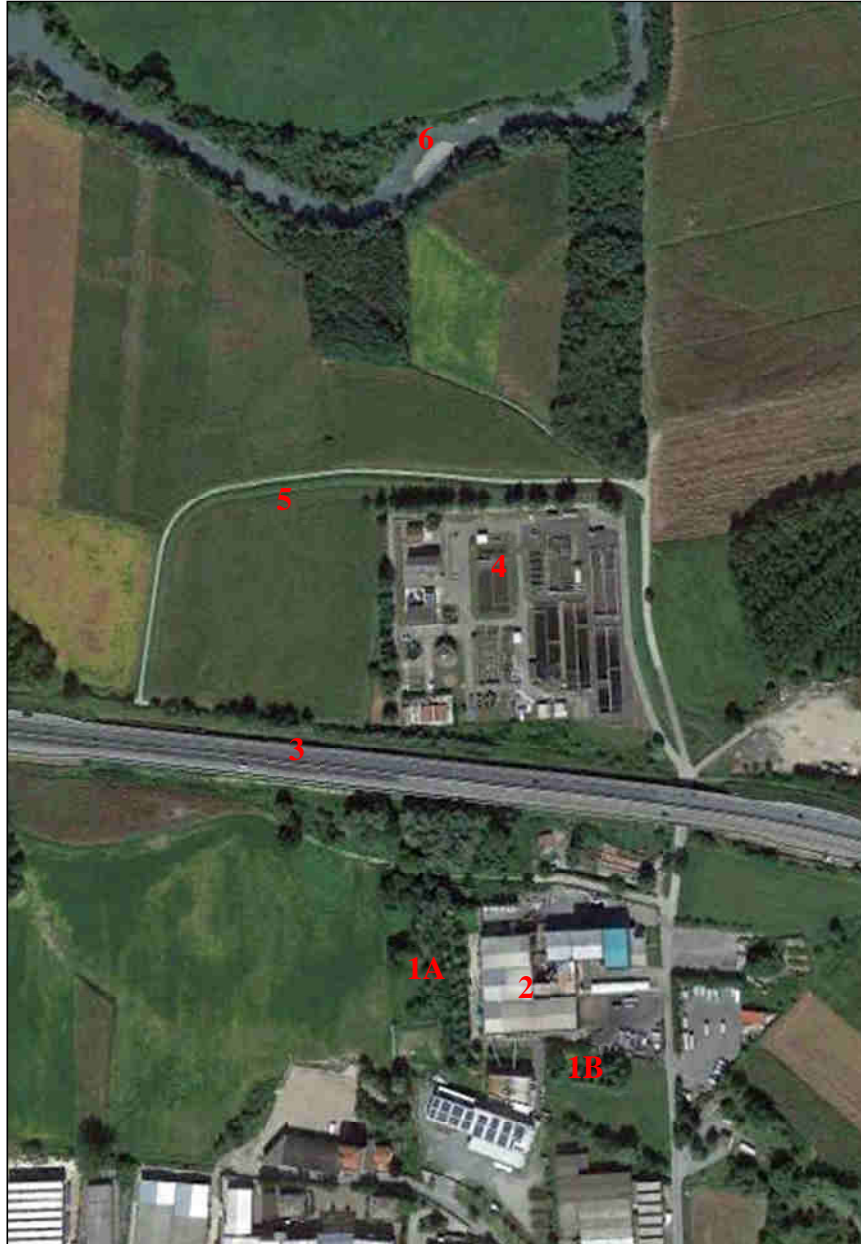
Dati disponibili in zona Lipitalia 2000

Nella figura seguente è evidenziata la posizione dell'area in studio (1) e la simmetrica condizione geomorfologica e geologico-stratigrafica dell'area Lipitalia 2000 (2), da cui sono tratti i risultati delle prove in situ e di laboratorio riportati a seguire. Si ricorda che a causa della vetustà della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 e ancor più della base topografica, il percorso del fiume non corrisponde a quello attuale, inoltre non sono riportati il tracciato autostradale, né altri elementi topografici connessi con le attività antropiche. In appendice sono riportati i certificati delle prove.

Figura 26 - Estratto dal Foglio n° 56 - Torino della "Carta Geologica d'Italia" in scala 1 : 100.000



La zona su cui sono state effettuate le prove in situ di seguito descritte (lotto 1A e 1B) si presenta in piano, ribassata di circa 1,2 m rispetto al p.c. su cui sono poste le strutture principali degli impianti Lipitalia (2). È posta alle spalle dell'alto rilevato dell'Auto-Frejus (3), che la separa dalla zona dell'impianto ACSEL (4), ora protetto da un argine (5) che indirettamente contribuisce anche alla protezione di questa parte della zona industriale di Rosta e dall'alveo della Dora Riparia (6).



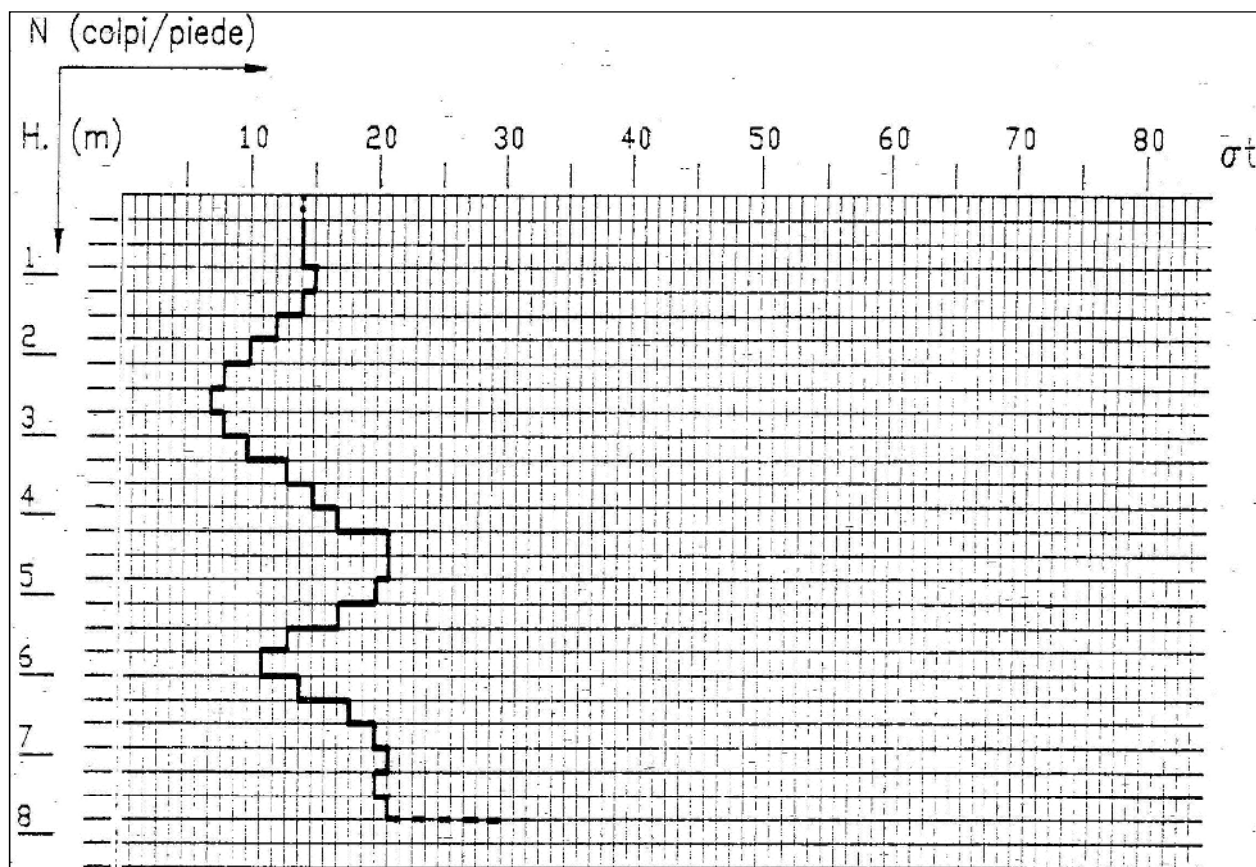
La collocazione della zona, in asse con le alluvioni di origine lacustre (p^R in carta, non affioranti sul sito) che si estendono verso i laghi attuali di Avigliana e che sono presenti anche al di sotto dell'alveo attivo della Dora è stata evidenziata nei sondaggi pregressi e nelle prove penetrometriche effettuate, che hanno messo in luce una costante presenza, per spessori irregolari, di alternanze limoso-argillose, talora torbose e livelli lenticolari ghiaiosi.

Il terreno vegetale di copertura, costituito da suolo brunastro e giallastro di origine loessica (eluvium e colluvium di loess), è potente poche decine di centimetri. E' presente su tutta l'area di intervento, ove non sostituito e/o miscelato con riporti eterometrici.

Prove penetrometriche dinamiche presso Lipitalia 2000

Sotto è riportato un grafico riassuntivo di tre prove penetrometriche effettuate nel 1993 che mostra l'andamento della resistenza alla penetrazione da parte del substrato fino a circa 8 m di profondità. In sintesi si vede come la resistenza iniziale vada diminuendo fino a circa 2,5 m dal p.c., per poi aumentare gradatamente, come prevedibile. Tale aumento con la profondità però non si mantiene, in quanto si ha una nuova diminuzione tra i 4,5 m circa e i 6 m da p.c. segue poi un nuovo aumento che si stabilizza tra i 6,5 e gli 8 m. A partire da questa profondità si ha poi sempre "rifiuto" alla penetrazione.

Figura 27



Sondaggi geognostici (Lipitalia 2000, anno 2007)

In appendice è riportato il dettaglio delle stratigrafie dei tre sondaggi del 2007. Sintetizzando le stratigrafie risultanti si ha quanto segue.

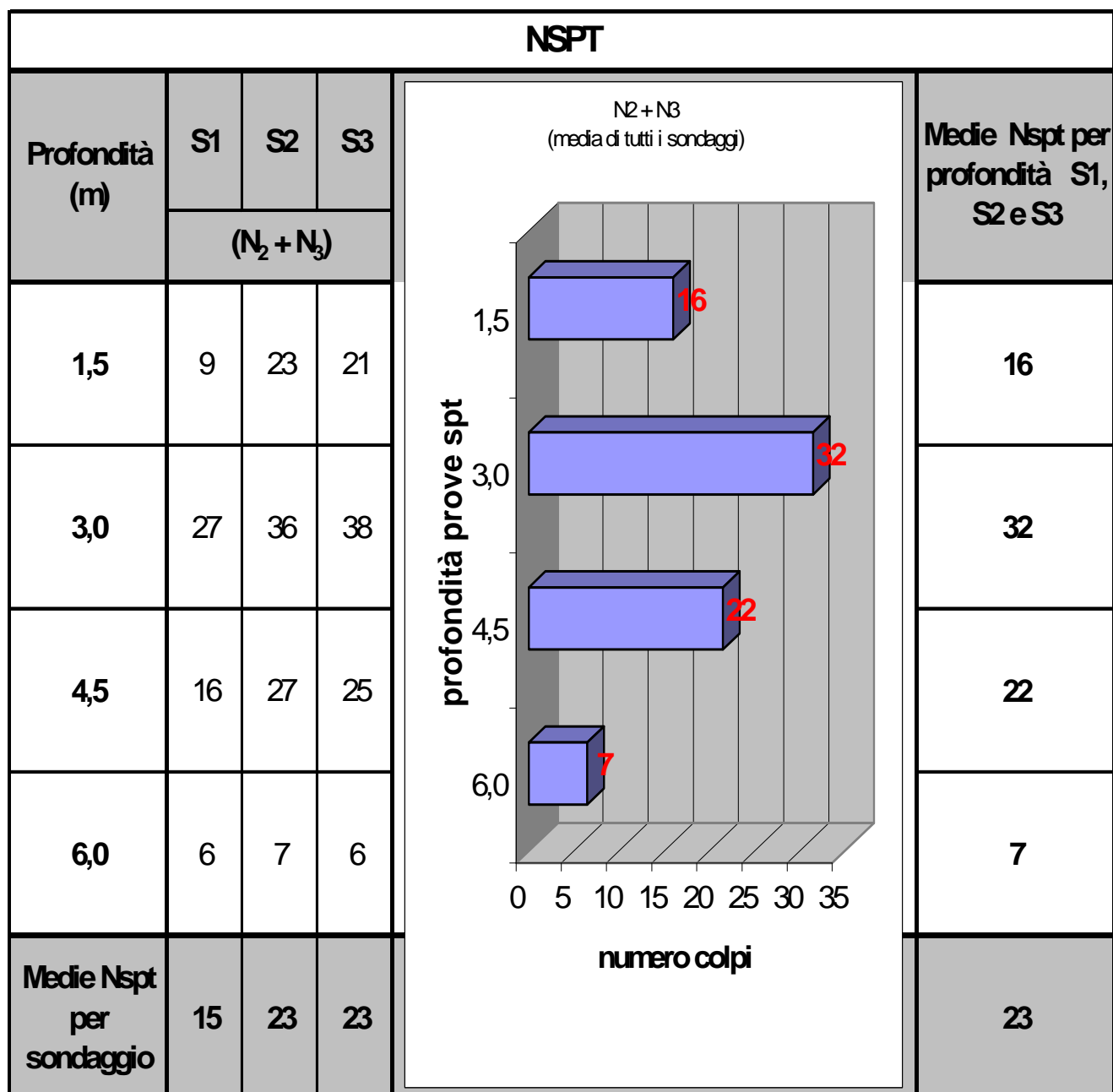
Figura 28

LEGENDA			
I	II	III	AVANZAMENTI SPT (Nspt = II+III)
			TERRENO VEGETALE
			RIPORTI
			LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO
			GHIAIA SABBIOSA GRIGIO-NOCCIOLA
			SABBIA PREVALENTE
			GHIAIE SABBIOSO-LIMOSE

SONDAGGIO n°	S1			S2			S3		
Prova:	SPT			SPT			SPT		
Profondità (m)	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0,00									
0,25									
0,50									
0,75									
1,00									
1,25									
1,50	4	4	5	8	9	14	8	8	13
1,75									
2,00									
2,25									
2,50									
2,75									
3,00	10	10	17	18	18	18	16	18	20
3,25									
3,50									
3,75									
4,00									
4,25									
4,50	6	5	11	12	13	14	10	13	12
4,75									
5,00									
5,25									
5,50									
5,75									
6,00	2	3	3	2	3	4	4	3	3
6,25									
6,50									
6,75									
7,00									
7,25									
7,50									

Accorpare i dati delle prove in situ si hanno i seguenti valori di N_{spt} :

Figura 29



I valori NSPT medi sui due sondaggi hanno quindi la sequenza: 16 – 32 – 22 - 7 rispettivamente a 1,5 / 3,0 / 4,5 e 6,0 m di profondità.

Il primo sondaggio ha valori di N_{spt} minori rispetto agli altri due sondaggi fino ad almeno 4,5 m di profondità, per poi uniformarsi nei valori. Nel primo sondaggio la prima prova spt interessa il riporto ed il risultato si differenzia nettamente, in senso negativo, rispetto all'analoga prova nei due sondaggi eseguiti su terreno naturale in posto alla stessa profondità: 9 colpi/ N_{spt} nel primo sondaggio, 23 e 21 rispettivamente nel 2° e nel 3°. Anche a -3 e a -4,5 m dal p.c. vi sono differenze, infatti mediamente il primo sondaggio ha risultati più scadenti rispetto agli altri due, ma

i valori sono comunque buoni o ottimi in tutte le postazioni: 27, 36 e 38 a -3 m e 16, 27 e 25 a -4,5 m. La consistenza dei materiali nel livello ghiaioso non aumenta regolarmente con la profondità: infatti raggiunge un massimo attorno ai 3 metri, per scendere già a -4,5 (quota falda riscontrata nel 2007). Si ha una brusca riduzione di consistenza al passaggio ai livelli limoso-argillosi più profondi, sempre presenti a partire da circa 5-5,5 m di profondità.

Pozzetti esplorativi

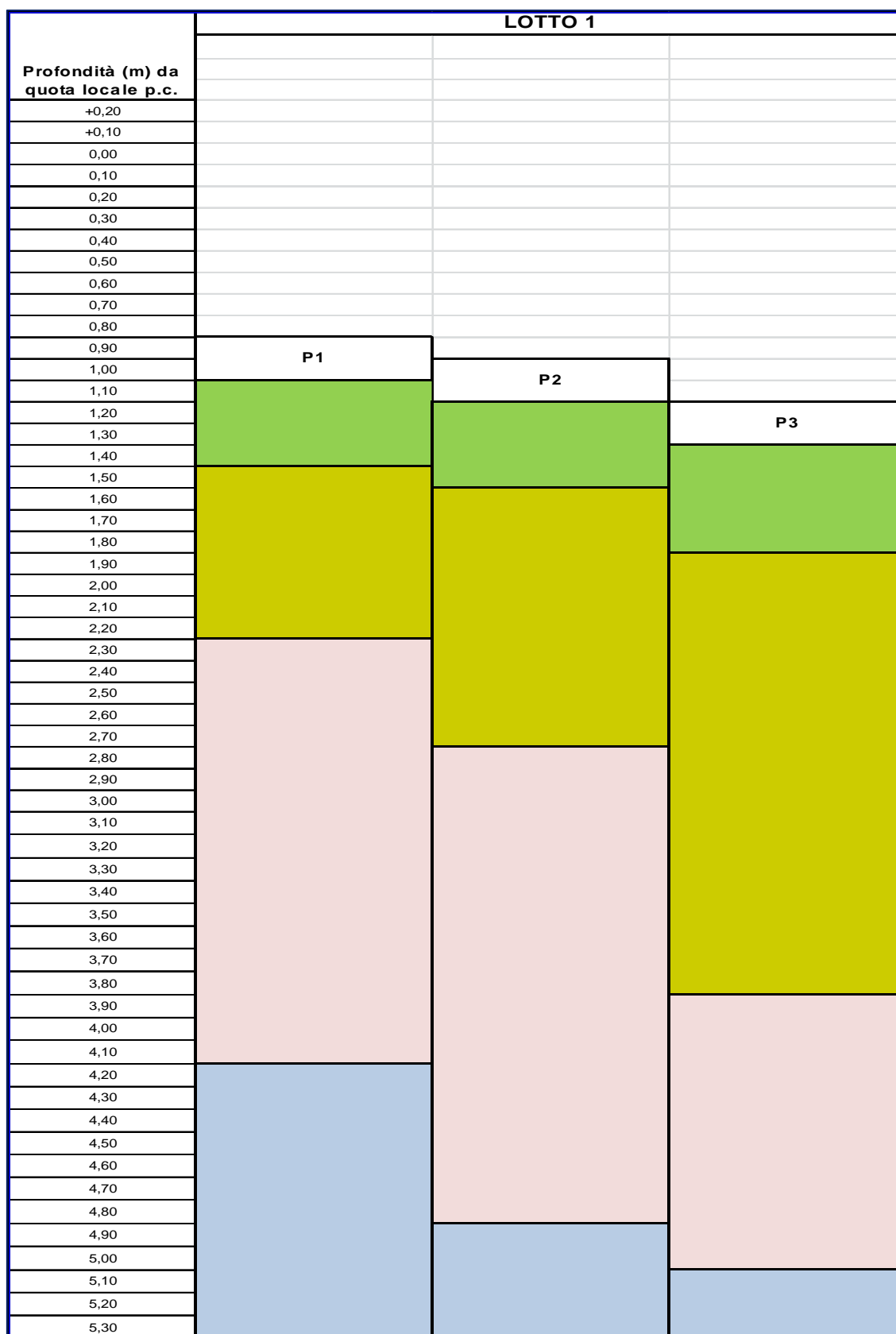
In data 27 gennaio 2016 stati presi alcuni campioni rappresentativi dei vari litotipi presenti nei primi 4 m di profondità dal p.c. in corrispondenza ai due lotti durante l'esecuzione di 5 pozzetti esplorativi³ che possono essere così rappresentati:

Figura 30

LEGENDA	
	TERRENO VEGETALE LIMOSO
	RIPORTI
	LIMO ARGILLOSO
	SABBIA GHIAIOSA
	SABBIA
	GHIAIA SABBIOSA

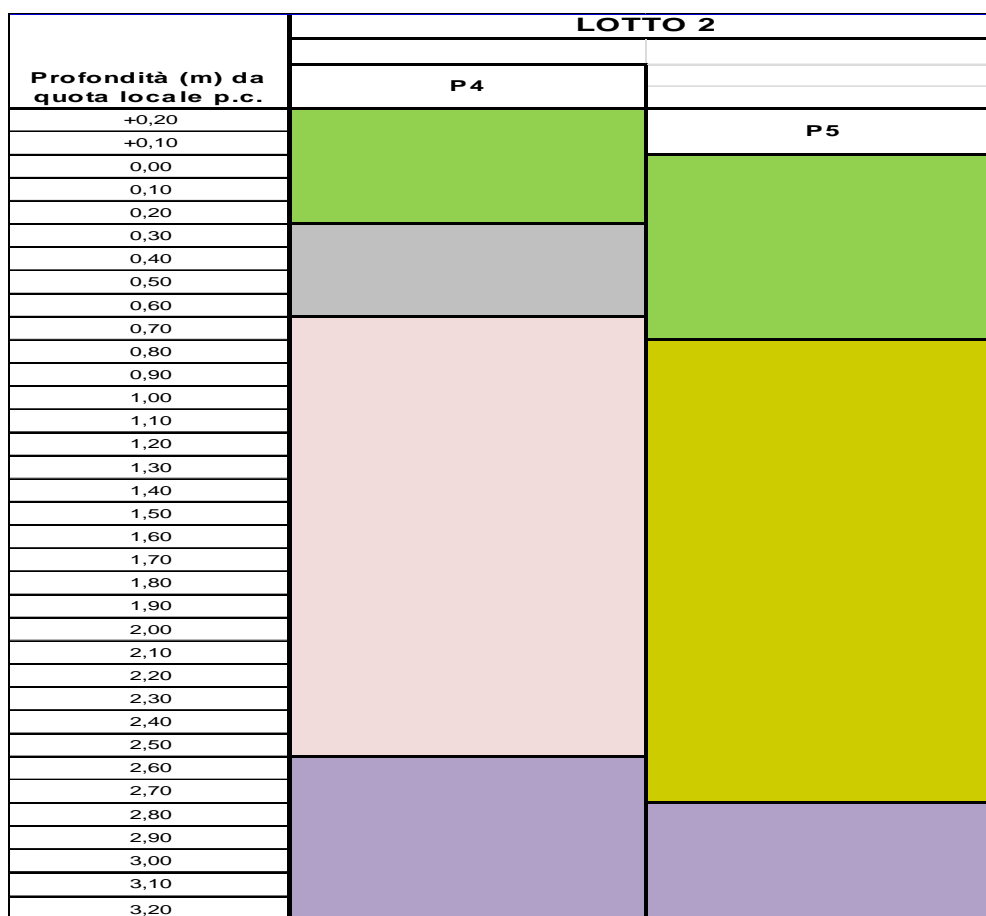
³ V. documentazione fotografica in appendice.

Figura 31



Le quote di p.c. dei pozzetti sono tutto riferite allo 0.00 del Lotto 2 del rilievo planoaltimetrico.

Figura 32



In sintesi si ha quindi sempre una copertura vegetale di qualche decina di centimetri, seguita, tranne che in un caso dove si è riscontrato un po' di riporto (P4), da livelli lenticolari di sabbie, sabbie con ghiaia, ghiaia e ghiaietto sabbiosi e poco limosi, puliti, poco addensati e non in falda, potenti pochi metri, da 3 a 5, e sovrastanti limi argillosi compatti e molto plastici. Nel caso dei pozzetti il livello limoso-argilloso, talora con venature carboniose di origine organica, è stato raggiunto solo in un caso, causa la ridotta profondità degli scavi, ma è sicuramente presente su tutta l'area con potenze di decine di metri, interrotte solo occasionalmente da livelli lenticolari sabbioso-ghiaiosi.

Pozzetti esplorativi

Le prove di laboratorio eseguite appositamente in questa circostanza, unite a quelle già fatte in passato nella zona consentono una classificazione precisa dei litotipi presenti.

Nella presente indagine sono stati analizzati tre campioni rimaneggiati rappresentativi delle granulometrie tipiche delle litologie principali:

- P2C1 Pozzetto n. 2 Profondità di prelievo circa -1,60 m dal p.c.
- P1C1 Pozzetto n. 1 Profondità di prelievo circa -2,70 m dal p.c.

- P4C1 Pozzetto n. 4 Profondità di prelievo circa -3,20 m dal p.c.

Tabella 1

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA PERCENTUALE LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONI			
N° CAMPIONE	P2 C1	P1 C1	P4 C1
GHIAIA	3%	60%	no
SABBIA	94%	35%	4%
LIMO	3%	5%	53%
ARGILLA	no	no	44%
Limite di liquidità	21%	==	46%
Limite di plasticità	15%	==	29%
Indice di plasticità	6%	==	17%
CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA	Sabbia	Ghiaia con sabbia debolmente limosa	Limo con argilla
CLASSIFICAZIONE STRADALE (AASHO - CNR UNI 10006)	A 3 (0)	A-1-a (0)	A-7-6 (12)
SISTEMA UNIFICATO	SW	GW	ML

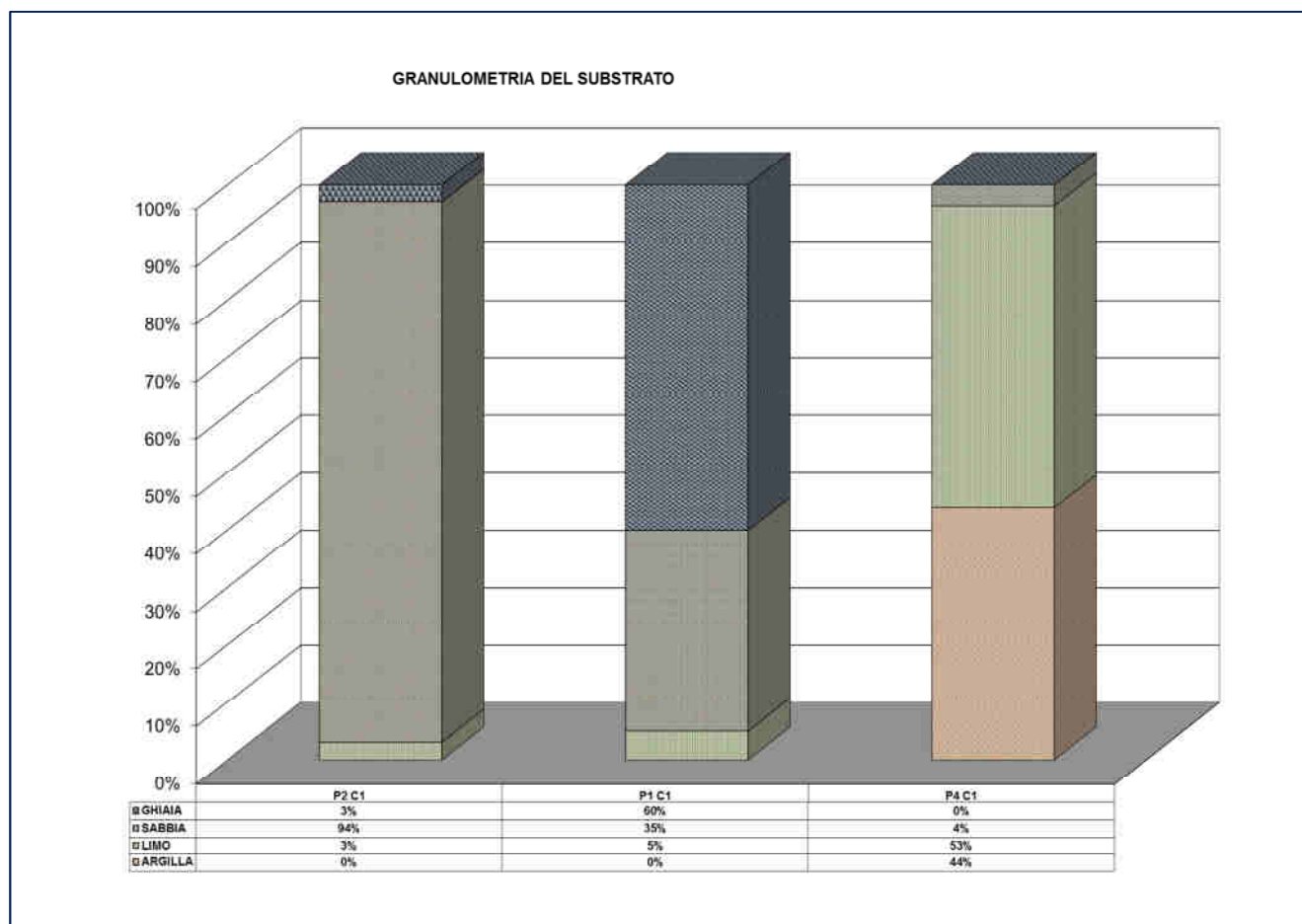


Figura 33

A titolo di confronto si riportano anche i risultati delle prove di laboratorio del 2007 relative ad un campione ghiaioso-sabbioso e ad uno limoso-argilloso provenienti dai lotti adiacenti, che dettero risultati analoghi:

Tabella 2

CLASSIFICAZIONE CAMPIONI		
N° CAMPIONE	C1	C2
PROFONDITA' PRELIEVO	3,50 - 3,80	6,50 - 6,70
GHIAIA	58%	2%
SABBIA	29%	21%
LIMO + ARGILLA	13%	78%
LIMITE LIQUIDO	N.P.	33%
LIMITE PLASTICO		24%
INDICE PLASTICO		8%
CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA	ghiaia con sabbia, limosa	limo sabbioso (debolmente argilloso)
CLASSIFICA STRADALE (AASHO - CNR UNI 10006)	A 1-a (eccellente sottofondo stradale)	A 4 (mediocre sottofondo stradale)
SISTEMA UNIFICATO	SM (sabbia)	LM (limo inorganico)

Caratteristiche granulometriche del substrato

Come si può vedere dalle stratigrafie, di norma è presente una sottile coltre di copertura sabbioso limosa, seguita da ghiaie sabbiose o sabbioso limose potenti alcuni metri, poi sono onnipresenti i limi argillosi plastici, a volte intercalati da livelli grossolani. Sono anche presenti eccezioni, in cui da sabbie fini e limi sabbiosi si passa direttamente a limi argillosi. A seguire sono riportate sintesi dei valori di percentuali granulometriche e dei limiti di Atterberg riscontrati complessivamente nelle analisi disponibili per l'area omogenea.

GRANULOMETRIA LIMI FLUVIOLACUSTRI

TIPOLOGIA	% MINIMA	% MASSIMA	% MEDIA
CIOTTOLI	0	0	0
GHIAIA	0	0	0
SABBIA	0	88	31
LIMO	12	55	42
ARGILLA	0	46	27

Le Alluvioni fluvioglaciali e fluviali würmiane (“Sintema di Palazzolo” p.p.) si alternano con i precedenti e possono presentare livelli a granulometria grossolana, ma sempre con prevalenza delle classi a diametro minore e può esservi prevalenza di fine limoso rispetto a sabbie e ghiaie.

GRANULOMETRIA ALLUVIONI FLUVIOGLACIALI WÜRMIANE

TIPOLOGIA	% MINIMA	% MASSIMA	% MEDIA
CIOTTOLI		(non rilevati)	
GHIAIA	0	80	50
SABBIA	3	40	24
LIMO	2	51	15
ARGILLA	0	46	12

Le Alluvioni fluviali antiche, recenti ed attuali costituiscono il substrato nell'alveo attivo del corso d'acqua principale, la Dora Riparia. Nel letto del fiume sono mobili, con potenza ridotta e poggiano sui limi impermeabili sottostanti precedentemente descritti. Al di là dei limiti di estensione fanno passaggio alle alluvioni ghiaiose più ricche di fine del "Fluvioglaciale e fluviale Würm".

GRANULOMETRIA ALLUVIONI FLUVIALI*

TIPOLOGIA	% MINIMA	% MASSIMA	% MEDIA
CIOTTOLI	abbondanti (non conteggiati nelle analisi granulometriche)		
GHIAIA	0	80	30
SABBIA	5	92	39
LIMO	4	78	25
ARGILLA	0	18	6

* Senza distinzioni tra antiche, recenti ed attuali.

ALTRE CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO

- *Limiti di Atterberg*

La valutazione dei Limiti di Atterberg è significativa solo ove la percentuale di limi ed argilla sia prevalente, pertanto i valori riportati si riferiscono esclusivamente a livelli a fine dominante e non a materiale presente come legante secondario nelle bancate più detritiche.

TIPOLOGIA	VAL. MINIMO %	VAL. MASSIMO %
LIMITE LIQUIDO	19,50	44,25
LIMITE PLASTICO*	19,03	29,30
INDICE PLASTICO	(3,67)	14,95

* Ove possibile

- **Contenuto naturale d'acqua**

E' molto variabile, sia in relazione alle caratteristiche granulometriche, sia ovviamente alla presenza di falda, pertanto si segnalano i campi massimi di variabilità riscontrati negli studi eseguiti in passato.

UMIDITA' NATURALE

LITOLOGIA PREVALENTE	% H ₂ O MINIMA	% H ₂ O MASSIMA
GHIAIA	2,50	9,86
SABBIA	3,97	19,05
LIMO	21,84	30,90
ARGILLA*	35,45	49,63

* L'argilla come litologia in realtà non è mai percentualmente prevalente.

- **Permeabilità**

Anche qui si tratta di caratteristiche fisiche troppo legate alla tipologia locale del terreno perchè abbia senso una valida generalizzazione. Si riportano comunque i valori dei coefficienti di permeabilità a carico variabile determinati per i limi sottostanti alle alluvioni fluviali nei pressi della ex cava in loc. Moglie ed a lato della SS n° 25 (km 17 + 600 ca.), perchè sono risultati molto simili tra di loro e si può supporre che in qualche misura siano generalizzabili per il substrato profondo del fondovalle.

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' k

UBICAZIONE	k _{med} (in m/s)
Regione Moglie - Ex cava Rocci Nello & Elso s.d.f.	5,20 x 10 ⁻⁹
Zona industriale SS n° 25	5,56 x 10 ⁻⁹

Questi valori si devono intendere come limite inferiore di velocità di filtrazione dei terreni fini di substrato nell'ambito del territorio in esame. Per terreni più grossolani si avrebbero ovviamente valori estremamente più elevati (e determinabili solo con prove in situ). Secondo Castany (v. sotto) il substrato fine è collocabile al passaggio tra limi e argille con permeabilità convenzionalmente "bassa" o "nulla".

Valori del coefficiente di permeabilità. Influenza della granulometria: diametri dei grani e diametri rispettivi.

$K (m/s)$		10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	
GRANULOMETRIA	omogenea	Ghiaia			Sabbia		Sabbia molto fine	Silt	Argilla						
	varia	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla			Limi							
GRADI DI PERMEABILITÀ		ELEVATA					BASSA					NULLA			
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI					SEMI-PERMEABILI					IMPER.			

limiti convenzionali

CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI

Sulla base delle caratteristiche descritte in precedenza si sono ottenute numerose classificazioni dei terreni, che spesso si ripetono e quindi possono essere raggruppate in alcune tipologie prevalenti:

TIPOLOGIA	DEFINIZIONE DESCRITTIVA
Alluvioni fluviali grossolane recenti in alveo	Ghiaia con sabbia (+ ciottoli)
Alluvioni antiche (lungo la SS n° 25)	da Limi sabbiosi a Ghiaie sabbiose
Substrato di origine fluviolacustre	da Sabbie limose ad Argille limose

L'allineamento su cui verrà impostato l'argine in progetto coincide con il confine della ex-cava di inerti, successivamente utilizzata come area di riempimento di materiali eterogenei, compresi materiali di scavo delle gallerie dell'Autofrejus, pertanto in alcuni punti il substrato alluvionale originario potrebbe essere stato sostituito da materiali di riporto.

Caratterizzazione sismica

Indagine sismica in loc. Lipitalia (M.A.S.W.)

In data 26 Gennaio 2016 è stata prodotta un'acquisizione sismica attiva MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) con sismografo PASI a 24 canali.

La linea di acquisizione è stata ubicata sul margine occidentale del lotto 1A e ha previsto uno stendimento di 46 metri di lunghezza con distanza intergeofonica di 2,00 m. Le energizzazioni sono state effettuate a 3 e a 10 metri di distanza dal primo geofono mediante utilizzo di massa battente su piattello (per le onde longitudinali) e tramite supporto a pendolo su trave (per le onde di taglio).

Si sono previste due distinte acquisizioni con geofoni orizzontali da 4,5 Hz disposti prima longitudinalmente e in seguito trasversalmente allo stendimento e funzione di stacking con la ripetizione di n. 4 battute per ogni energizzazione.

Tale operazione consente di produrre un'indagine indiretta attiva che misura la velocità di fase delle onde sismiche di superficie e di acquisire i primi arrivi delle onde sia nel campo delle onde di Love sia nel campo delle onde di Raileigh .

Tale metodologia minimizza i consueti errori di interpretazione legati alla necessità di disporre di un corretto aggancio stratigrafico di taratura.

La metodologia, inoltre, non necessita di valori di velocità di V_p e V_s progressivamente crescenti con la profondità, dal momento che consente di discriminare agevolmente le insidiose inversioni di velocità.

5.2 Elaborazione delle misure

L'interpretazione delle misure effettuate è stata condotta con il software WinMasw 4.6 Pro che consente di utilizzare l'analisi congiunta delle acquisizioni MASW (in onde di Rayleigh e in onde di Love), per ricostruire la distribuzione delle velocità delle onde di taglio (V_s) in profondità attraverso l'applicazione di un algoritmo genetico che procede alla ricerca del modello che minimizza l'errore rispetto alle misure effettuate.

L'elaborazione ha permesso di ricostruire il modello sismo-stratigrafico monodimensionale del terreno da valutarsi certamente affidabile e significativo nei primi 30 metri di profondità.

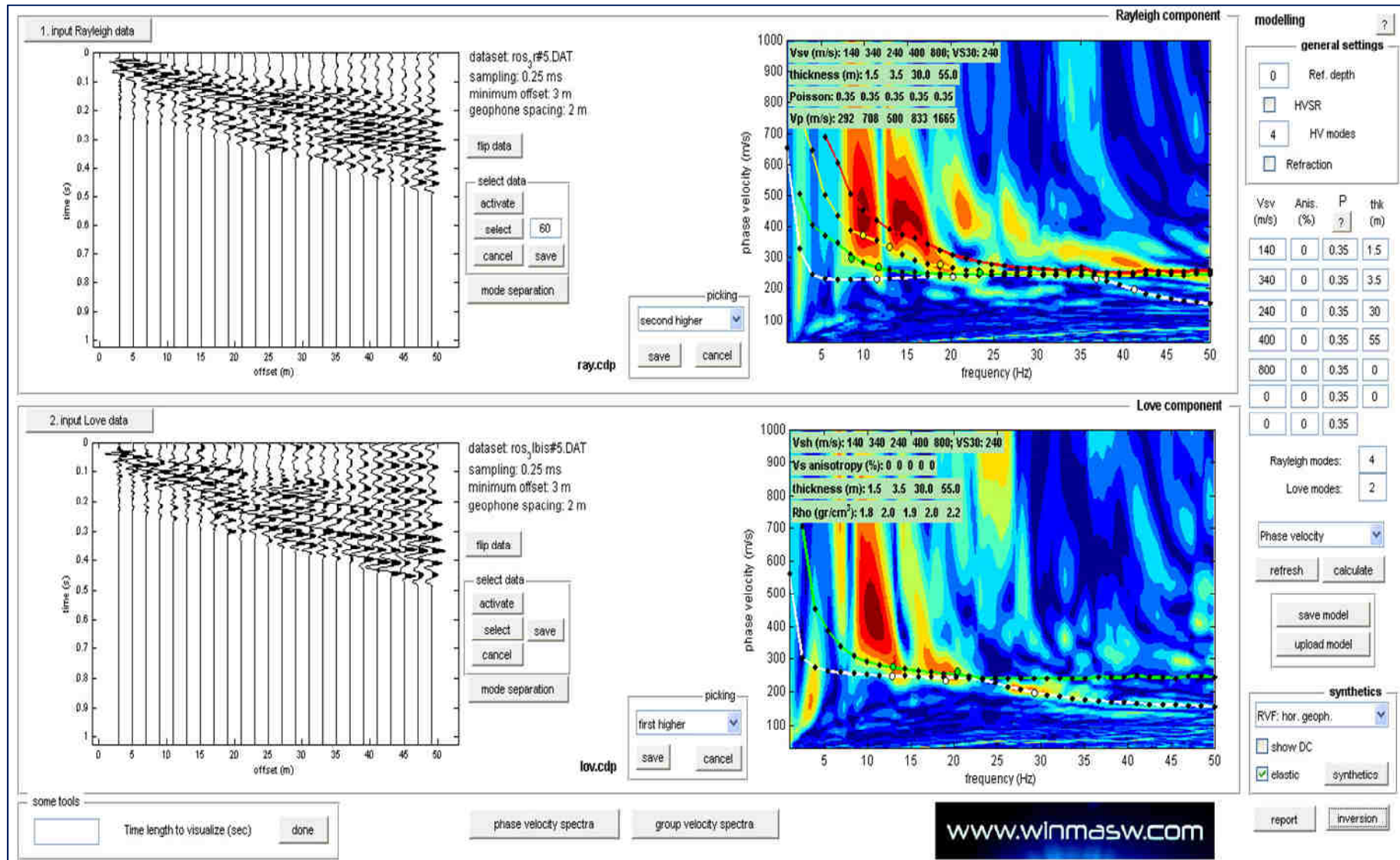


Figura 34 - Dati MASW acquisiti ed il modello interpretativo iniziale prodotto con il software WINMASW

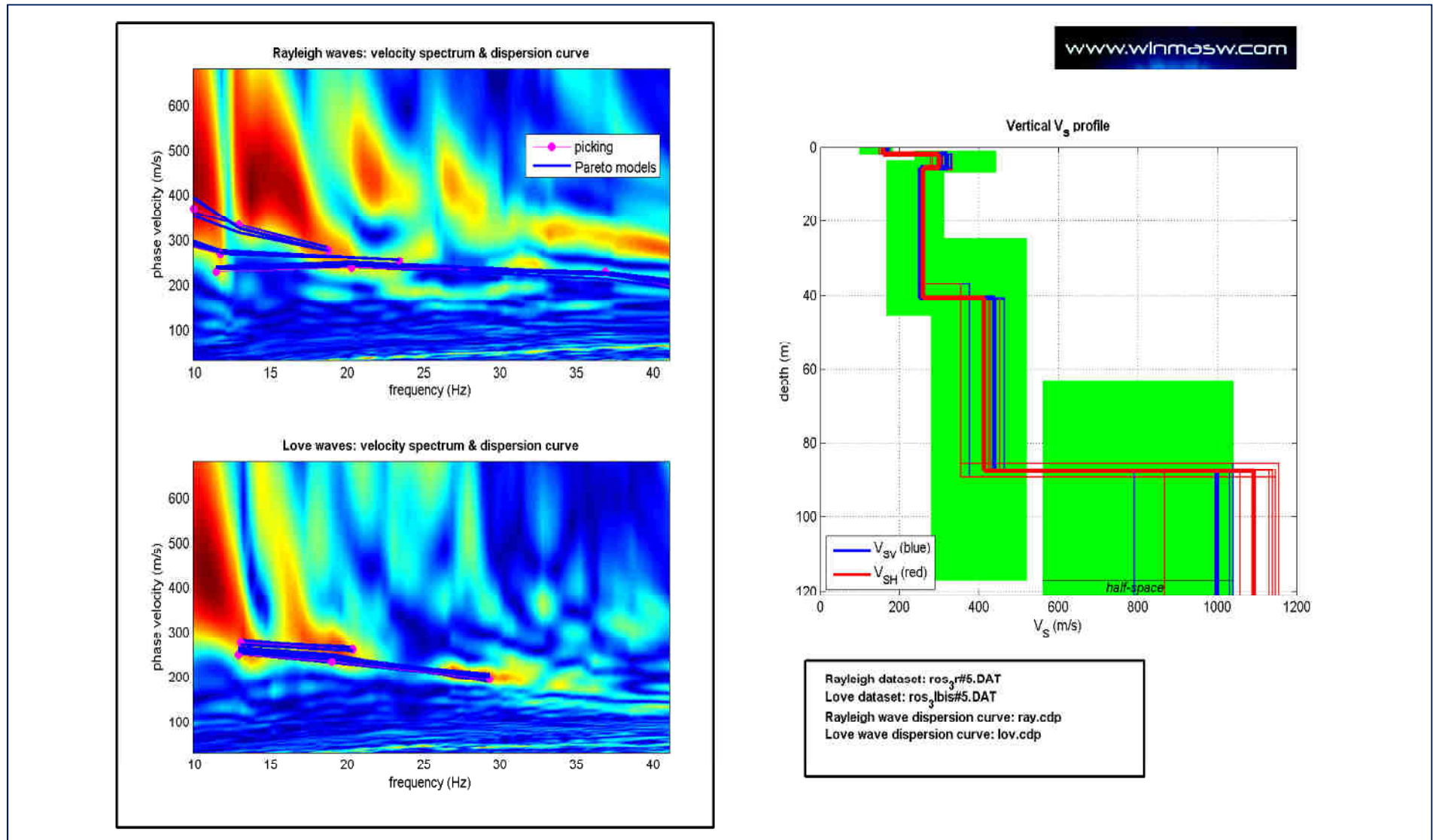


Figura 35 - Curve di dispersione e il modello interpretativo definitivo prodotto con il software WIN-MASW

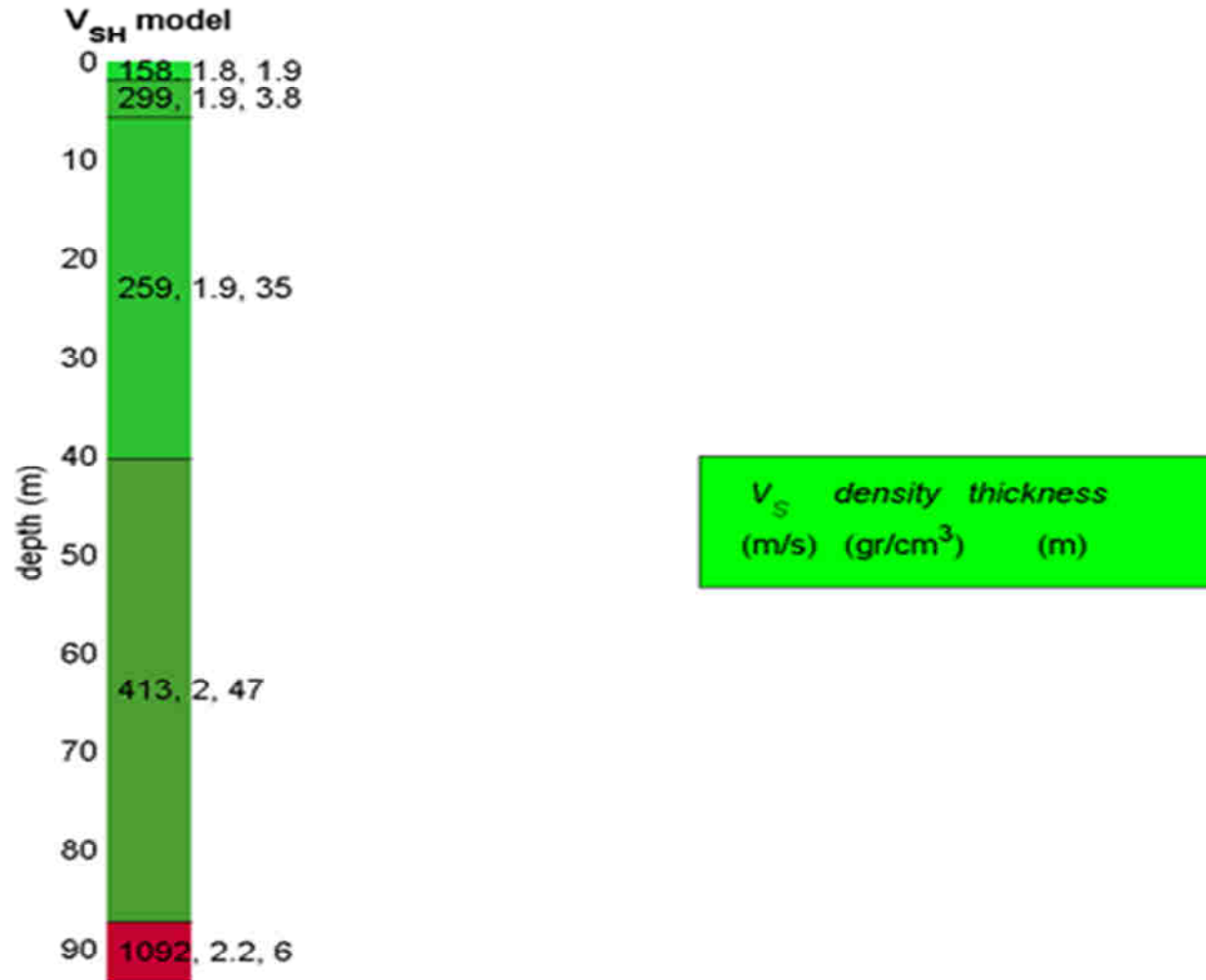


Figura 36 - Modello delle velocità delle onde di taglio

Il valore delle V_{s30} determinato è compreso nell'intervallo 253 ± 2 m/s, corrispondente ad un profilo di **sottosuolo di tipo C**. Il bedrock sismico viene individuato dal modello, seppure con determinazione di bassa affidabilità, a profondità comunque sensibilmente superiori ai 30 metri. Ai fini della categoria topografica il sito può essere assimilato ad una configurazione superficiale semplice, rappresentata da “zone di pianura” e pertanto ascrivibile alla **categoria T1**.

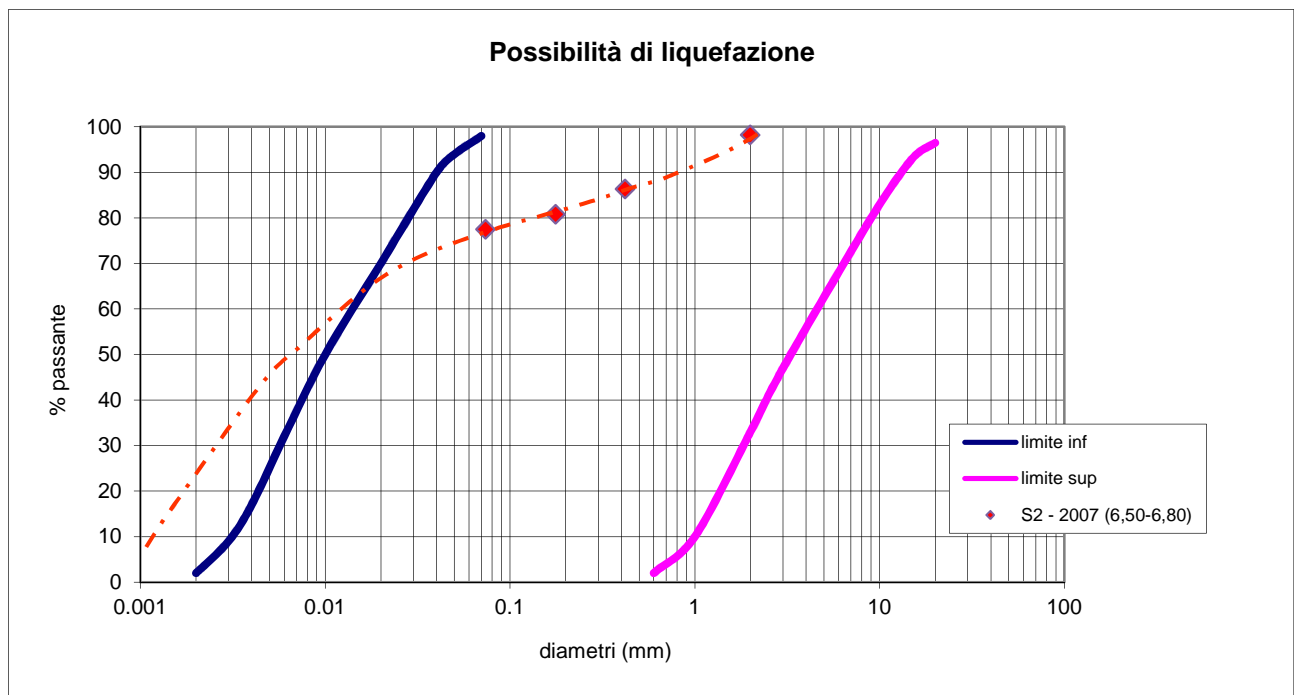
Verifica del rischio di liquefazione

Ai sensi dei punti da 1 a 4 del comma 7.11.3.4.2 delle NTC 2008 il sito rientra tra quelli a potenziale possibilità del verificarsi di fenomeni di liquefazione in caso di sisma.

E' stata pertanto acquisita un'analisi granulometrica di laboratorio geotecnico, di un campione prelevato nel sondaggio 2, che fu realizzato per un'indagine geognostica nell'area libera a ridosso dello stabilimento Lipitalia nel 2007.

I risultati dell'analisi evidenziano che la distribuzione granulometrica del campione considerato, prelevato dallo strato 4 nel lotto adiacente, risulta per più del 60 % esterno al limite inferiore di liquefazione (figura 5).

Per il punto 5 del comma 7.11.3.4.2 delle NTC 2008, si esclude pertanto di dover procedere alla verifica del rischio di liquefazione dei terreni di fondazione.

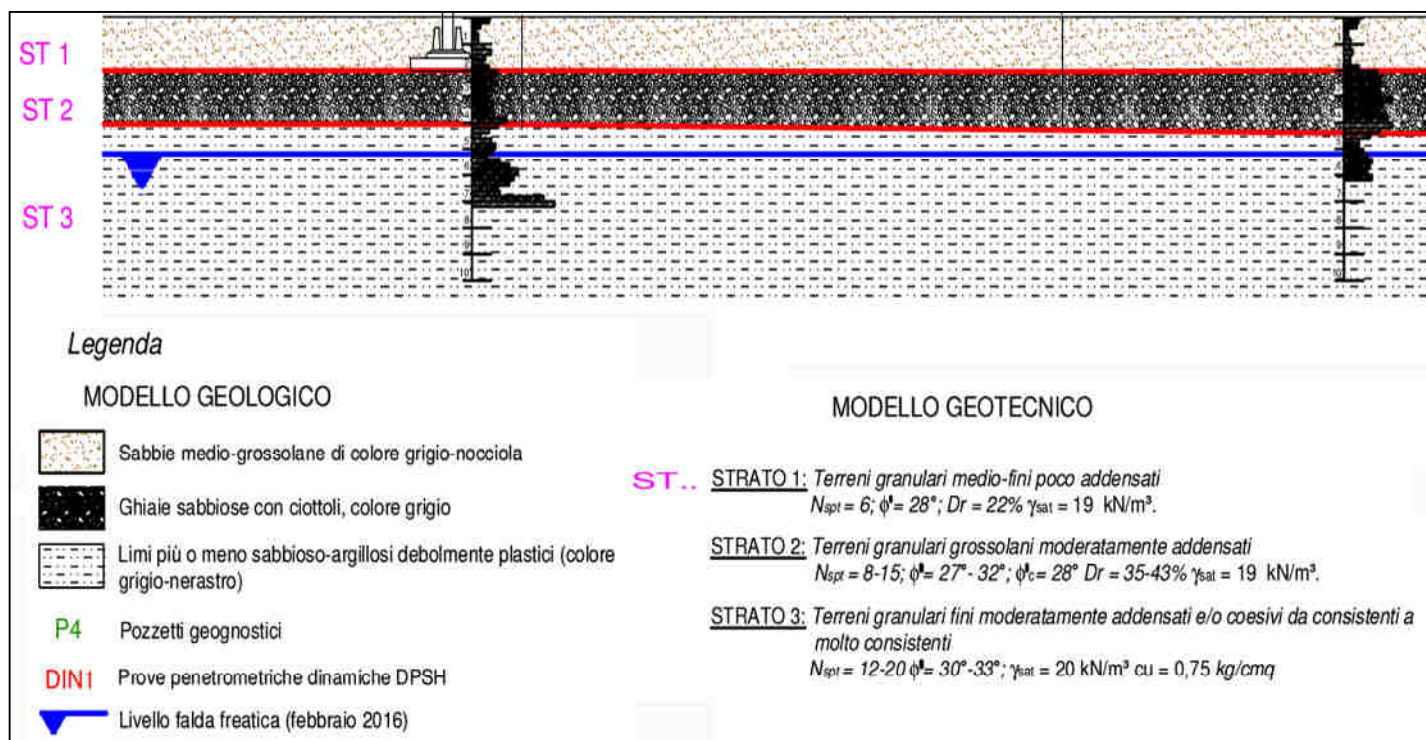


Distribuzione granulometrica dei campioni in riferimento al campo di potenziale liquefazione per Coefficiente di uniformità $U_0 > 3,5$

Modello geologico

Sulla base dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche e dai pozzetti geognostici, è stata ricostruita una sezione geologica e geotecnica riportata in estratto a seguire, che, stante l'omogeneità geologica e geomorfologica con il sito in studio si ritiene possa essere assunta come modella anche per l'area di intervento oggetto del presente progetto.

Figura 37



Il modello litostratigrafico del sito indagato risulta essere rappresentato dalla presenza di tre orizzonti litotecnici sovrapposti:

- depositi sabbiosi di colore grigio-nocciola;
- Ghiaie sabbiose con ciottoli, colore grigio;
- Limi più o meno sabbioso-argillosi debolmente plastici di colore grigio-nerastro.

Nei livelli indagati la falda è stata rilevata alla profondità di circa 5,20.

In riferimento al modello geotecnico è stato ricostruito un assetto caratterizzato dalla presenza di tre diversi orizzonti sovrapposti, distinti sulla base di differenti caratteristiche di resistenza al taglio e deformabilità. In sintesi a partire dalla superficie sono stati riconosciuti:

- **Strato 1:** terreni granulari medio-fini poco addensati;
- **Strato 2:** terreni granulari grossolani moderatamente addensati;
- **Strato 3:** terreni granulari fini moderatamente addensati e/o coesivi da consistenti a molto consistenti.

I campi di variabilità dei parametri geotecnici per ognuno degli strati individuati sono sintetizzati nella seguente tabella:

Tabella 3

Strati	N_{SPT}	DR (%)	Φ'	φ_{sat} (t/m³)	Cu (kg/cm²)
STRATO 1	6	22	28°	1,9	--
STRATO 2	8-15	35-43	27-32°	1,9	--
STRATO 3	12-20	--	30-33°	2,0	0,75

Documentazione integrativa (Lipitalia 2000)

Prove penetrometriche dinamiche (1993)

Sondaggi geognostici (ampliamento 2007)

Prove di laboratorio (2016)

Prove penetrometriche dinamiche (1993)

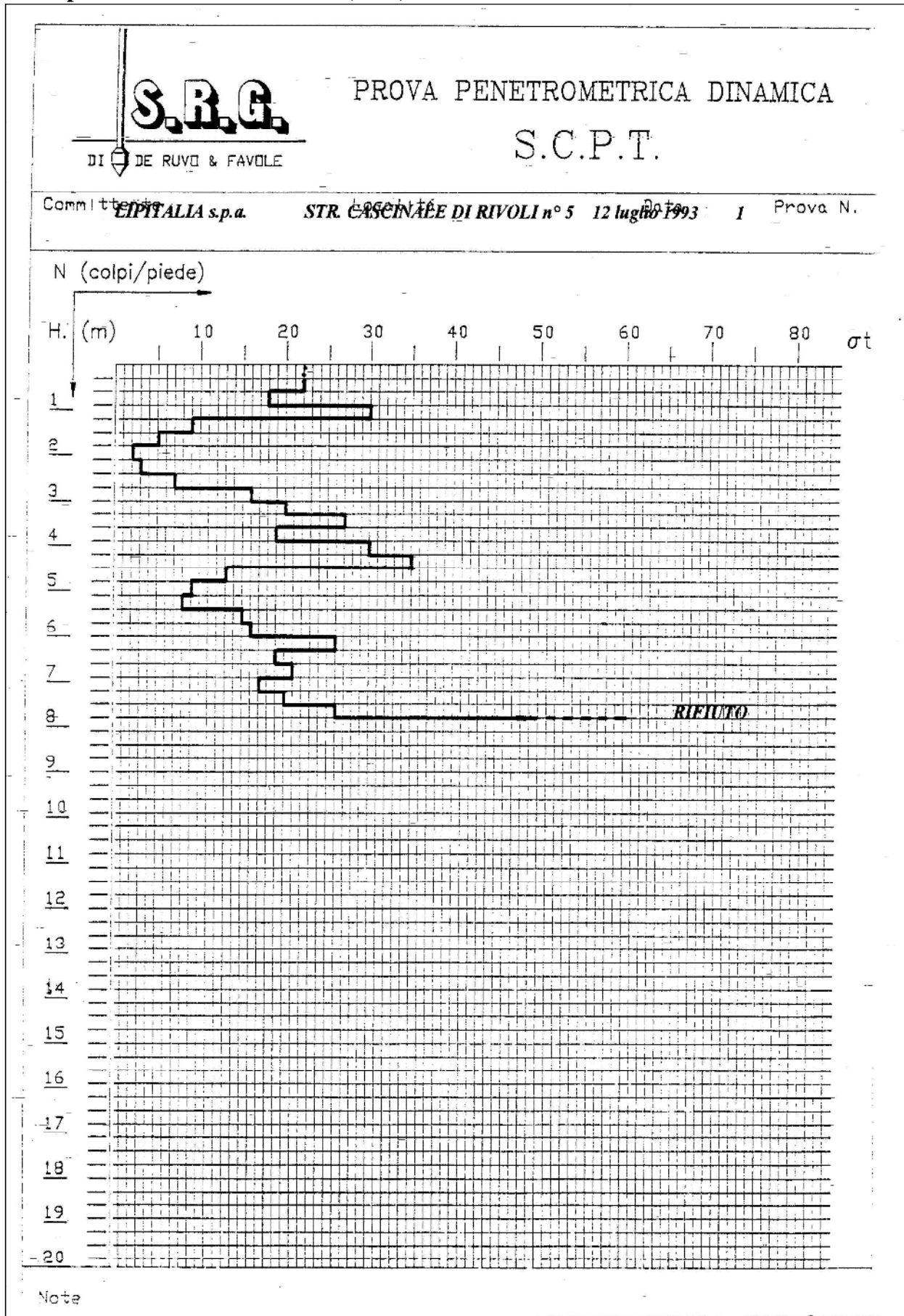


Figura 38

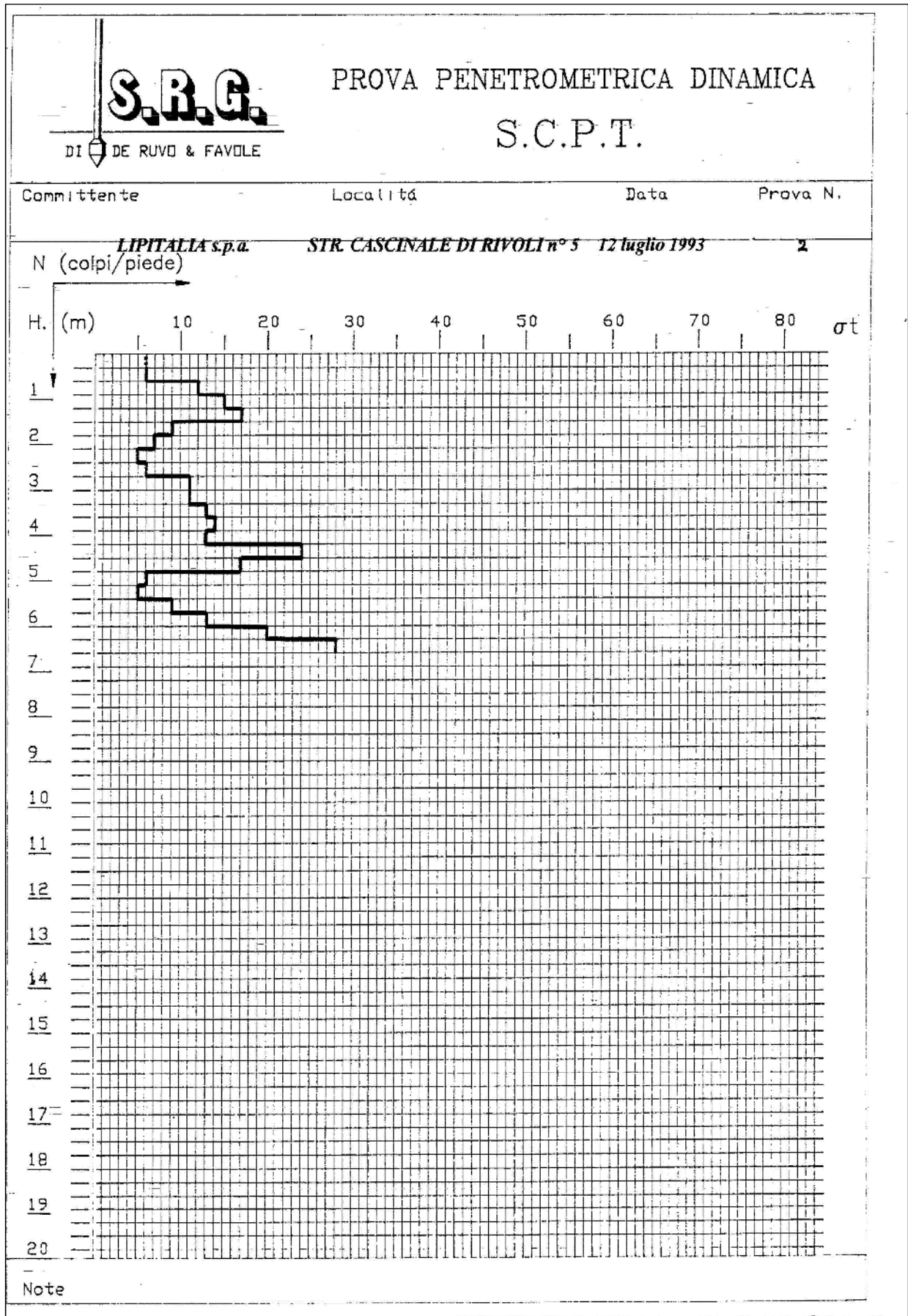


Figura 39

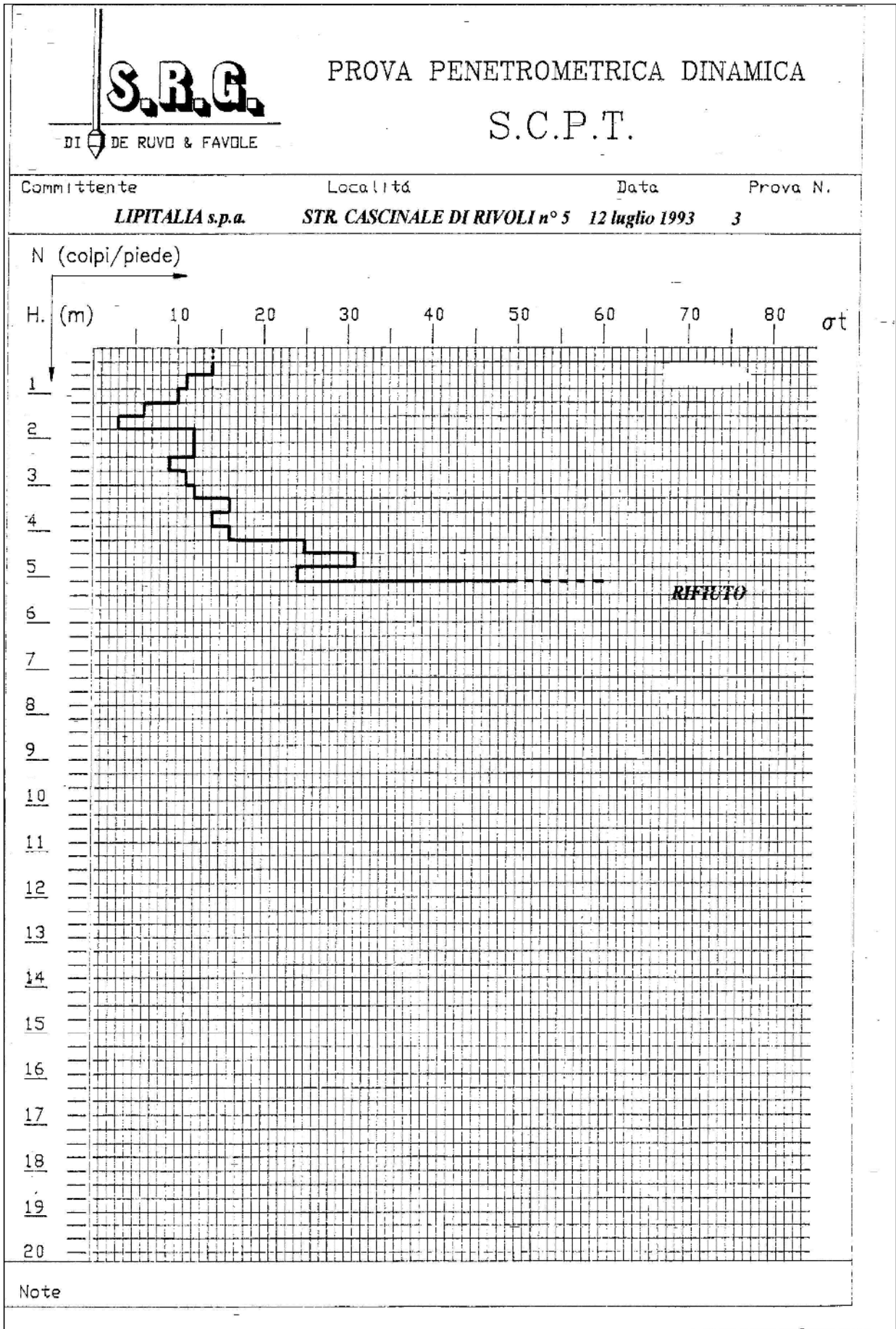







Figura 40

Sondaggi geognostici (ampliamento 2007)

		Committente <u>LIPITALIA 2000 SpA</u> Cantiere <u>Ampliamento stabilimento LIPITALIA</u> Località <u>Rosta (TO)</u> Inizio Perforazione <u>05/04/2007</u> Fine Perforazione <u>05/04/2007</u> Scala <u>1:25</u>						SONDAGGIO	FOGLIO						
								S1	1/1						
								Il geologo Dott. S. Josa							
profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione straigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S. P. T.	pocket penetriometer	pocket varie test	campioni indisturbati	campioni rimaneigliati	permeabilità [cm/s]
0.00	2.40		Terreno di riporto ghiaioso-sabbioso con frammenti lateritici cm e subordinati frammenti di cds.							1.50 N: 4 - 4 - 5					
2.40	2.40		Ghiaia prevalentemente medio-fine in abbondante matrice sabbioso-limosa, moderatamente addensata, colore grigio.			127mm	90-100%			3.00 N: 10 - 10 - 17					
4.80	0.70		Ghiaia eterometrica con sabbia medio-fine debolmente limosa, debole grado di ossidazione, moderatamente addensata, colore grigio-nocciola.	4.80						4.50 N: 6 - 5 - 11					
5.50	2.00		Limo a tratti debolmente sabbioso fine, poco consistente, debolmente plastico, colore grigio.		rotazione con carotaggio continuo diam. 101mm					6.00 N: 2 - 3 - 3					
7.50															

DEPOSITO CASSETTE: stabilimento Lipitalia.

Figura 41

Rosta(TO) – Stabilimento Lipitalia - Sondaggio S1 (L=7.50m)



Cassette 1-2 da 0.00m a 7.50m da p.c.

Figura 42




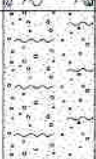




		Committente LIPITALIA 2000 SpA Cantiere Ampliamento stabilimento LIPITALIA Località Rosta (TO) Inizio Perforazione 05/04/2007 Fine Perforazione 05/04/2007 Scala 1:25		SONDAGGIO	FOGLIO										
				S2	1/1										
				Il geologo Dott. S. Josa											
profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	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 rimanegetti	permeabilità [cm/s]
0.00	0.20		Terreno di copertura vegetale.												
0.20	0.30		Limo debolmente sabbioso con subordinati frustoli vegetali, poco consistente, colore nocciola.												
0.50	0.80		Sabbia fine limosa con raro ghiaietto sparso, poco addensata, colore nocciola.												
1.30	3.20		Ghiaia eterometrica in abbondante e/o prevalente matrice fine sabbioso-siltosa, moderatamente addensata, colore grigio.		c.c. diam. 131mm					1.50 N: 8 - 9 - 14					
4.50	0.70		Ghiaia prevalentemente medio-fine con sabbia medio-fine limosa talora abbondante, debole grado di ossidazione, moderatamente addensata, colore grigio.	4.50		127mm	90-100%			3.00 N: 18 - 18 - 18					
5.20	0.50		Sabbia fine limosa e/o limo sabbioso fine, intensa laminazione ossidata, colore nocciola con screziature.												
5.70	1.30		Limo sabbioso, poco consistente, colore grigio.		rotazione con carotaggio continuo diam. 101mm					4.50 N: 12 - 13 - 14					
7.00										6.00 N: 2 - 3 - 4					
DEPOSITO CASSETTE: stabilimento Lipitalia.															

Figura 43

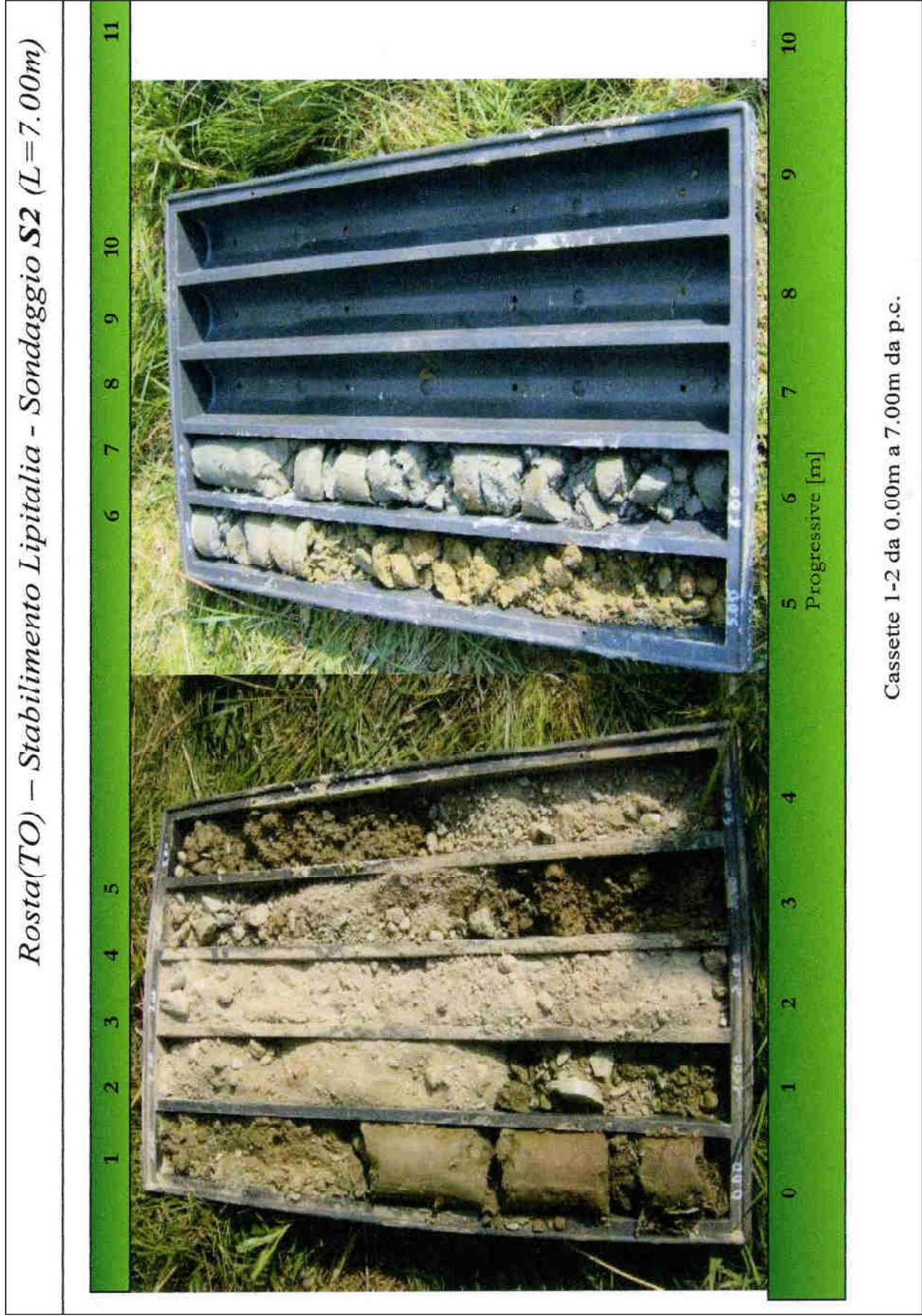


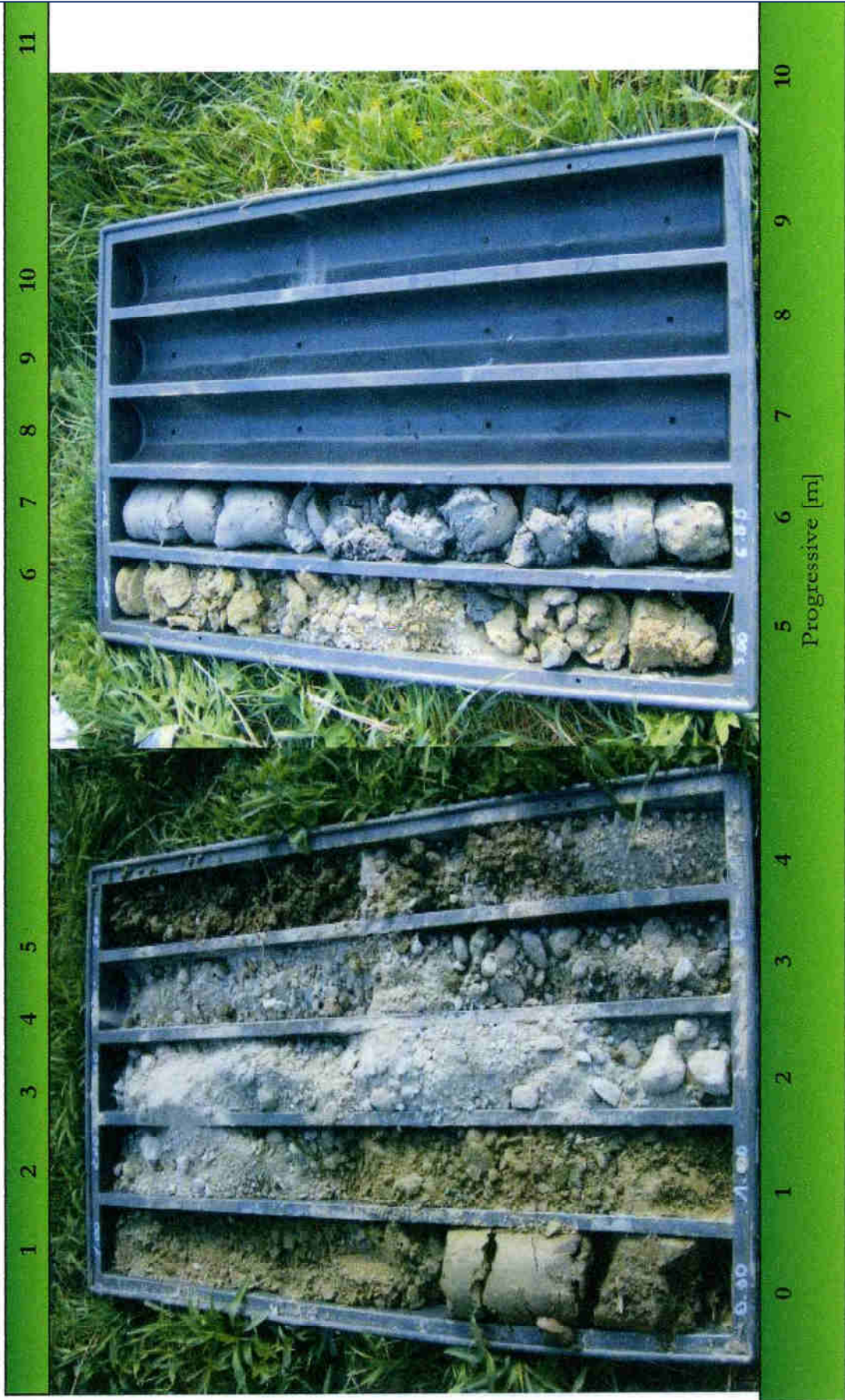
Figura 44

		Committente LIPITALIA 2000 SpA Cantiere Ampliamento stabilimento LIPITALIA Località Rosta (TO) Inizio Perforazione 05/04/2007 Fine Perforazione 05/04/2007 Scala 1:25		SONDAGGIO S3 FOGLIO 1/1 Il geologo Dott. S. Josa											
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 [cm/s]
0.00	0.20		Terreno di copertura vegetale.												
0.20	0.20		Limo debolmente sabbioso, poco consistente, colore nocciola.												
0.40	1.20		Sabbia fine limosa, poco addensata, colore nocciola.							1.50 N: 8 - 8 - 13					
1.60	2.50		Ghiaia eterometrica in abbondante e/o prevalente matrice fine sabbioso-siltosa, moderatamente addensata, colore grigio.		c.c. diam. 131mm	127mm	90-100%			3.00 N: 10 - 10 - 20					
4.50	0.70		Ghiaia medio-fine con sabbia debolmente limosa, moderatamente addensata, colore nocciola.	4.50	rotazione con carotaggio continuo diam. 101mm					4.50 N: 10 - 13 - 12					
5.20	0.80		Sabbia medio-fine debolmente limosa con subordinate laminazioni siltose ossidate, moderatamente addensata, colore nocciola.												
6.00	1.00		Limo debolmente sabbioso, poco consistente, debolmente plastico, colore grigio.							6.00 N: 4 - 3 - 3					
7.00															

DEPOSITO CASSETTE: stabilimento Lipitalia.

Figura 45

Rosta(TO) – Stabilimento Lipitalia - Sondaggio S3 (L=7.00m)



Cassette 1-2 da 0.00m a 7.00m da p.c.

Figura 46

Prove di laboratorio (2016)


Dott. Guido BRUNO, geologo 10129 Torino - C.so Rosselli, 73 Tel e Fax n° 011 318 44 95		LABORATORIO GEOTECNICO ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA			
Committente		LIPITALIA 2000 S.P.A.			
Località	Str. Comunale di Rivoli n. 2 - int. 4				
N° sond.	2	N° camp.	1	N° prova	1
Data prelievo	19 gennaio 2016	Livello sabbioso		Data prova	25 gennaio 2016
Operatore:	Dott. Tissoni		Terreno analizzato totale (g)		100,00
Setaccio ASTM	Apertura maglie	Parziali trattenuti	Parziali trattenuti	Totali trattenuti	Totali passanti
n°	mm	g	%	%	%
4"	101,60	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1" ½	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
⅜"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,00	2,96	2,96	2,96	97,04
40	0,42	16,14	16,14	19,10	80,90
80	0,18	28,74	28,74	47,84	52,16
200	0,07	49,12	49,12	96,96	3,04
Fondo	=	3,04	3,04	100,00	0,00
	Ghiaia	2,96%			Wnat (%) 5,55%
	Sabbia	94,00%			
	Limo	3,04%			
	Argilla	no			

Figura 47

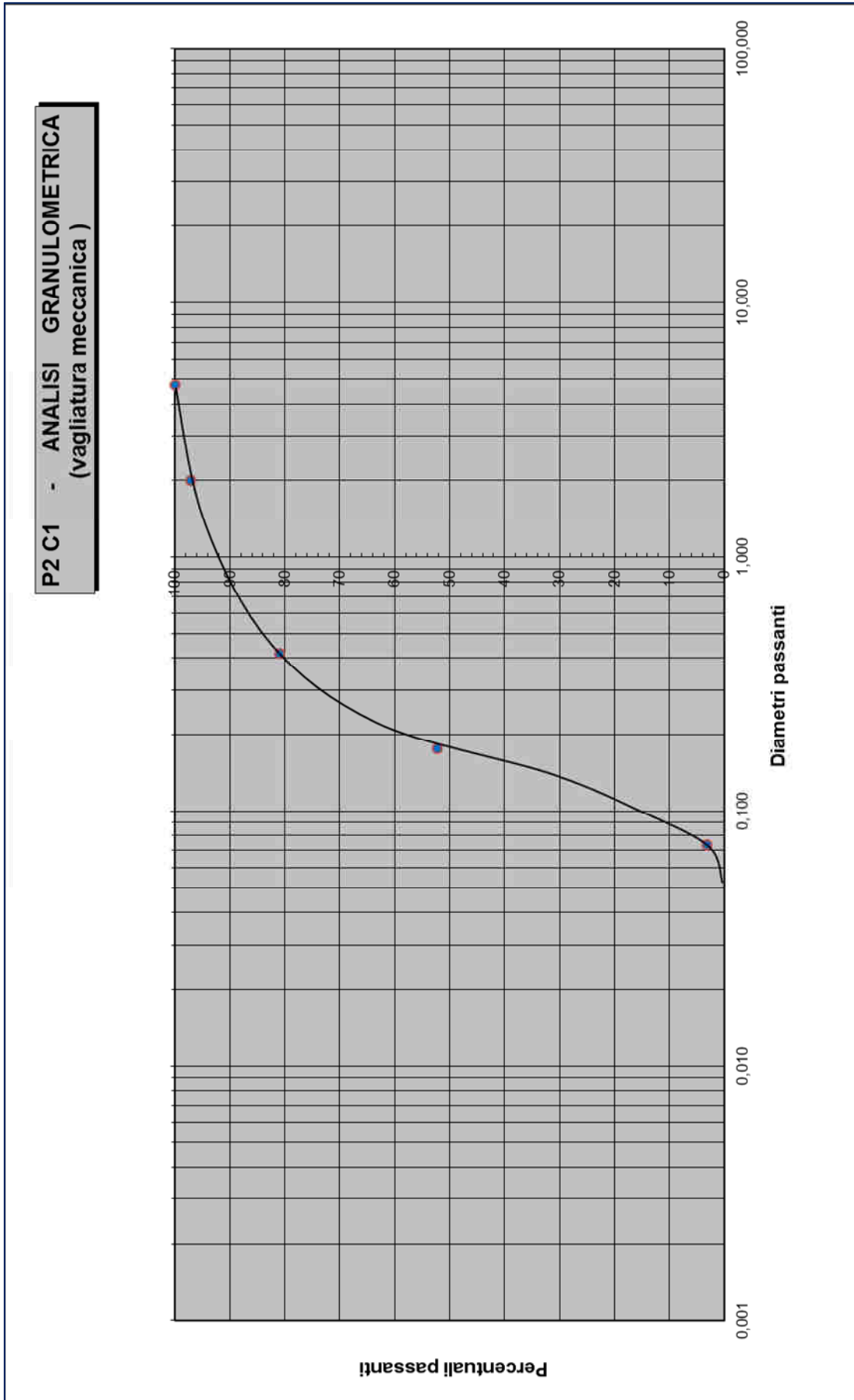


Figura 48


Dott. Guido BRUNO, geologo 10129 Torino - C.so Rosselli, 73 Tel e Fax n° 011 318 44 95		LABORATORIO GEOTECNICO ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA			
Committente		LIPITALIA 2000 S.P.A.			
Località	Str. Comunale di Rivoli n. 2 - int. 4				
N° sond.	1	N° camp.	1	N° prova	2
Data prelievo	19 gennaio 2016	Livello ghiaioso-sabbioso		Data prova	25 gennaio 2016
Operatore:	Dott. Tissoni		Terreno analizzato totale (g)		3950,00
Setaccio ASTM	Apertura maglie	Parziali trattenuti	Parziali trattenuti	Totali trattenuti	Totali passanti
<i>n°</i>	<i>mm</i>	<i>g</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
4"	101,60	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	328,00	8,30	8,30	91,70
1" ½	38,10	290,00	7,34	15,65	84,35
1"	25,40	274,00	6,94	22,58	77,42
¾"	19,10	234,00	5,92	28,51	71,49
½"	12,70	423,00	10,71	39,22	60,78
3/8"	9,52	191,00	4,84	44,05	55,95
4	4,76	349,00	8,84	52,89	47,11
10	2,00	283,00	7,16	60,05	39,95
40	0,42	621,00	15,72	75,77	24,23
80	0,18	539,00	13,65	89,42	10,58
200	0,07	222,50	5,63	95,05	4,95
Fondo	=	195,50	4,95	100,00	0,00
	Ghiaia	60,05%			Wnat (%) 3,80%
	Sabbia	35,00%			
	Limo	4,95%			
	Argilla	no			

Figura 49

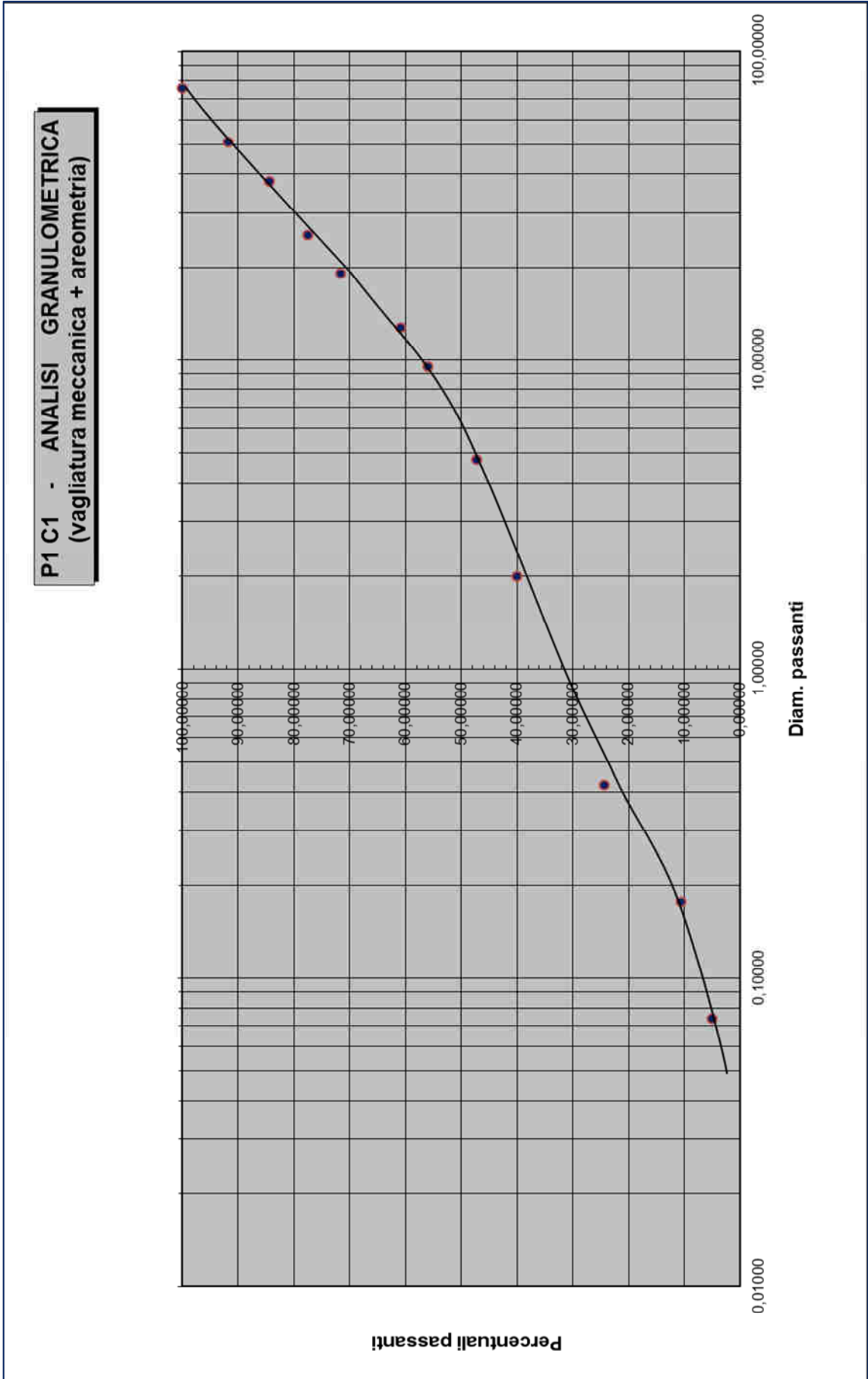


Figura 50


Dott. Guido BRUNO, geologo 10129 Torino - C.so Rosselli, 73 Tel e Fax n° 011 318 44 95		LABORATORIO GEOTECNICO ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA			
Committente		LIPITALIA 2000 S.P.A.			
Località	Str. Comunale di Rivoli n. 2 - int. 4				
N° sond.	1	N° camp.	2	N° prova	3
Data prelievo	19 gennaio 2016	Livello limoso-argilloso		Data prova	25 gennaio 2016
Operatore:	Dott. Tissoni		Terreno analizzato totale (g)		100,00
Setaccio ASTM	Apertura maglie	Parziali trattenuti	Parziali trattenuti	Totali trattenuti	Totali passanti
<i>n°</i>	<i>mm</i>	<i>g</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
4"	101,60	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1" ½	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	0,42	0,00	0,00	0,00	100,00
80	0,18	0,86	0,86	0,86	99,14
200	0,07	2,80	2,80	3,66	96,34
Fondo	=	96,34	96,34	100,00	0,00
	Ghiaia	0,00%			Wnat (%) 42,30%
	Sabbia	3,66%			
	Limo	52,51%			
	Argilla	43,83%			

Figura 51

Dott. Guido BRUNO, geologo 10129 Torino - C.so Rosselli, 73 Tel e Fax n° 011 318 44 95		LABORATORIO GEOTECNICO ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE			
Committente		LIPITALIA 2000 S.P.A.			
Località	Str. Comunale di Rivoli n. 2 - int. 4				
N° sond.	1	N° camp.	2	N° prova	4
Data prelievo	19 gennaio 2016	Prof. m	0	Data prova	26 gennaio 2016
Operatore:	Dott. Tissoni		Terreno analizzato (g)		39,84
Densità	2,70		% passante setaccio n° 200		96,34
Temperatura media (C°)	25,8°		Dispersivo		(NaPO ₃) ₆ + Na ₂ CO ₃
Viscosità (v, in poises)	0,008840		Cilindro n°		1
K = f(Tm, Ps, v)	0,012500		Areometro tipo		152H
Correzione menisco	1,5		Correzione temperatura		1,20
Correzione zero areometrico	0,0		Correzione fattore A		0,99
LETTURA	TEMPI	LETTURA	DIAMETRI	PASSANTI	PASSANTI
n°	(min)	areometro	(mm)	%	cumulativi (%)
1	15	39,5	0,01041	98,00	94,41
2	30	35,5	0,00761	90,00	86,71
3	60	30,0	0,00558	78,00	75,15
4	112	26,5	0,00419	67,00	64,55
5	250	21,0	0,00290	55,25	53,23
6	480	17,0	0,00209	45,50	43,83
7	1380	13,5	0,00132	33,75	32,51
8	2160	10,5	0,00098	26	25,05
9	===	===	===	===	===
10	===	===	===	===	===
11	===	===	===	===	===
NOTE	===				

Figura 52

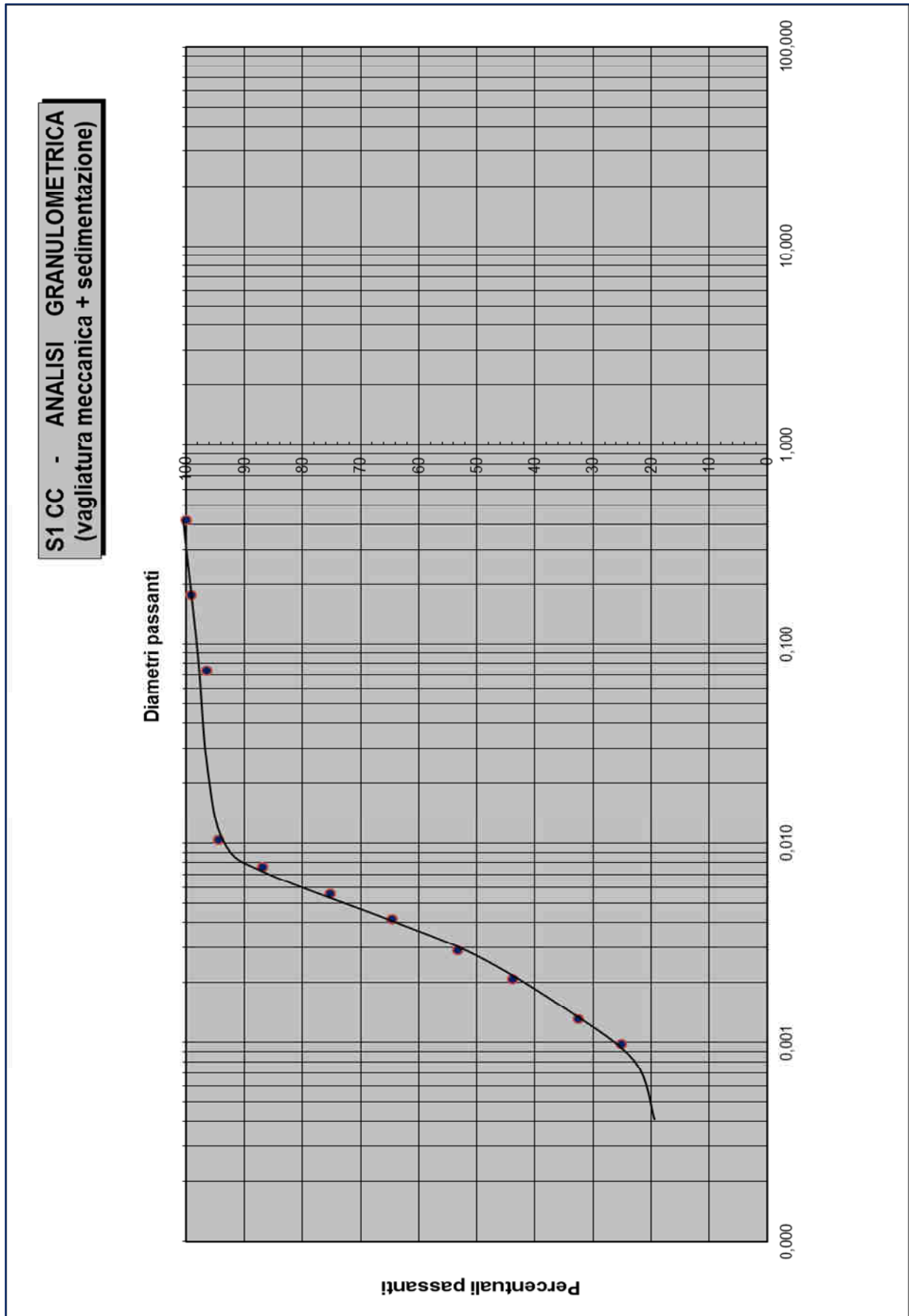


Figura 53

Dott. Guido BRUNO, geologo		LABORATORIO GEOTECNICO			
10129 Torino - C.so Rosselli, 73		LIMITI DI ATTERBERG			
Tel e Fax n° 011 318 44 95					
Committente		LIPITALIA 2000 S.P.A.			
Località	Str. Comunale di Rivoli n. 2 - int. 4				
N° sond.	2	N° camp.	1	N° prova	5
Data prelievo	19-gen-16	sabbia prevalente		Data prova	21-gen-16
Operatore: Dott. Salierno	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero dei colpi	28	17	14	N.P.	
Numero del recipiente	1	20	9		
Peso lordo del campione umido (g)	45,83	40,69	48,28		
Peso lordo del campione secco (g)	43,83	38,57	44,49		
Peso dell'acqua (g)	2,00	2,12	3,79		
Tara del recipiente (g)	33,84	28,11	26,69		
Peso netto del campione secco (g)	9,99	10,46	17,80		
U M I D I T A' %	20,02	20,27	21,29		
LIMITE LIQUIDO					
LIMITE PLASTICO				N.P.	
INDICE PLASTICO				N.P.	

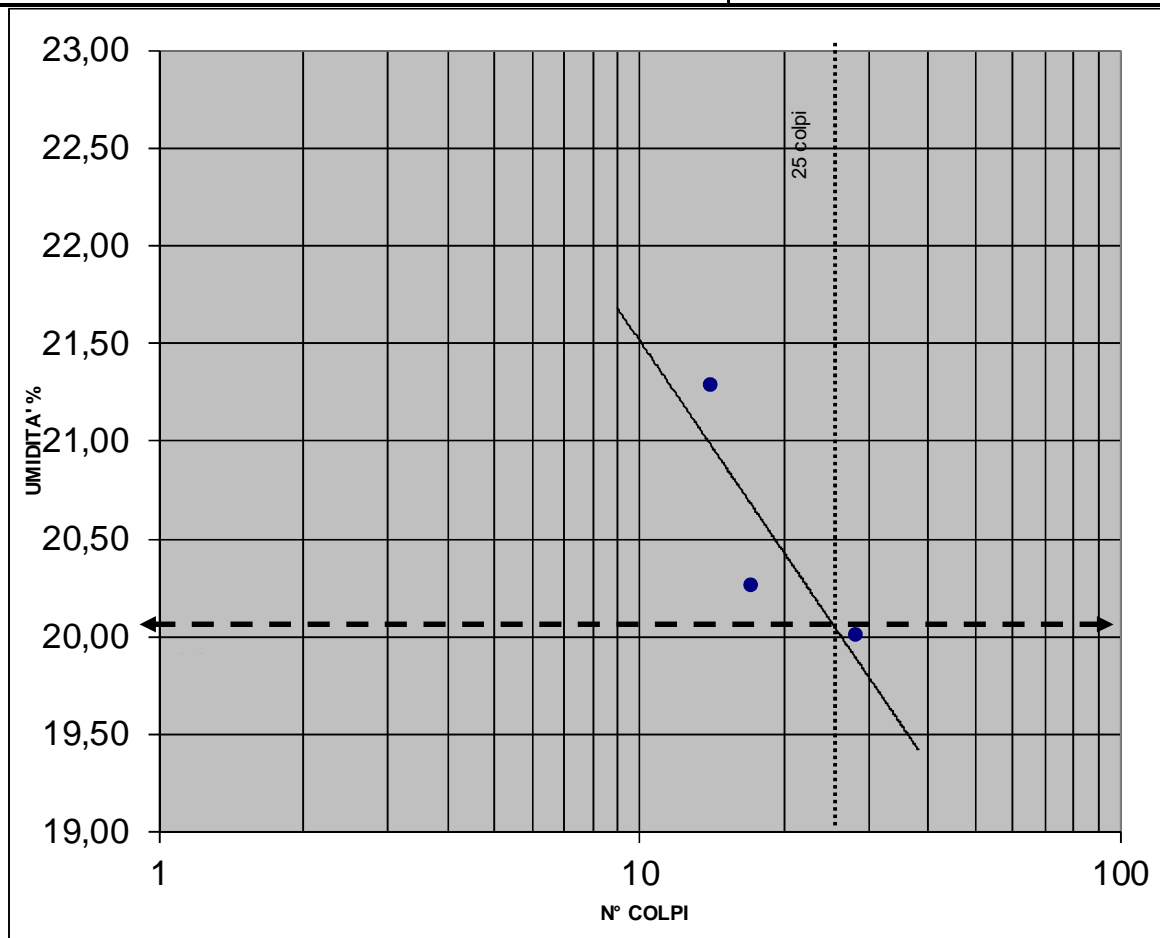


Figura 54

Dott. Guido BRUNO, geologo 10129 Torino - C.so Rosselli, 73 Tel e Fax n° 011 318 44 95		LABORATORIO GEOTECNICO LIMITI DI ATTERBERG				
Committente		LIPITALIA 2000 S.P.A.				
Località	Str. Comunale di Rivoli n. 2 - int. 4					
N° sond.	1	N° camp.	1	N° prova	5	
Data prelievo	19-gen-16	limo e argilla		Data prova	21-gen-16	
Operatore: Dott. Salierno / Dott. Tissoni		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero dei colpi	35	20	9			
Numero del recipiente	12	13	14	5	21	
Peso lordo del campione umido (g)	35,07	43,17	35,32	31,22	31,42	
Peso lordo del campione secco (g)	32,79	40,18	32,71	30,43	30,58	
Peso dell'acqua (g)	2,28	2,99	2,61	0,79	0,84	
Tara del recipiente (g)	27,61	33,84	27,77	27,69	27,68	
Peso netto del campione secco (g)	5,18	6,34	4,94	2,74	2,90	
U M I D I T A' %	44,02	47,16	52,83	28,83	28,97	
LIMITE LIQUIDO				46,00%		
LIMITE PLASTICO				28,90%		
INDICE PLASTICO				17,10%		

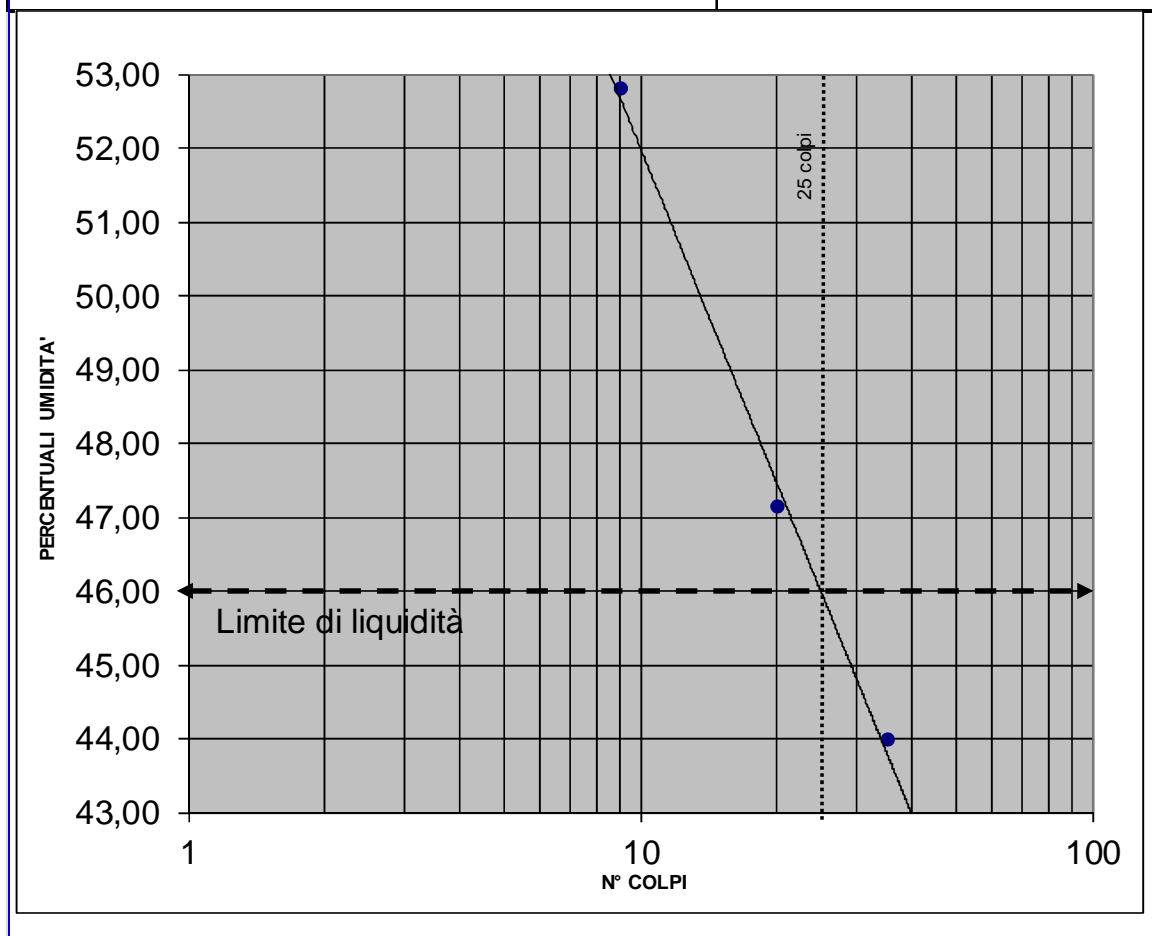


Figura 55

Documentazione fotografica



Foto 1 – Pozzetto n. 1. Livelli ghiaioso-sabbiosi



Foto 2 – Pozzetto n. 2. Livelli sabbiosi



Foto 3 – Pozzetto n. 4. Riporto superficiale



Foto 4 – Pozzetto n. 4. Lente locale di ghiaione con ciottoli



Foto 5 Pozzetto n. 4. Livello limoso-argilloso plastico con resti carboniosi nella parte superiore, seguito da un nuovo livello più ghiaioso "sporco".