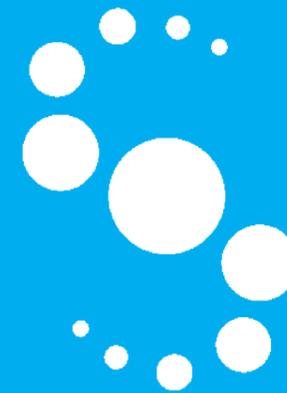


COMUNE DI SCANDICCI

SCANDICCI CENTRO Srl



Project Financing “Nuovo Centro Civico e
Stazione Tramvia Veloce Firenze S.M.N. - Scandicci”

PROGETTO ESECUTIVO

2 - Relazione Geologica

22.09.2009

COMUNE DI SCANDICCI

Scandicci Centro Srl



Scandicci Centro

Progettazione ArchitettonicaRogers Stirk Harbour + Partners Limited
Arch. Ernesto Bartolini**Progetto di Paesaggio**Erika Skabar - Architettura del Paesaggio
Arch. Erika Skabar**Computi metrici Architettonico**Studio Associato Zingoni
Arch. Silvia Zingoni
Arch. Carlo Zingoni
Geom. Massimo Zingoni**Progettazione strutturale**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Andrea Dal Cerro**Progettazione impianti meccanici
e prevenzione incendi**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Marcello Gusso**Progettazione idraulica**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Giovanni Romiti**Progettazione impianti elettrici**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Enea Sermasi**Consulenza geologica**GEOTECNO Studio Associato
Dott. Marco Vanacore**Consulenza acustica**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Sergio Luzzi**Sicurezza in fase di
progettazione**

Ing. Massimo Ceccotti

**Consulenza storico
archeologica**

Arch. Miranda Ferrara

Project Financing “Nuovo Centro Civico e Stazione Tramvia Veloce Firenze S.M.N. – Scandicci”
PROGETTO ESECUTIVO**2 RELAZIONE GEOLOGICA****22.09.2009**GEOTECNO Studio Associato
Dott. Marco Vanacore

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO.....	3
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	4
3.1.	Indagini geognostiche eseguite in passato e quadro conoscitivo dell'area di studio.....	5
3.1.1.	Modello idrogeologico locale	6
4.	INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE.....	6
5.	MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE.....	7
5.1.	Condizioni piezometriche	7
5.2.	Condizioni di permeabilità	9
6.	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA ED INDAGINI GEOFISICHE.....	9
6.1.	Definizione della categoria di suolo di fondazione.....	10
7.	MODELLO GEOTECNICO LOCALE	10
8.	CONDIZIONI ATTESE SUI PIANI D'IMPOSTA DEGLI EDIFICI.....	14

APPENDICE 1 – Stratigrafie dei sondaggi geognostici

APPENDICE 2 – Prove di permeabilità in foro di sondaggio (a cura di ICHNOGEO sas – San Miniato – PI)

APPENDICE 3 - Tabella di sintesi dei risultati delle prove SPT e relative elaborazioni

1. PREMESSA

Nel presente rapporto vengono esposti i risultati dell'indagine geognostica eseguita a supporto del Nuovo Centro Civico e Stazione Tramvia Veloce nel comune di Scandicci.

Le indagini, preliminarmente concordate con i Progettisti, sono state caratterizzate dalla esecuzione di:

- sondaggi geognostici a carotaggio continuo con esecuzione di prove in sito e prelievo di campioni indisturbati;
- posa in opera di piezometri a tubo aperto;
- analisi geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati.
- prove down-hole in foro di sondaggio

Le indagini sono state realizzate secondo le "Raccomandazioni per la programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" edite dalla Associazione Geotecnica Italiana (1977).

2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

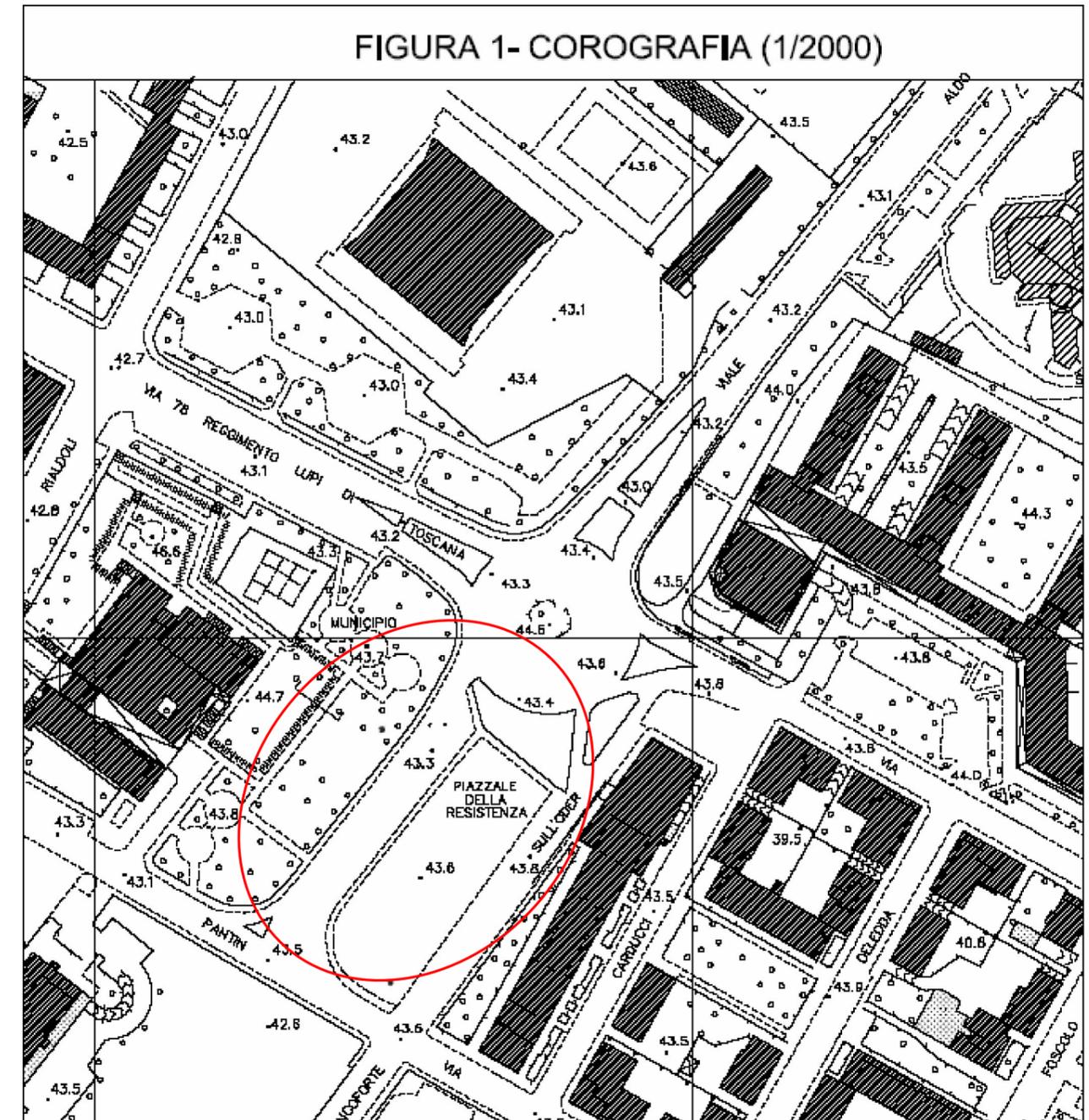
Il complesso è ubicato in Piazza della Resistenza nel lotto compreso fra il palazzo comunale di Scandicci, Via 78° Reggimento Lupi di Toscana, Via Francoforte sull'Oder e via Pantin (vedi inquadramento corografico nella **figura 1**). Funzionalmente, il complesso si articola intorno ad uno spazio pubblico centrale occupato dalla piazza ed è composto da quattro edifici principali:

L'edificio 1 ospita una sala polivalente, locali commerciali e spazi culturali e/o sale conferenze; l'interrato è adibito a magazzino.

L'edificio 2 consiste in un parcheggio interrato adiacente al suddetto edificio 1.

L'edificio 3 è destinato ad uso ufficio ad eccezione del piano terra dove sono ubicati locali per attività commerciali; il piano interrato è interamente occupato da parcheggi.

L'edificio 4 è destinato ad edilizia residenziale ad eccezione del piano terra dove sono ubicati locali per attività commerciali; il piano interrato è interamente occupato da parcheggi.



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area dell'intervento è situata al margine meridionale del bacino lacustre pleistocenico, compreso fra gli attuali centri di Firenze, Prato e Pistoia (**figura 2**); questo bacino corrisponde ad una delle depressioni tettoniche formatesi in Toscana a partire dal Miocene in seguito all'instaurarsi di una tettonica distensiva. Nel corso della sua evoluzione, via via che il fondo del lago si abbassava, si sono depositati ingenti spessori di fanghi argillosi (oltre 300 metri nella parte centrale).

Nel Pleistocene la conca di Firenze subì un sollevamento rispetto al resto del bacino, con la formazione di alcune faglie trasversali; il reticolo idrografico determinatosi al termine del ciclo lacustre diede luogo al colmamento finale che ha originato l'odierna pianura: in corrispondenza del corso dei principali fiumi, si ebbe una fase alluvionale con deposizione di ghiaie e sabbie; questi sedimenti risultano coperti da limi sabbiosi e/o argillosi che chiudono la sequenza sedimentaria fluviale recente, mentre nelle aree di pianura non interessate direttamente dalla deposizione fluviale si formarono paludi a prevalente deposizione sottile.

Localmente l'area di studio è collocata nel centro abitato di Scandicci, nella pianura alluvionale del torrente Greve caratterizzata in superficie da depositi fluvio palustri fluviali passanti in basso a quelli granulari del fiume Greve a loro volta riposanti sui depositi lacustri prevalentemente limoso argillosi, attraversati in sondaggio fino alla profondità di m 40 dal piano campagna attuale.

I sedimenti lacustri sono attribuibili al Villafranchiano sulla base del rinvenimento di macrofossili; i sedimenti del riempimento lacustre e i depositi fluviali connessi hanno giacitura sub-orizzontale dovuta ad un assestamento tettonico successivo al colmamento del bacino, e giacciono quindi in discordanza sulle formazioni pre-plioceniche, le stesse che affiorano nelle colline circostanti.

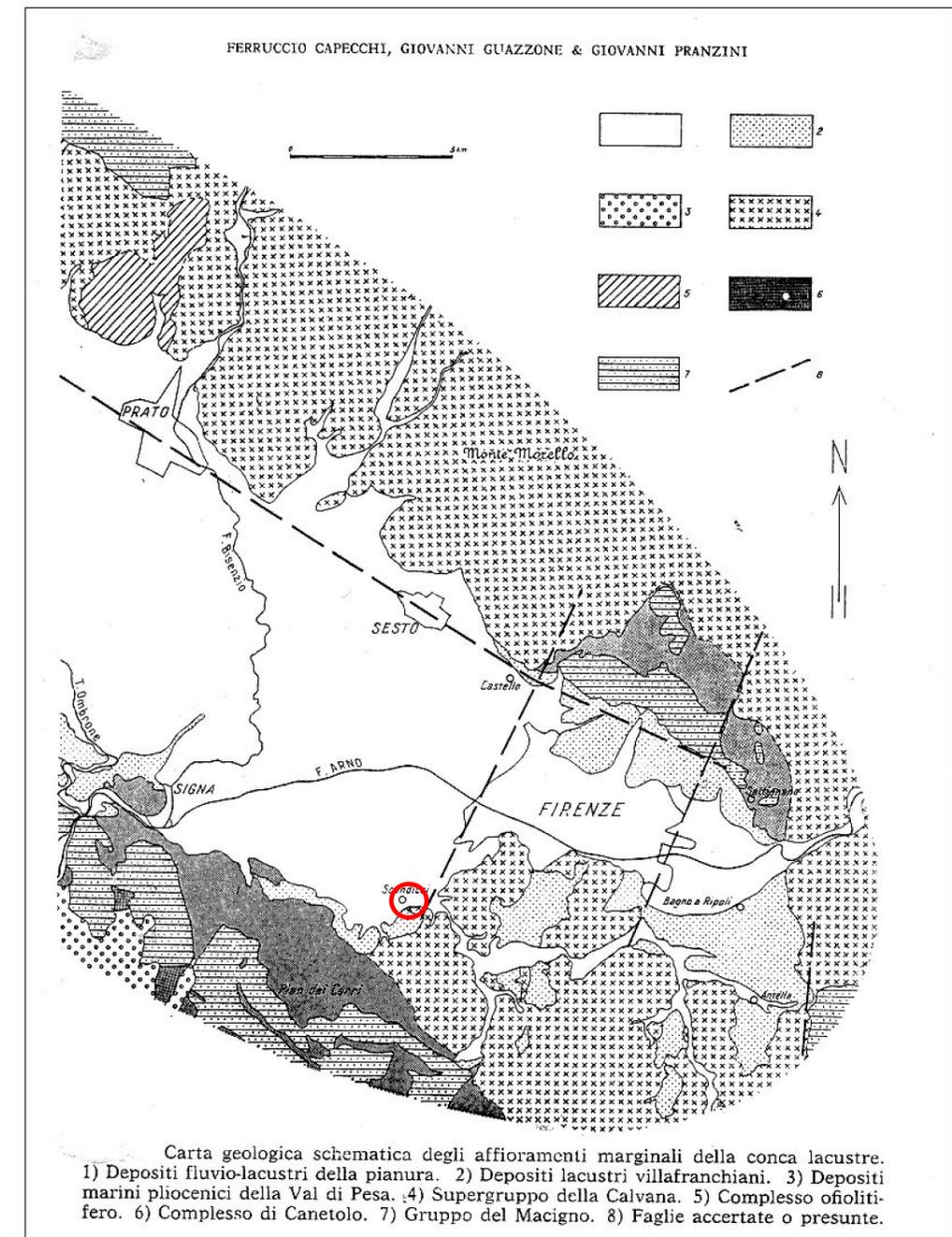


FIGURA 2

3.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN PASSATO E QUADRO CONOSCITIVO DELL'AREA DI STUDIO

Per la definizione del modello stratigrafico locale è stato fatto riferimento alla relazione geotecnica a supporto della progettazione della tramvia Firenze-Scandicci (dicembre 1999), che localmente (trascurando la presenza di materiale di riporto (spessori generalmente compresi fra 1 e 2 m) permetteva di ricostruire la seguente successione stratigrafica:

Tabella 1

PROFONDITA'	DESCRIZIONE LITOLOGICA
DEPOSITI FLUVIALI RECENTI (fino a m 13,2 dal p.c.)	
0 – 1,8/4,8	Coperture limoso argillose, passanti in basso a limi argilloso sabbiosi. Lo spessore è risultato piuttosto variabile.
1,8/4,8 – 7,5/8,0	Sabbie medie e grossolane con limo, frequentemente con intercalazioni centimetriche (max 10 cm) di limi argillosi, alla base con piccola ghiaia (max 1 cm).
7,5/8,0 – 13,2	Ghiaie e sabbie, generalmente in matrice limosa ed argilloso limosa, con clasti fino a 5 – 7 cm.
DEPOSITI FLUVIO LACUSTRI PASSANTI IN BASSO A LACUSTRI (fino ad almeno m 30 dal p.c.)	
13,2 – 30,0	Argille limose inglobanti concrezioni calcaree autigene (max 2 cm) color marrone, variegata in grigio azzurro. Presentano intercalazioni lenticolari di sabbie limose (talora con ghiaie) e/o limi sabbiosi, con spessore da decimetrico a metrico

Per quanto concerne l'andamento laterale dei livelli sopra indicati viene fatto riferimento alla sezione di **figura 3**, tratta dalla suddetta relazione, dalla quale si evincono:

una progressiva diminuzione dello spessore delle ghiaie spostandosi dalla Greve verso P.le della Resistenza, con innalzamento significativo della loro base in corrispondenza del sondaggio ST6;
l'identificazione di un livello limoso argilloso di transizione, che anticipa le argille limose del substrato lacustre, con base ad una profondità indicativa di circa m 20 dal p.c., ed all'interno del quale dovrebbero essere significative le percentuali di sabbia e ghiaia (situazione peraltro non evidenziata nel sondaggio ST 6).

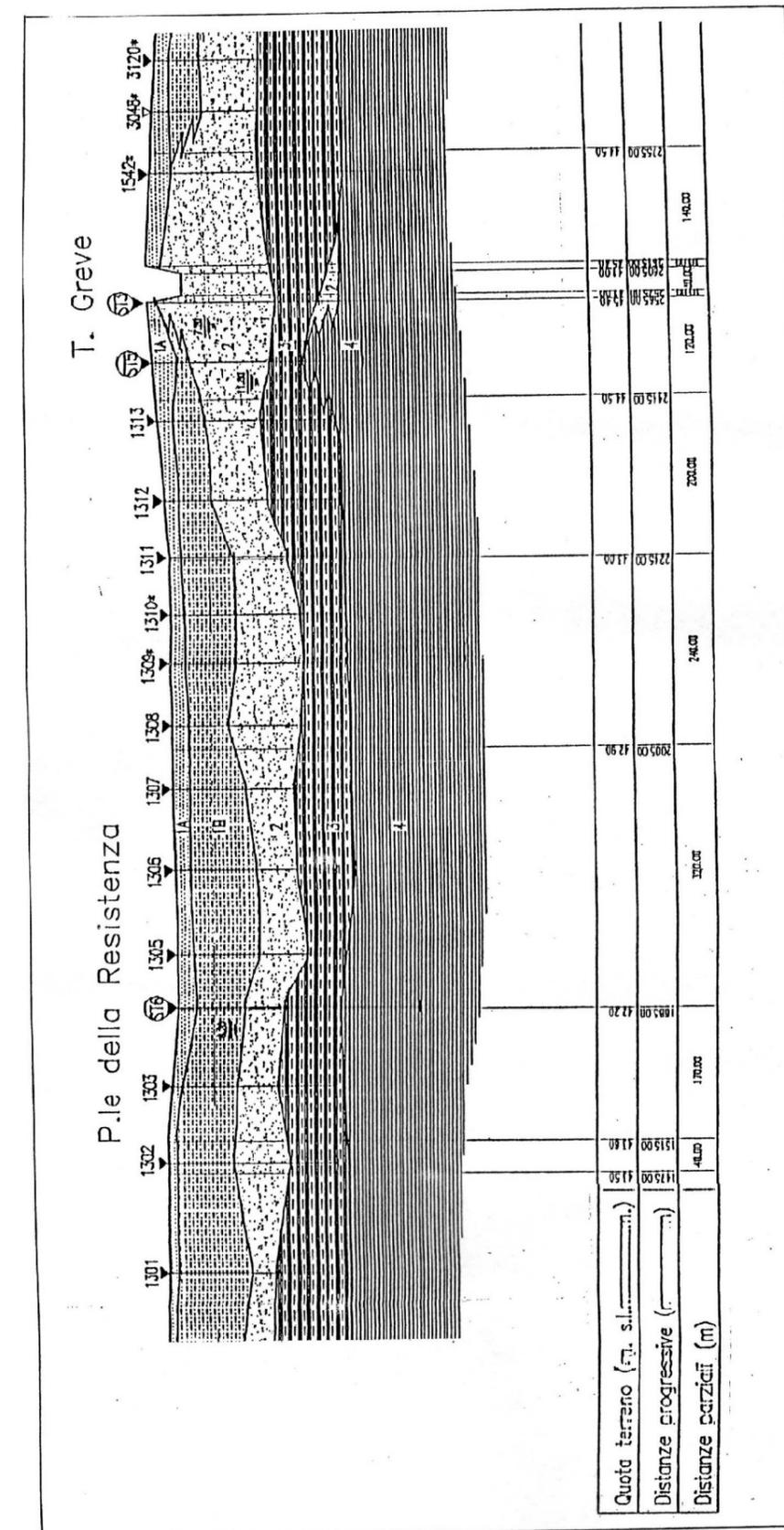


FIG. 3 EZIONE GEOLOGICO-TECNICA

scala orizz. 1/5000
scala vert. 1/500

da T.A.V. S.p.A. 1999

3.1.1. MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

La falda è contenuta all'interno dei depositi granulari dei depositi fluviali recenti (sabbie e ghiaie), ed è protetta dalle coperture limoso argillose sabbiose dallo spessore piuttosto variabile.

La carta idrogeologica riportata in **figura 4** tratta dalle indagini Geologico-Tecniche nel Progetto Guida – Stazione Scandicci Centro (2003), mostra l'influenza dell'emungimento di una serie di pozzi ad uso idropotabile (Publiacqua), con una zona di richiamo che ha il suo centro indicativamente a metà strada fra la Greve e Piazza della Resistenza; nella zona dell'intervento la profondità indicata, assumendo una quota media del piano campagna pari a m 42,7, risulterebbe essere prossima ai 7 metri.

Nella tabella seguente vengono invece riportati i valori della permeabilità del terreno ricavati da prove in avanzamento eseguite nel sondaggio ST6 (ancora tratte dalla relazione geotecnica a supporto della progettazione della tramvia Firenze-Scandicci - dicembre 1999).

Tabella 2

Tratto di prova	Litologia	Permeabilità (m/sec)
Da m 6,0 a m 10,0	Sabbie limose prevalenti passanti in basso a ghiaie con sabbie limose.	8,1 x 10 ⁻⁶
Da m 10,0 a m 13,0	Ghiaie e sabbie con limo.	1,1 x 10 ⁻⁵

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE

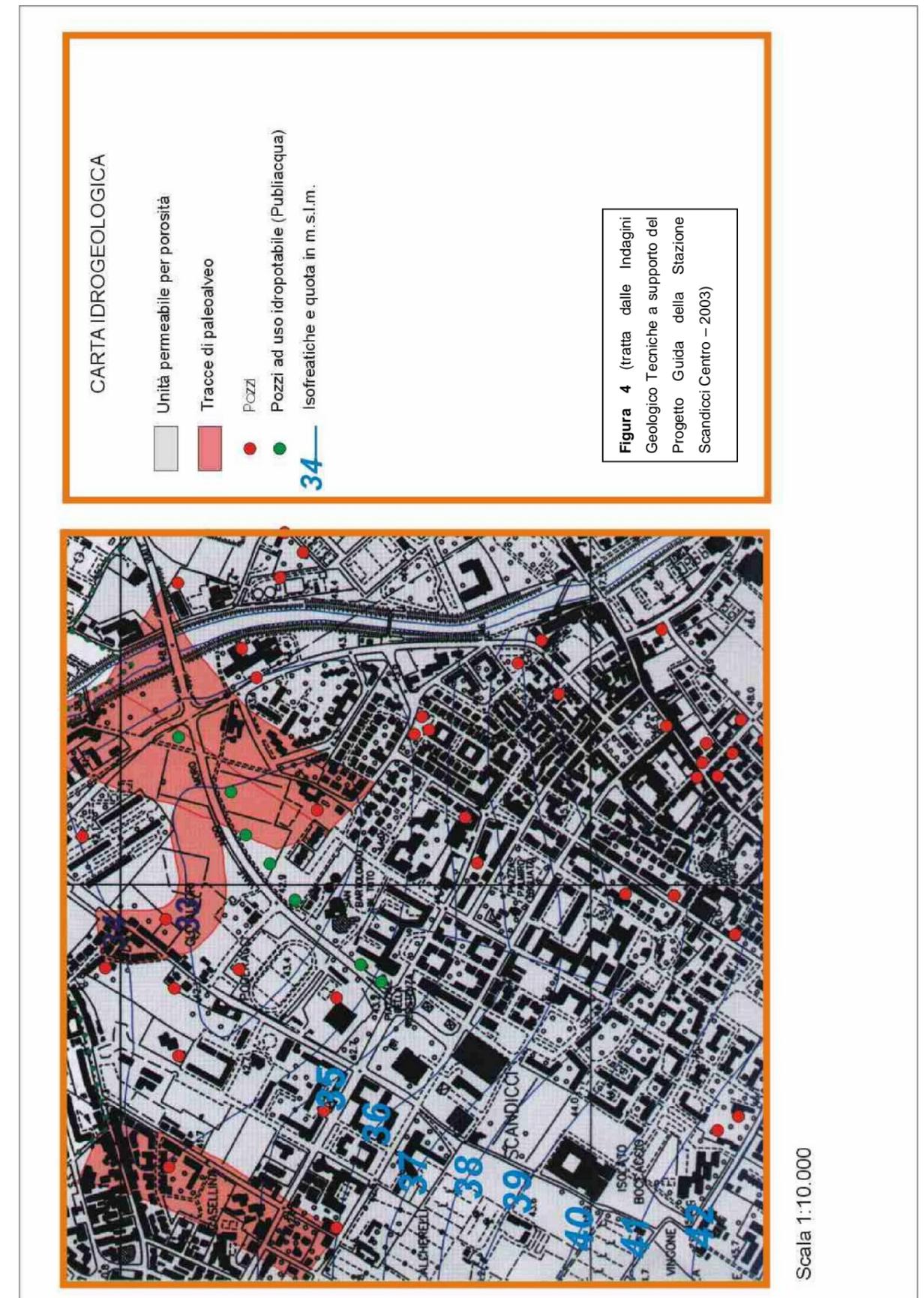
Facendo riferimento alla planimetria di **figura 5** lo studio è stato caratterizzato dalle seguenti tipologie e quantità di prove:

- § n° 6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a m 30 dal p.c. attuale (S1, S2, S3, S6, S7 ed S8) con prelievo di campioni indisturbati, prove SPT e prove di permeabilità in avanzamento.
- § n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinto fino a m 40 dal p.c. attuale (S4 ed S5) con prelievo di campioni indisturbati e/ prove SPT; il foro di S4 è stato allestito con tubazione idonea alla esecuzione di prove sismiche tipo DOWN-HOLE. I dati relativi alle perforazioni sono stati comunicati ad APAT Servizio Geologico d'Italia – Dipartimento Difesa del Suolo ai sensi della Legge 4 agosto 1984 n. 464.
- § n° 6 piezometri a tubo aperto (S1, S3, S4, S5, S7 ed S8); prima della realizzazione dei piezometri è stata redatta la necessaria comunicazione alla Provincia di Firenze ai sensi del R.D. 1775/1933 e dell'art. 53 del Regolamento Provinciale per la concessione dei Beni al Demanio Idrico (Delibera 198 del 2006).
- § prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati rappresentativi quali:

Proprietà indice
Limiti di Atterberg
Granulometria
Prove triassiali di tipo UU e CIU
Taglio lento consolidato drenato
Espansione laterale Libera
Prove edometriche con determinazione dei cedimenti nel tempo

- § prove sismiche tipo DOWN-HOLE nella verticale S4 con misurazione delle Vs e delle Vp fino alla profondità di m 40 dal p.c. attuale

Le indagini sono state eseguite dalla ditta **ICHNOGEO sas di San Miniato - PI.**



5. MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE

Le stratigrafie dei sondaggi geognostici (vedi **appendice 1**) hanno consentito il riconoscimento dei seguenti tre orizzonti principali (procedendo dall'alto verso il basso):

COPERTURE

Hanno composizione prevalentemente limoso argillosa in superficie, passando in basso a limi sabbiosi e/o sabbie limose e/o limoso sabbiosa; lo spessore è risultato irregolare, con valori minimi di m 3,0 in S1 e massimi di m 7,8 in S4 ed S7.

Rappresentano in sostanza il livello che protegge il corpo acquifero sottostante.

DEPOSITI GRANULARI DELLA GREVE

Sono costituiti da lenti ora di sabbie, ora di sabbie e ghiaie ora di ghiaie e sabbie, frequentemente in matrice limosa e con passaggi irregolari sia in senso verticale che orizzontale. La base è stata incontrata ad un minimo di m 12 ed un massimo di m 13,6 (S7).

Questo livello è sede della falda acquifera cui attingono i pozzi dell'acquedotto.

DEPOSITI PREVALENTEMENTE LIMOSO ARGILLOSI DEL SUBSTRATO LACUSTRE

Sono costituiti prevalentemente da depositi consistenti limoso argillosi con intercalazioni generalmente decimetriche di limi sabbiosi e/o sabbie limose; il passaggio al livello superiore delle sabbie e ghiaie avviene generalmente con un orizzonte dello spessore mediamente di circa due metri, di minore consistenza, in cui sono possibili alternanze decimetriche di limi sabbiosi e/o con ghiaie e limi argillosi.

I rapporti fra i tre orizzonti sopra descritti vengono illustrati nelle sezioni delle **figure 6, 7 e 8**.

5.1. CONDIZIONI PIEZOMETRICHE

Per lo studio delle condizioni piezometriche locali sono stati sfruttati i fori dei sondaggi geognostici tutti realizzati con la tecnica del carotaggio continuo.

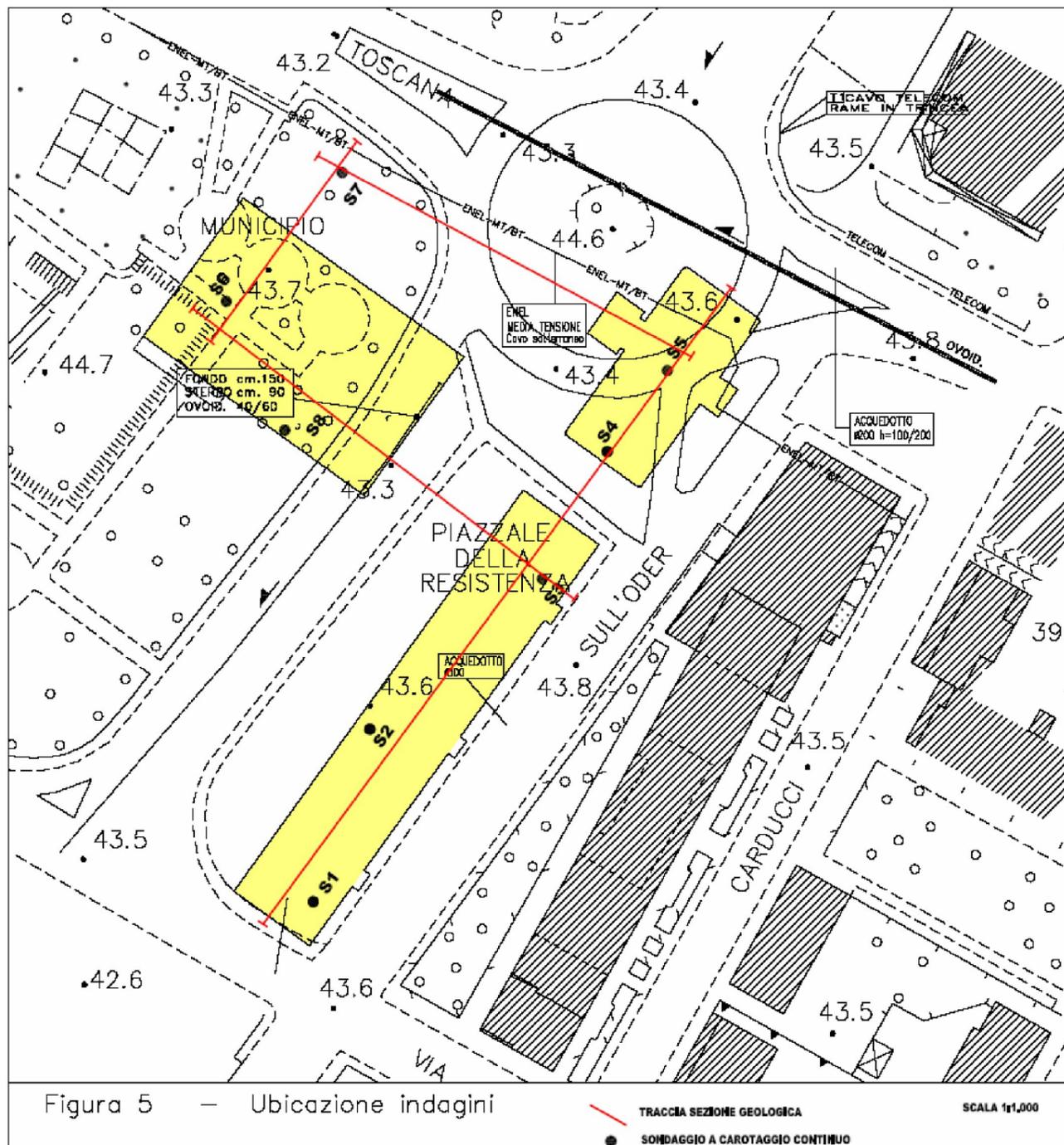
I diametri delle tubazioni (in PVC) utilizzate per i piezometri sono i seguenti:

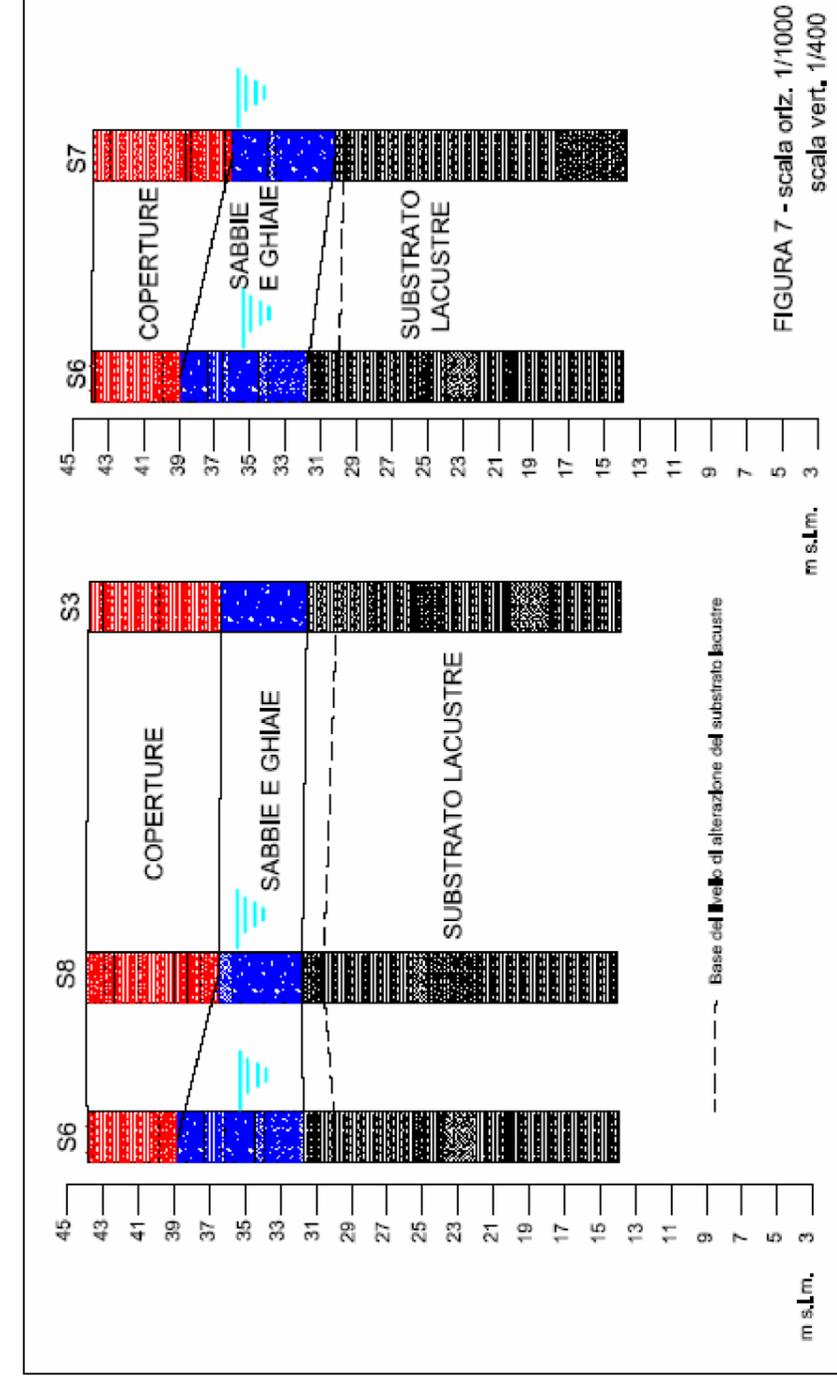
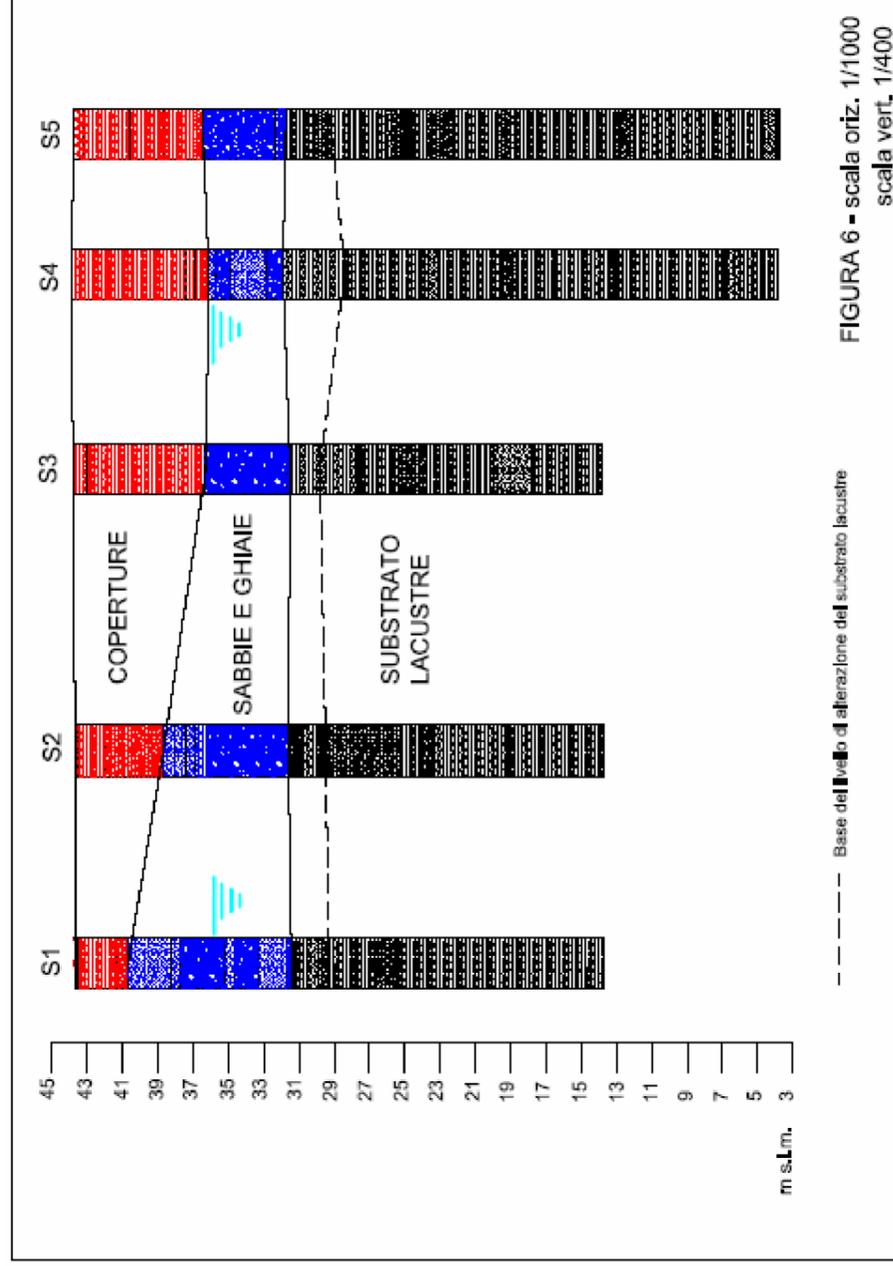
S1, S4, S7, S8	diametro = 7,5 cm
S3, S5	diametro = 2,5 cm

Si è operato con diametro del carotiere di mm 101 e tubazione di rivestimento di mm 127, con circolazione di acqua chiara. Per i piezometri del diametro di 7,5 cm il foro è stato rialesato fino alla profondità di m 14 (quota di appoggio dei piezometri) con un diametro di 157 mm per garantire una intercapedine anulare sufficiente ad una corretta posa in opera dei tamponi di isolamento in bentonite disidratata, necessari per garantire l'isolamento del livello acquifero intercettato da eventuali apporti superficiali.

In corrispondenza dei livelli filtranti, del tipo microfessurato antisabbia, è stato posto in opera il manto drenante in ghiaietto selezionato con dimensione massima di cm 1.

Tutti i piezometri sono protetti in testa da adeguato pozzetto metallico di protezione, con tappo di chiusura dotato di lucchetto. Nella tabella seguente viene sintetizzato il relativo schema tecnico costruttivo.





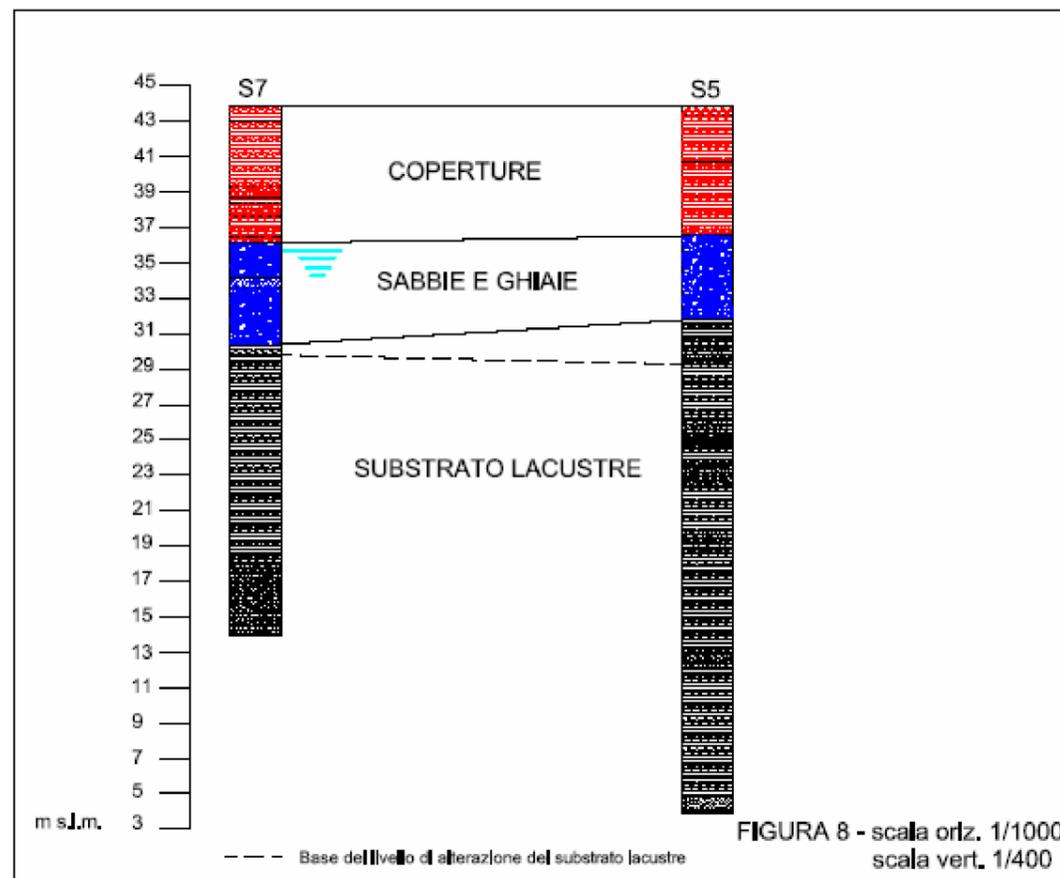


FIGURA 8 - scala orz. 1/1000
scala vert. 1/400

Tabella 3

Piezometro	Prof. Sond. (m dal p.c.)	Isolamento e riempimento del foro(m)	Base piezometro (m dal p.c.)	Tratti in PVC microfessurato (m)	Tratti cechi (m)	Tampone di isolamento in bentonite (m)	Cementazione bentonitica (m)
S1/S6/S7/S8	30	Da 30 a 14	14	Da 13,0 a 9,0	Da 14,0 a 13,0 e da 9,0 a 0	Da 14,0 a 13,0 e da 9,0 a 7,5	Da 2,0 a 0
S3	30	Da 30 a 7	7	Da 6,0 a 5,0	Da 7,0 a 6,0 e da 5,0 a 0	Da 7,0 a 6,0 e da 5,0 a 3,5	Da 2,0 a 0
S5	40	Da 40 a 5	5	Da 4,5 a 3,5	Da 5,0 a 4,5 e da 3,5 a 0	6,0-5,0 e 3,5-0,5	Da 0,5 a 0

Nella tabella seguente sono riportate le letture eseguite nel periodo delle indagini.

Tabella 4

Sondaggio e relativa quota in m s.l.m.						
	S1	S3	S5	S6	S7	S8
DATA	43,718	43,804	43,737	43,920	43,795	44,026
06/06/2008				8,35	8,2	
09/06/2008	8,04	vuoto a m 6,7	vuoto a m 5,1	8,35	8,24	8,43
10/07/2008	8,11	vuoto a m 6,7	vuoto a m 5,1	8,45	8,315	8,5
07/08/2008	8,22	vuoto a m 6,7	vuoto a m 5,1	8,53	8,42	8,61

In sintesi le misure di livello evidenziano la presenza di una falda all'interno dell'orizzonte granulare delle sabbie e ghiaie, con livello statico, nel periodo delle indagini, mediamente compreso fra 8,0 ed 8,6 m dal p.c. attuale; le coperture superficiali sono risultate completamente asciutte in tutte le misurazioni eseguite.

5.2. CONDIZIONI DI PERMEABILITÀ

Nel corso della perforazione, allo scopo di meglio definire i meccanismi della circolazione idrica, sono state eseguite prove di permeabilità in avanzamento i cui risultati sono sintetizzati nella tabella seguente (si vedano i certificati riportati nell'appendice 2) separati per ciascuno degli orizzonti principali presenti al disopra del substrato lacustre (coperture limoso argillose e/o sabbiose, e depositi granulari della Greve). I valori della permeabilità determinati all'interno dell'orizzonte granulare risentono considerevolmente dell'influenza della matrice limosa e talora argillosa, che la riduce in modo significativo.

Tabella 5

Sondaggio	Tratto di prova (m)	Permeabilità (m/sec)
COPERTURE <i>(limi argillosi debolmente sabbiosi)</i>		
S3	4,0 – 5,0	2,8 x 10 ⁻⁷
S5	3,0 – 4,0	3,9 x 10 ⁻⁷
S7	4,5 – 5,0	9,6 x 10 ⁻⁷
Valore medio		5,4 x 10⁻⁷
DEPOSITI GRANULARI DELLA GREVE <i>(sabbie e ghiaie con matrice limosa)</i>		
S1	6,0 – 6,5	1,8 x 10 ⁻⁵
S2	10,0 – 10,5	5,6 x 10 ⁻⁵
S5	10,0 – 10,5	8,9 x 10 ⁻⁵
Valore medio		5,4 x 10⁻⁵

6. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA ED INDAGINI GEOFISICHE

Con la pubblicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica") e successive, vengono stabiliti nuovi criteri generali per l'individuazione e la classificazione delle zone sismiche all'interno del territorio nazionale. Tale classificazione, che va a sostituire interamente le precedenti (decreti fino al 1984), definisce ciascuna zona sulla base dei valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag), con la probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

ZONA	ag/g
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

L'Ordinanza n°3274 specifica per ciascun comune del territorio nazionale la zona sismica di appartenenza (Allegato A - "Classificazione sismica dei comuni italiani"). Tale classificazione è stata recepita dalla Regione Toscana mediante Delibera della Giunta Regionale n°604/03: il comune di Scandicci è inserito in Zona 2 di rischio sismico.

Con successiva Deliberazione n. 431 del 19/06/06, la G.R.T. ha proposto una nuova classificazione del territorio regionale secondo lo schema seguente:

ZONA	ag/g
2	0,25
3s	0,25
3	0,15
4	0,05

Secondo tale proposta, il Comune di Scandicci ricade in zona 3s, senza però che risulti mutato il valore di accelerazione sismica orizzontale di riferimento.

6.1. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

L'ordinanza P.C.M. n° 3274 del D.M. 14/7/2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni", nel paragrafo 3.2.1. "Categorie di suolo di fondazioni", definisce cinque tipologie di suoli in funzione delle Vs30.

Le caratteristiche sismiche nell'area sono state individuate mediante l'elaborazione dei risultati dell'indagine geofisica eseguita tramite prova down-hole nel foro di sondaggio S4, a partire dal p.c. fino a m 40 di profondità (ancora del p.c.). In particolare, secondo la metodologia prevista dal citato decreto (par. 3.2.2 delle Norme tecniche per le Costruzioni), viene fatto riferimento ai valori di velocità delle onde di taglio S nei primi trenta metri a partire dal piano di imposta delle fondazioni.

L'indagine geofisica (eseguita, dalla ditta ICHNOGEO sas di San Miniato - PI), individua per il sottosuolo in esame 4 livelli a diversa risposta sismica delle onde S secondo il seguente schema:

Livello sismico	Profondità (m da pc)	Vs (m/s)
1	0-8	240
2	8-16	469
3	16-19	209
4	19-39	412

Per le caratteristiche strutturali del progetto in esame, che prevede il ricorso a fondazioni dirette posizionate alla profondità di circa 4 metri dal piano di campagna attuale, l'elaborazione delle Vs riguarda un orizzonte geofisico posto a quota 4-34 m da p.c. la cui risposta sismica è schematizzabile come segue:

Livello sismico	Profondità (m da pc)	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	4-8	4	240
2	8-16	8	469
3	16-19	3	209
4	19-34	15	412

Il calcolo del parametro Vs₃₀ può quindi essere eseguito mediante la formulazione prevista dalla normativa vigente, per la quale nel caso specifico risulta:

$$Vs_{30} = 30 / (4/240 + 8/469 + 3/209 + 15/412) = 355 \text{ m/s}$$

Per il sottosuolo dell'area in esame risulta la **categoria sismica di suolo di fondazione C**.

7. MODELLO GEOTECNICO LOCALE

Per la definizione del modello geotecnico locale è stato fatto riferimento al modello stratigrafico illustrato nel paragrafo 5 e caratterizzato da tre orizzonti principali ovvero:

1. **Coperture superficiali prevalentemente limoso argillose**, passanti in basso a limi sabbiosi e/o sabbie limose; lo spessore è risultato irregolare, con valori minimi di m 3,0 in S1 e massimi di m 7,8 in S4 ed S7.
2. **Sabbie e ghiaie riconducibili ai depositi della Greve**, frequentemente in matrice limosa, con passaggi irregolari sia in senso verticale che orizzontale. La base è stata incontrata ad un minimo di m 12 ed un massimo di m 13,6 (S7). Questo livello è sede della falda acquifera cui attingono i pozzi dell'acquedotto.
3. **Substrato lacustre prevalentemente limoso argilloso**, con intercalazioni generalmente decimetriche di limi sabbiosi e/o sabbie limose; il passaggio al livello superiore delle sabbie e ghiaie avviene generalmente con un orizzonte dello spessore mediamente di circa due metri, di minore consistenza, in cui sono possibili alternanze decimetriche di limi sabbiosi e/o con ghiaie e limi argillosi.

Facendo riferimento ai risultati delle indagini geotecniche di laboratorio i cui risultati sono sintetizzati nella **tabella 6**, sono state studiate le distribuzioni dei parametri geotecnici di seguito illustrate puntualmente.

Data la ridotta estensione dell'area e le caratteristiche omogenee del modello stratigrafico locale, ciascun parametro è stato studiato utilizzando la distribuzione globale all'interno di ciascuno dei tre orizzonti principali sopra riportati.

TABELLA 6 – RISULTATI DELLE ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Campione e profondità	Profondità	Profondità media	s'vo (kg/cmq)	Y (KN/mc)	WI %	Wp %	W %	Cu (Kpa)	E (Kpa)	ϕ °	c' (Kpa)
S1	4,0/4,5	4,25	0,85	20,33	30	22	16,03			32,6	2,9
	13,5/13,8	13,65	2,215								
	15,0/15,5	15,25	2,375	20,92	72	36	21,82	689,5			
	19,5/20	19,75	2,825	19,91			16,23	127,2	68		
	22,5/23	22,75	3,125	21			20,32	267	105		
	25,5/26	25,75	3,425	20,26			21,67	365,6			
	28/28,5	28,25	3,675								
	30/30,5	30,25	3,875								
	2,5/3	2,75	0,55								
	4,5/5	4,75	0,95	19,23			18,55			22,8	8,3
S2	15/15,5	15,25	2,375	20,58			16,98	94,4	119		
	18/18,5	18,25	2,675								
	21/21,5	21,25	2,975	20,17	39	24	19,71	44,1	69		
	24/24,5	24,25	3,275								
	27/27,5	27,25	3,575	21,82			19,14	357	413		
	29,5/30	29,75	3,825								
	4,5/5	4,75	0,95	18,46	38	22	21,38	63,9	89	23,6	5,5
	7/7,5	7,25	1,45	20,21			24,64	145			
	13,5/14	13,75	2,225								
	16,5/17	16,75	2,525	18,95			24,9	101,6	148		
S3	19,5/20	19,75	2,825	19,55			15,5				
	22,5/23	22,75	3,125	21,3			18,69	398	745		
	25,5/26	25,75	3,425								
	30/30,5	30,25	3,875								
	3,0/3,5	3,25	0,65	18,41			22,92	80,5	117		
	6,0/6,5	6,25	1,25	18,95	58	26	25,97	383,3		19,1	21
	15,0/15,5	15,25	2,375	18,36			21,1	44,6	74		
	18,0/18,5	18,25	2,675	20,98			23,11	375	375	24,8	20,4
	21,0/21,5	21,25	2,975	22,17	61	29	22,19	645,7			
	23,5/24	23,75	3,225	18,93			18,42			23	0,7
S4	27,0/27,5	27,25	3,575	20,57			22,62	376,4	435		
	30,0/30,5	30,25	3,875	21,03			21,6	390,3	268		
	33,0/33,5	33,25	4,175	21,1			22,6	347,4	460		
	36,5/37	36,75	4,525								
	4,5/5,0	4,75	0,95	19,66	43	25	22,55	202,2		22,6	13,8
	12,0/12,5	12,25	2,075	20,76			20,22	347,7	300	19	26,7
	15,0/15,5	15,25	2,375	21,1	36	21	17,27	381,1		24	10,3
	18,0/18,5	18,25	2,675	19,08			17,3	135,6	63		
	21,0/21,5	21,25	2,975	21,08			22,21	373,1	193	24,3	18,3
	25,5/26	25,75	3,425	18,73			26,08	115,3	118		
S5	28,5/29	28,75	3,725	21,09			21,25	249,3	113		
	30,0/30,5	30,25	3,875	21,79			18,24	686	230		
	34,5/35	34,75	4,325								
	37,5/38	37,75	4,625	19,97			22,43	371,3	260		
	3,0/3,5	3,25	0,65	20,52	39	24	18,27	83,6	74	24,7	7,3
	13,5/14	13,75	2,225								
	15,0/15,5	15,25	2,375	20			24,06	172,9	103	19,4	20,3
	16,5/17	16,75	2,525								
	19,5/20	19,75	2,825								
	22,0/22,5	22,25	3,075								
S6	25,5/26	25,75	3,425								
	28,0/28,5	28,25	3,675	21,06			17,93	256	140		
	3,0/3,5	3,25	0,65	20,31	34	22	17,56	84,9	70	24,6	7,2
	17,5/18	17,75	2,625								
	21,5/22	21,75	3,025	21,2			19,24	256	100		
	25,5/26	25,75	3,425	21,46			17,92	184,1	117		
	28/28,5	28,25	3,675								
	5,0/5,5	5,75	1,15	20,39	43	25	18,08	109,2		22,3	32,6
	6,0/6,5	6,25	1,25	20,88	52	26	19,28	361,9	199	20,1	20,6
	15,0/15,5	15,25	2,375	20,77			19,26	145,1	99		
S7	18,0/18,5	18,25	2,675	21,52	32	22	15,15	223,4			
	21,0/21,5	21,25	2,975	21,27			18,44				
	24,0/24,5	24,25	3,275								
	27,0/27,5	27,25	3,575								

(in neretto i valori da prove triassiali)

Per i materiali delle coperture e del substrato lacustre, utilizzando i limiti di Atterberg sono stati costruiti i grafici delle **figure 9 e 10**: in linea generale non sono state evidenziate differenziazioni significative.

Figura 9

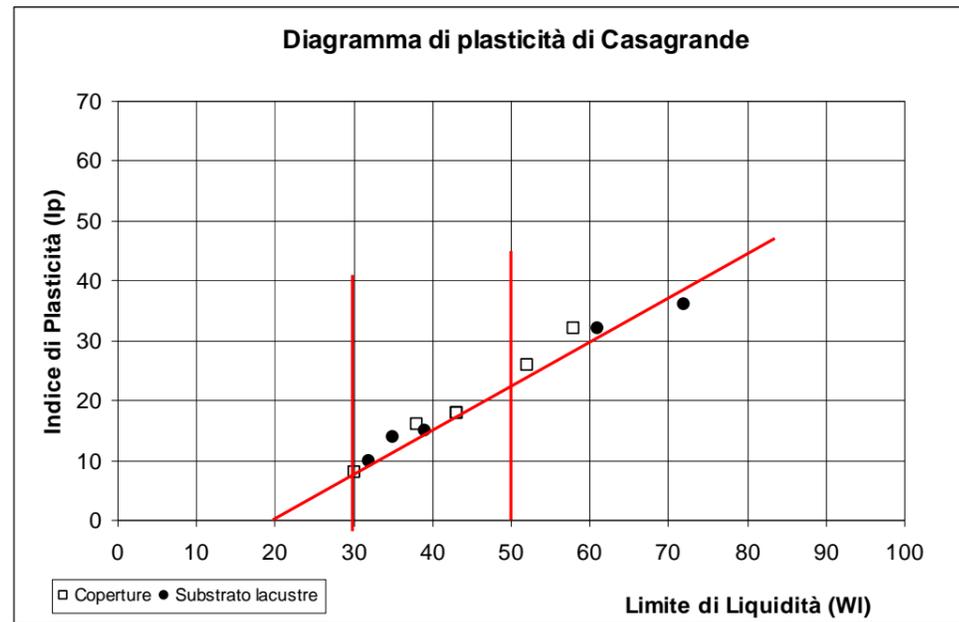
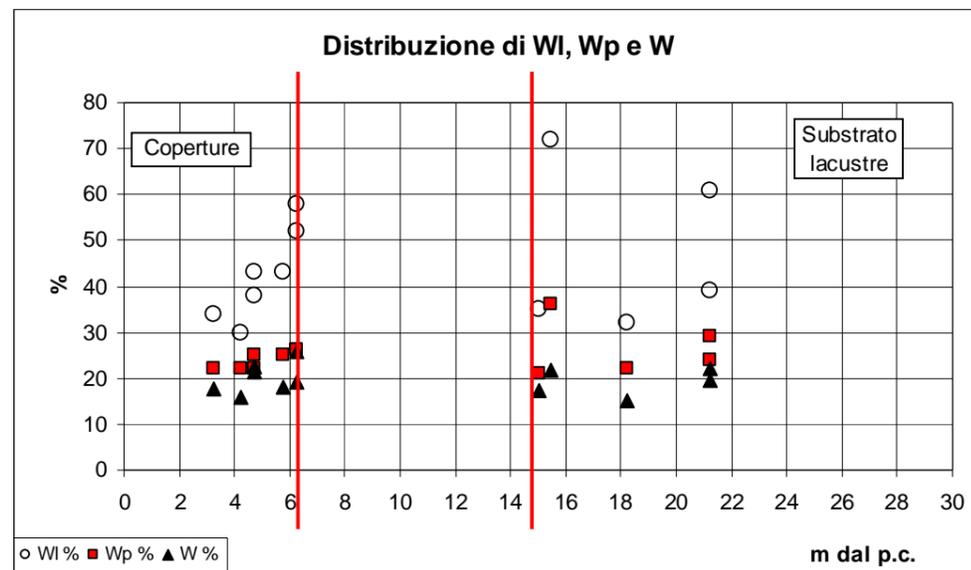
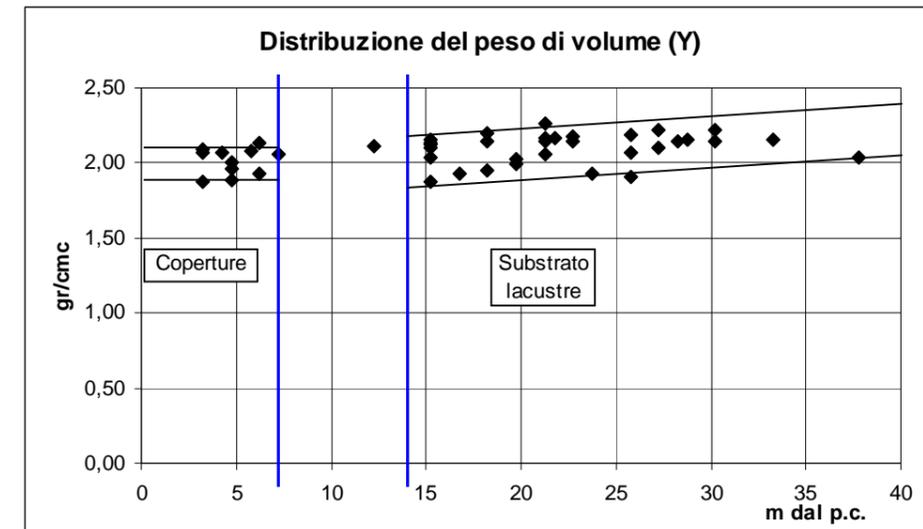


Figura 10



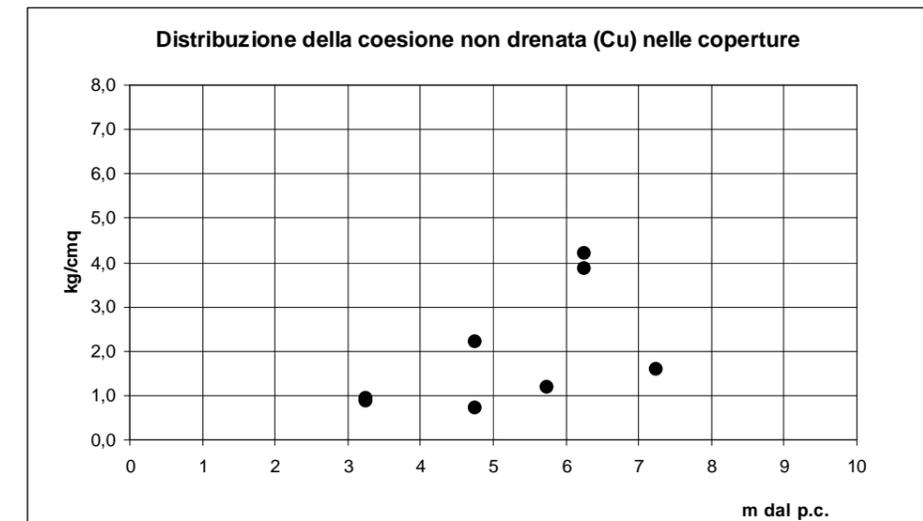
Nel grafico di **figura 11** viene riportata la distribuzione del peso di volume in funzione della profondità: nelle coperture il valore risulta compreso fra 1,9 e 2,1 gr/cm³, mentre nei depositi lacustri tende ad aumentare con una funzione lineare.

Figura 11



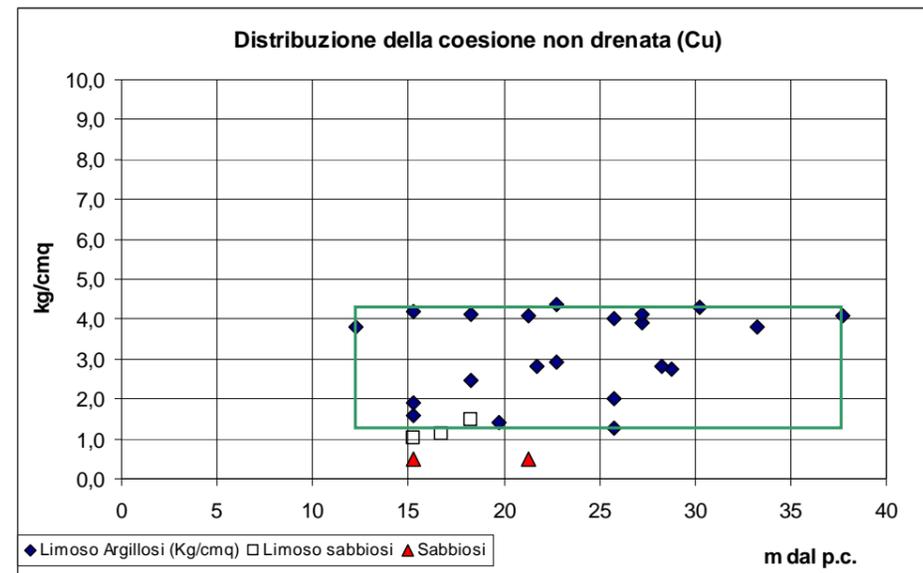
Nel grafico di **figura 12** viene riportata la distribuzione della coesione non drenata all'interno delle coperture: i valori risultano considerevolmente dispersi, anche a causa della irregolare presenza di materiale granulare.

Figura 12



Nel grafico di **figura 13** viene riportata la distribuzione della coesione non drenata nei terreni del substrato lacustre: anche in questo caso i valori risultano considerevolmente dispersi, risultando mediamente compresi fra 1,2 e 4,2 kg/cm².

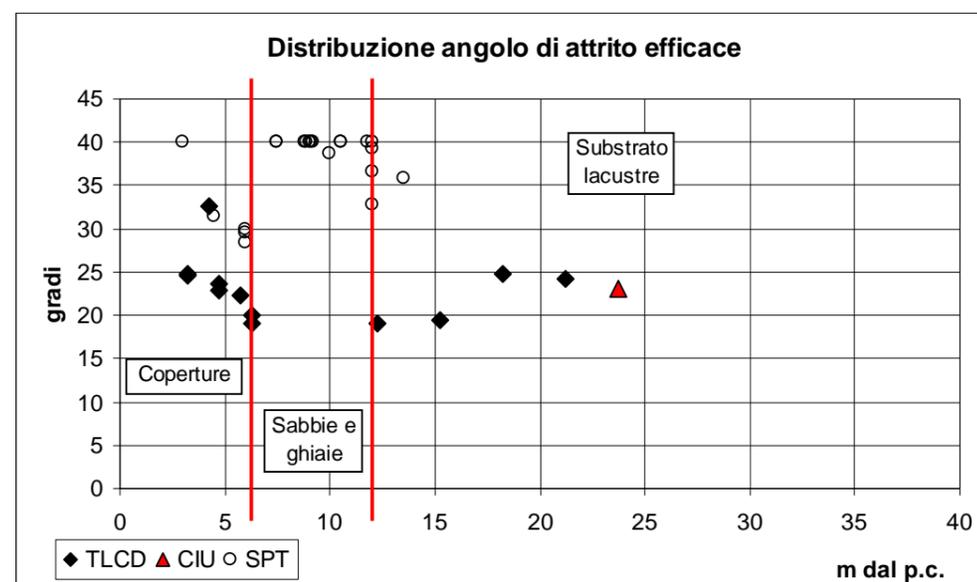
Figura 13



Nel grafico di **figura 14** viene riportata la distribuzione dell'angolo di attrito efficace ricavato sia da prove geotecniche di laboratorio (prove di taglio diretto in scatola di Casagrande che triassiali di tipo CID) che SPT in foro di sondaggio (vedi tabella in **appendice 3** per le relative elaborazioni):

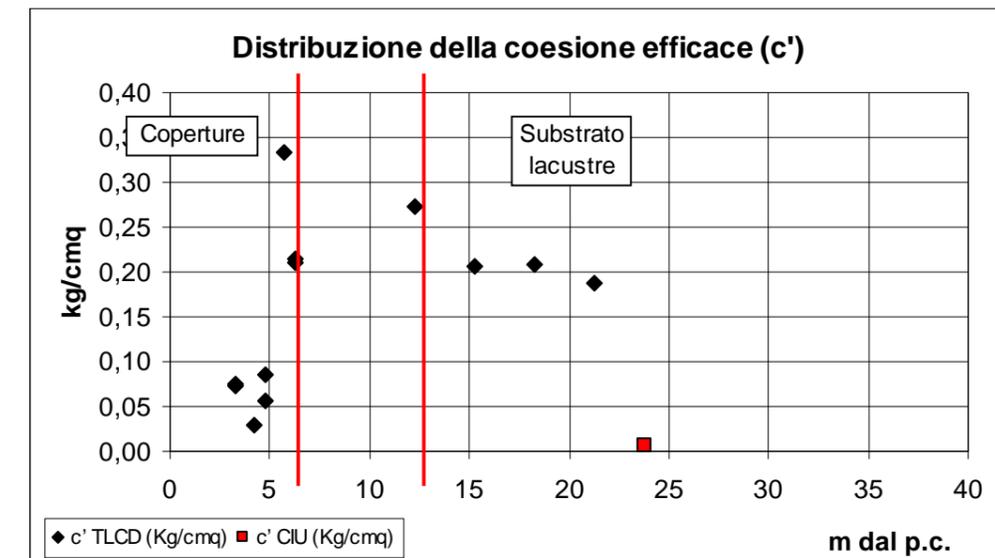
- § **nei terreni di copertura** è risultato mediamente compreso fra 22° e 25° (in basso laddove le coperture passano a sabbie le prove SPT hanno fornito valori dell'ordine dei 30°);
- § **nelle sabbie e ghiaie** i valori sono risultati mediamente compresi fra 36° ed il limite superiore imposto per le elaborazioni delle prove SPT ovvero 40°
- § **nei materiali coesivi del substrato lacustre** è risultato mediamente compreso fra 19° e 25°, tutta via i valori inferiori, essendo riferiti a prove di taglio ed essendo accompagnati da elevati valori della coesione efficace, si ritiene siano sottostimati per effetto della velocità utilizzata nella prova.

Figura 14



Nel grafico di **figura 15** viene riportata la distribuzione della coesione efficace (c') determinata sia da prove di taglio in scatola di Casagrande che triassiali di tipo CID;

Figura 15



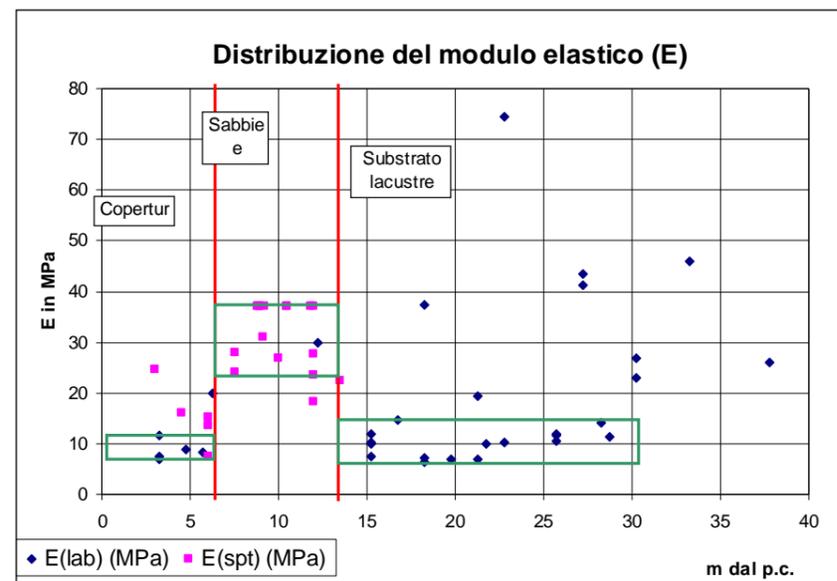
Nelle coperture superficiali la coesione efficace risulta compresa fra 0,03 e 0,08 kg/cmq, mentre nei terreni del substrato lacustre ha mediamente presentato valori dell'ordine degli 0,2 kg/cmq¹.

Nel grafico di **figura 16** viene riportata la distribuzione del modulo elastico ricavato:

- § per i materiali argillosi dalle prove ad espansione laterale libera (ed inteso come modulo di taglio iniziale);
- § per il livello delle ghiaie e sabbie dalle prove SPT in foro di sondaggio.

¹ Come già evidenziato per l'angolo di attrito efficace, si ritiene che per i materiali del substrato lacustre le prove di taglio abbiano dato luogo ad una sovrastima della coesione efficace ed una corrispondente sottostima dell'angolo di attrito efficace.

Figura 16



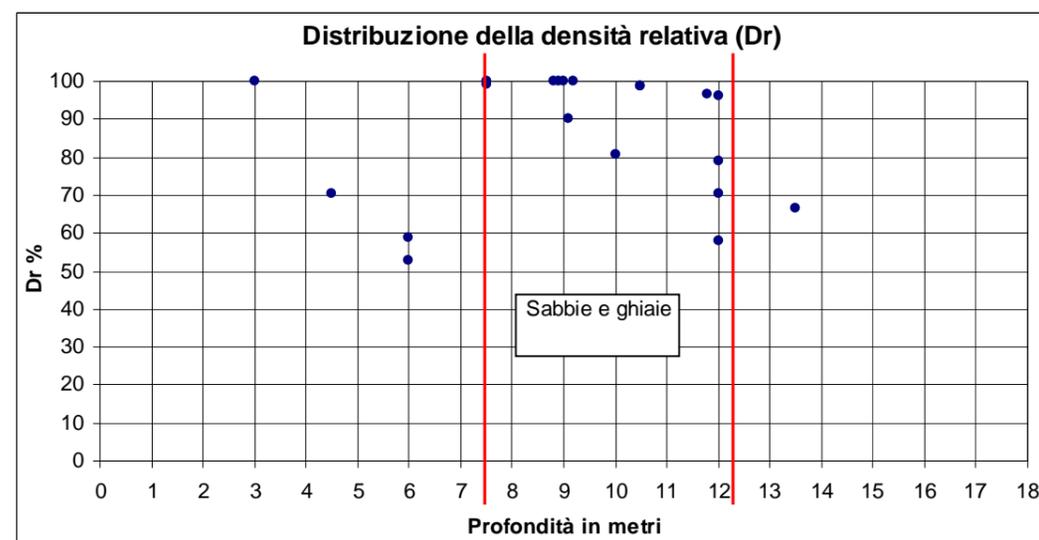
Nelle coperture il modulo elastico riferito ai campioni coesivi è risultato compreso fra 7 e 11,7 MPa; operando a favore della sicurezza si suggerisce di trascurare i valori relativi alla parte basale delle coperture (sabbiosa in quanto irregolare sia in senso planimetrico che lungo la verticale).

Nel livello delle sabbie e ghiaie il modulo è risultato mediamente compreso fra 23 e 37 MPa.

Nel substrato lacustre e fino a m 30 di profondità, il modulo è risultato mediamente compreso fra 7 e 14,8 MPa (i valori superiori non hanno mostrato trend di distribuzione tali da poter essere interpretati come rappresentativi).

Infine nella **figura 17** si riporta la distribuzione della densità relativa determinata all'interno delle ghiaie e sabbie mediante prove SPT: in linea generale i valori sono risultati compresi fra l'80% ed il 100%.

Figura 17



8. CONDIZIONI ATTESE SUI PIANI D'IMPOSTA DEGLI EDIFICI

Le sezioni delle **figure 18, 19, 20 e 21** evidenziano i rapporti fra le strutture in progetto ed il modello stratigrafico locale: gli scavi per la realizzazione dei locali interrati si spingeranno fino ad una profondità di circa m 4 dal piano campagna attuale e non daranno luogo a fenomeni di interferenza con la falda, che è posta ad una profondità di circa 8,0/8,6 m dal p.c.

Il fondo scavo interesserà per la maggior parte dei casi i materiali limoso argillosi delle coperture, che tuttavia nella porzione inferiore tendono a presentare un significativo aumento della frazione sabbiosa.

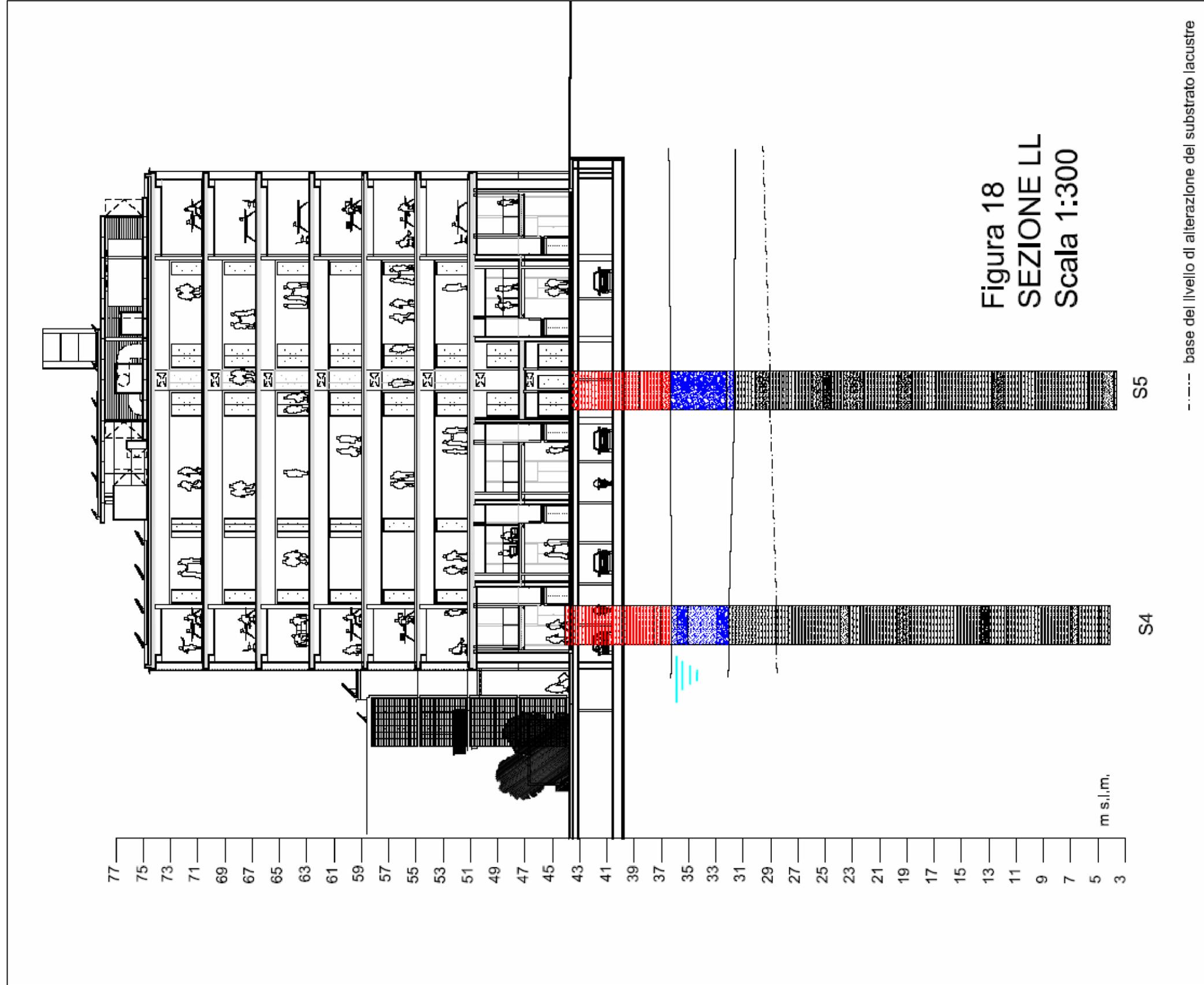
Il sondaggio geognostico S1 evidenzia che comunque gli stessi scavi daranno luogo localmente alla completa asportazione dei terreni di copertura dalla ridotta permeabilità con raggiungimento dei depositi granulari riconducibili ai depositi della Greve.

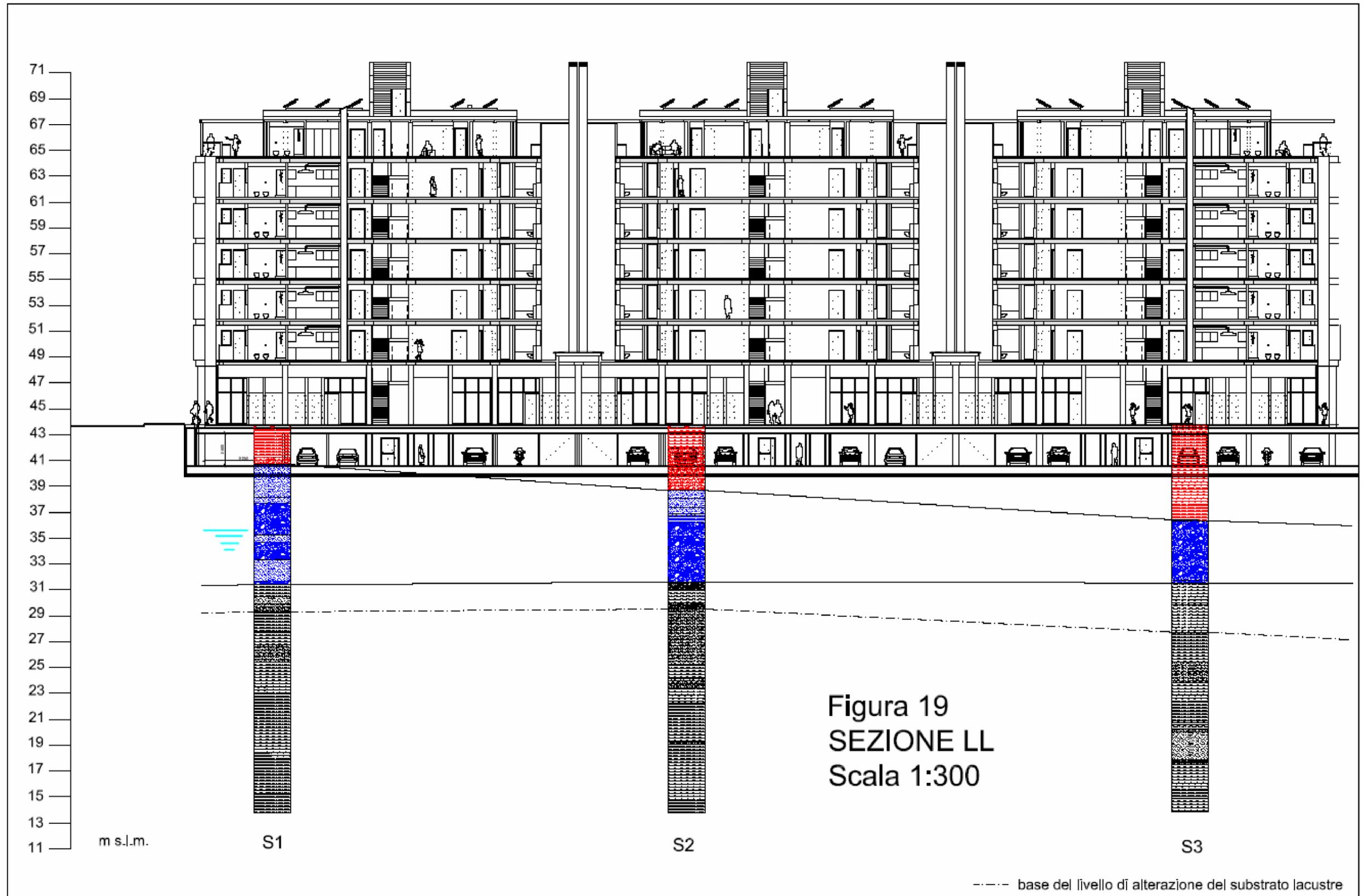
Ciò richiederà, sia durante le fasi transitorie del cantiere che durante quelle definitive, di adottare tutte le soluzioni tecniche e gli accorgimenti necessari a garantire la qualità delle acque sotterranee alle quali attingono direttamente i pozzi dell'acquedotto comunale; l'evento di maggiore pericolosità è verosimilmente costituito dalle piogge che, ricadendo direttamente all'interno dello scavo, troverebbero come vie dirette di infiltrazione quelle laddove la copertura argillosa risulti completamente asportata, trasportando in falda eventuali contaminanti presenti sul fondo scavo.

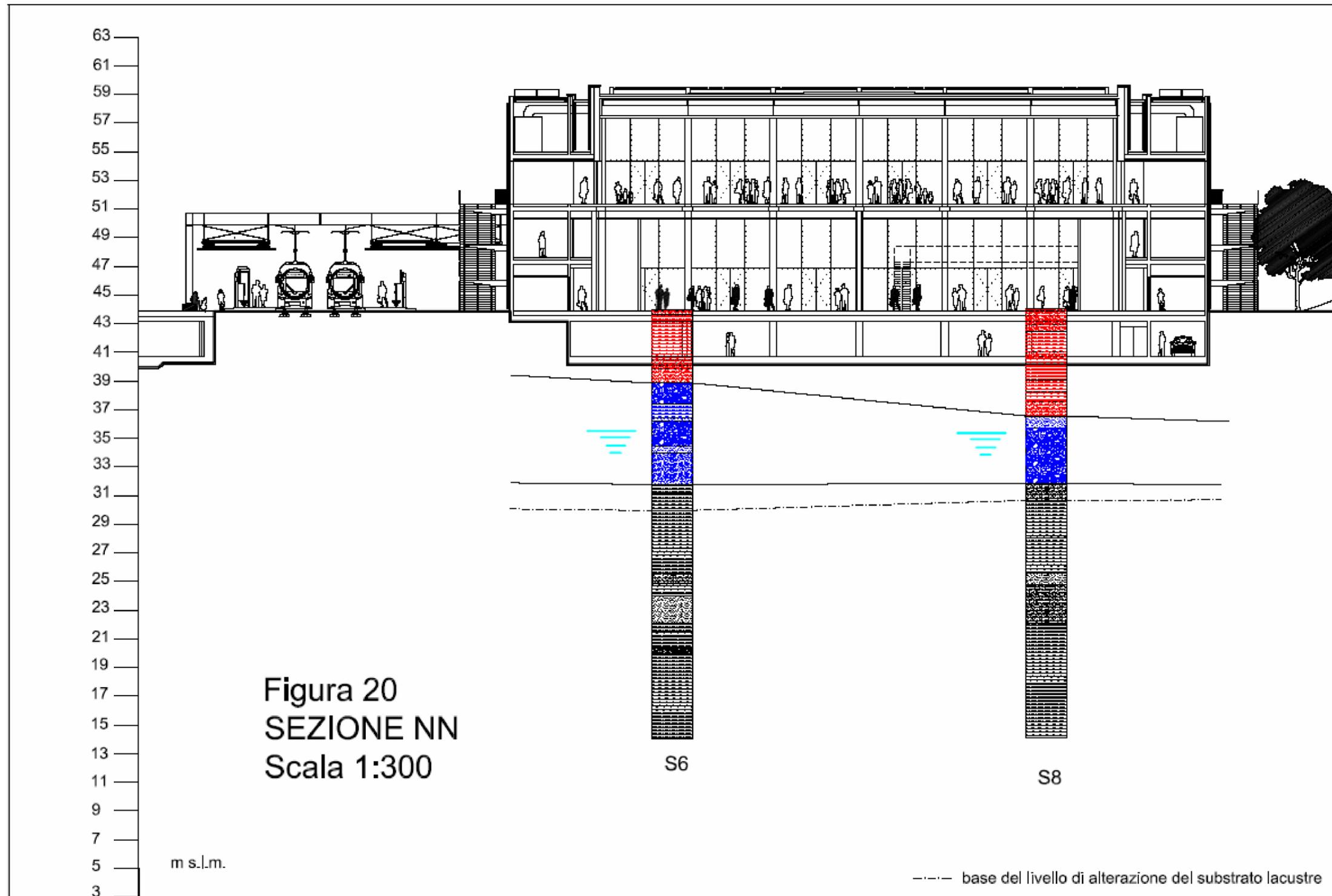
Nel caso di ricorso a pali o diaframmi, questi dovranno essere disposti in modo da non costituire ostacolo al flusso naturale, e realizzati in modo tale da garantire sia nel transitorio della realizzazione che nelle condizioni di regime, l'assenza di vie preferenziali per eventuali processi di filtrazione di potenziali agenti inquinanti verso il basso.

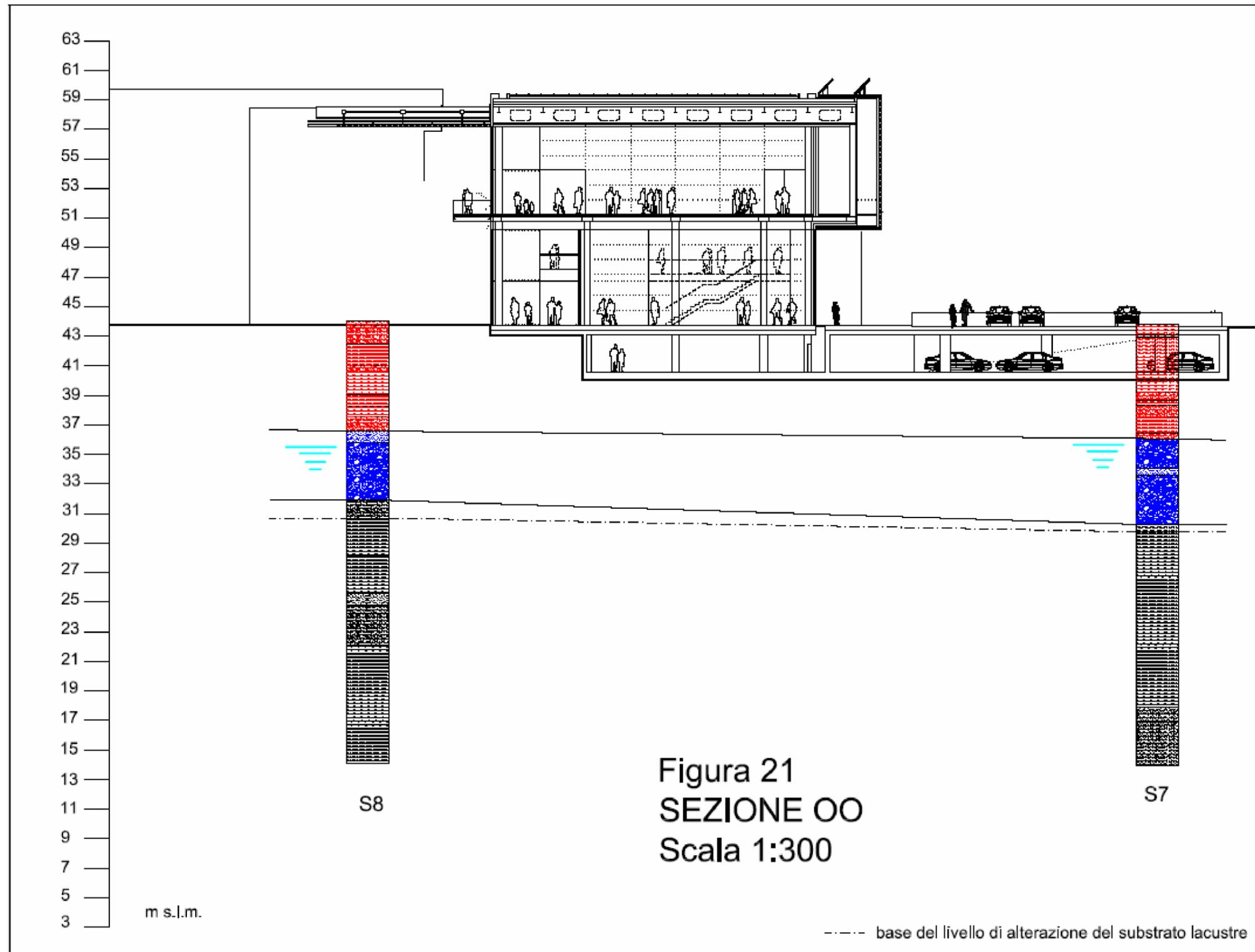
Firenze, 18 novembre 2008

Dott. Geol. Marco Vanacore









APPENDICE 1
Stratigrafie dei sondaggi geognostici

GEOTECNO

Firenze

STRATIGRAFIA

Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S1
Località: Scandicci	Quota: 43,718 m s.l.m
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data: 26-27/06/08
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	

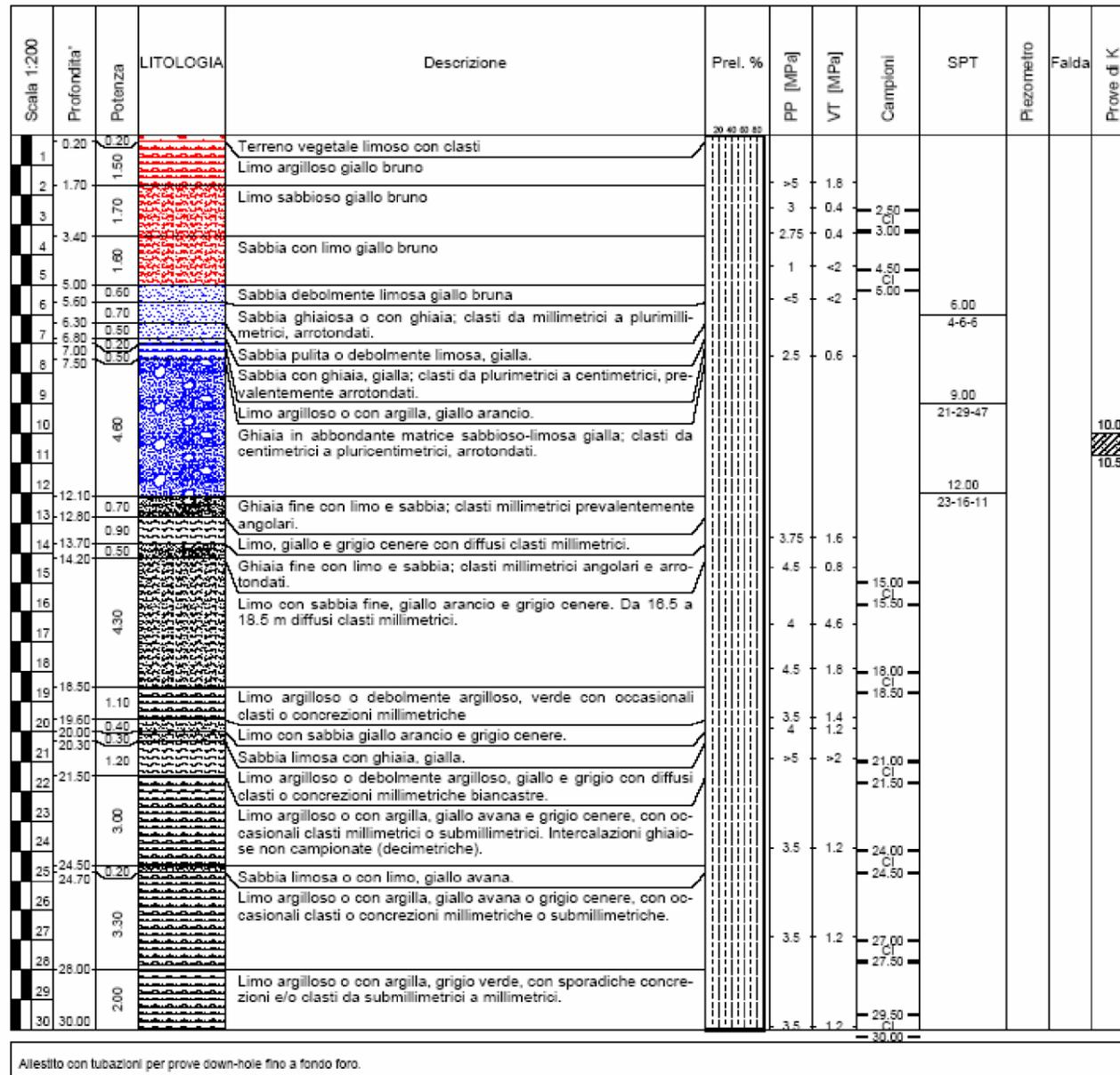
Scala 1:200	Profondità*	Potenza	LITOLOGIA	Descrizione	Prel. %	PP [MPa]	VT [MPa]	Campioni	SPT	Piezometro	Falda	Prove di K
1	0.20	0.20		Terreno vegetale e ciottoli	30 40 50 55							
2	2.20			Limo argilloso o debolmente argilloso, bruno								
3	2.40	0.60		Limo sabbioso, bruno		4.5	1.4					
4	3.00			Sabbia limosa o debolmente limosa, medio grossolana, bruna.		2.5	0.2					
5		2.50						4.00 C1	4.50			
6	5.50	0.50		Sabbia ghiaiosa o deb. ghiaiosa; ciottoli da plurimillimetrici a centimetrici.					7-7-11			
7	6.00			Ghiaia con sabbia; clasti centimetrici prevalentemente arrotondati; occasionali clasti pluricentimetrici.								
8		2.50							7.50			
9	8.50	0.50		Sabbia con ghiaia					21-36-28			
10	9.00			Ghiaia in scarsa matrice limo-sabbiosa; clasti da centimetrici a pluricentimetrici, arrotondati.								
11	10.40	1.40		Sabbia con ghiaia, gialla.					10.50			
12		1.80							23-RIF.			
13	12.00	0.30		Ghiaia in scarsa matrice limo-sabbiosa; clasti da centimetrici a pluricentimetrici, arrotondati.								
14	12.30	0.90				4	1.2					
15	13.20	0.60		Limo argilloso o con argilla, giallo arancio.		>5	1.2		13.50			
16	13.80	0.60		Sabbia limosa medio grossolana, grigio azzurra		2.5	<2		33-22-21			
17	14.40			Sabbia limosa o debolmente limosa, grigio verde.								
18		1.80		Limo argilloso o con argilla, grigio verde, con frequenti clasti o concrezioni bianche millimetriche, friabili.		>5	<2		15.00			
19	16.00	1.00		Limo con argilla o argilloso, grigio verde e azzurro.		4.5	1.2		15.50			
20	17.00			Limo sabbioso o con sabbia giallo, con occasionali clasti pluricentimetrici.		4	0.5					
21	18.30	1.30		Limo argilloso grigio verde		>5	<2		19.50			
22									20.00			
23		10.20				>5	<2		22.50			
24									23.00			
25												
26						>5	<2		25.50			
27									26.00			
28												
29	28.50					>5	<2		28.00			
30	30.00	1.50		Limo argilloso o con argilla grigio verde e azzurro.		>5	1.7		28.50			
31									30.00			
									30.50			

Diametro del piezometro pari a 7.5 cm.

GEOTECNO Firenze

STRATIGRAFIA

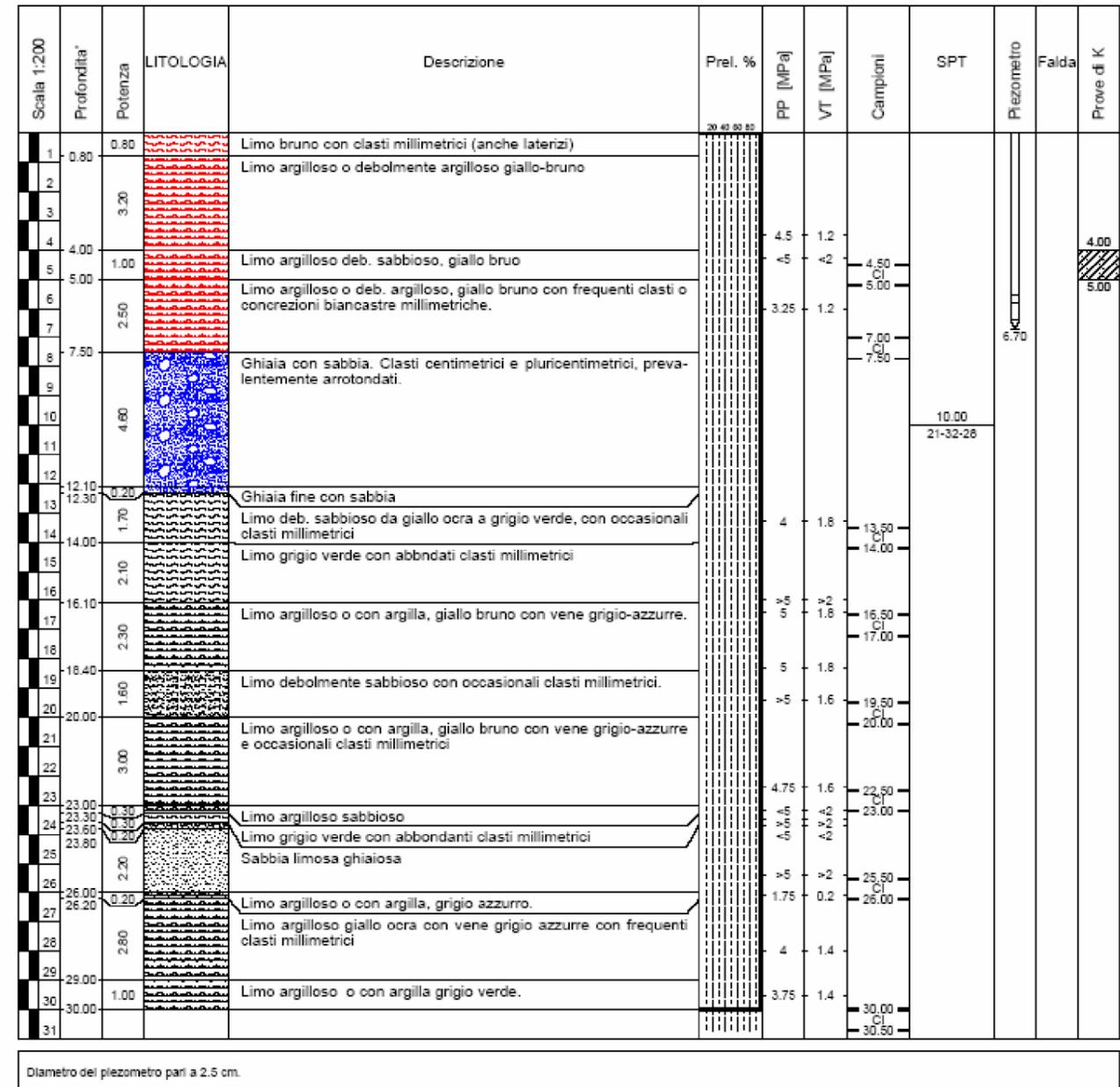
Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S2
Località: Scandicci	Quota: 43,70 m s.l.m
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data: 28-29/05/08
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	



GEOTECNO Firenze

STRATIGRAFIA

Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S3
Località: Scandicci	Quota: 43,804 m s.l.m
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data:
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	



GEOTECNO Firenze

STRATIGRAFIA

Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S4
Località: Scandicci	Quota: 43,918 m s.l.m.
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data:
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	

Scala 1:200	Profondità*	Potenza	LITOLOGIA	Descrizione	Prel. %	PP	VT	Campioni	SPT	Piezometro	Falda	Prove di K
1	0.50	0.50		Limo argilloso o debolmente argilloso, bruno con occasionali intercalazioni sabbiose.	23.45	0.00						
2	1.50	3.50				5	1.8					
3	2.50							3.00				
4	3.50			Limo argilloso, giallo (sporadici clasti millimetrici)		3.25	1.4	3.50				
5	4.50	3.00										
6	5.50							6.00				
7	6.50	0.50		Limo debolmente argilloso, debolmente sabbioso, giallo bruno.		2.5	0.8	6.50				
8	7.00	0.60		Limo argilloso o con argilla, giallo-verde.		2.25	0.6					
9	8.20	0.40		Sabbia debolmente limosa, giallo ocra.		1	<2		9.00		8.50	
10	9.00	0.80		Ghiaia con sabbia, clasti centimetrici/pluricentimetrici.					37-RIF.			
11	10.00	2.10		Sabbia pulita o debolmente sabbiosa; clasti da centimetrica pluricentimetrici, prevalentemente arrotondati.								
12	11.10	0.90		Ghiaia con sabbia; clasti da millimetrici a centimetrici, occasionalmente pluricentimetrici, prevalentemente arrotondati.					12.00			
13	12.00			Limo debolmente sabbioso, debolmente argilloso, da giallo ocra a giallo verde, con frequenti clasti submillimetrici o millimetrici.					27-31-16			
14	13.00	3.50										
15	14.50					>5	2	15.00				
16	15.50			Limo con argilla o argilloso grigio verde, con frequenti clasti o concrezioni biancastre submillimetriche o millimetriche.				15.50				
17	16.50											
18	17.60	4.70				>5	>2	18.00				
19	18.50							18.50				
20	19.10											
21	20.00	0.60		Sabbia con limo, giallo bruna		>5	>2	21.00				
22	20.80			Limo con argilla verde oliva con clasti submillimetrici.		>5	>2	21.50				
23	21.50	3.60										
24	22.50					>5	>2	23.50				
25	24.40	0.80		Limo sabbioso o con sabbia, colore giallo.		1.5	0.4	24.00				
26	25.20			Limo con argilla verde oliva con sporadici clasti o concrezioni submillimetriche/millimetriche.								
27	26.00	2.30				>5	>2	27.00				
28	27.50			Limo argilloso o con argilla, giallo, con frequenti clasti/concrezioni submillimetriche.		>5	>2	27.50				
29	28.50	3.00										
30	29.50							30.00				
31	30.50	0.60		Limo sabbioso ghiaioso o con ghiaia, giallo.				30.50				
32	31.10	1.30		Limo con argilla, grigio scuro		4	1.4					
33	32.40			Limo argilloso o con argilla giallo verde con frequenti clasti		>5	>2	33.00				
34	33.00							33.50				
35	34.00	4.60										
36	35.00											
37	36.50			Limo sabbioso				36.50				
38	37.20	0.20		Sabbia debolmente limosa o pulita, grigio-azzurra.		2.5	<2	37.00				
39	37.50	0.40		Limo con argilla o argilloso, verde oliva, con sporadici clasti/concrezioni submillimetrici.		3.5	1.4					
40	39.20	1.60										
41	39.80			Limo con argilla o argilloso, giallo-verde, con sporadici clasti/concrezioni submillimetrici.		>5	1.6					
42	40.00	0.80										

Installata tubazione per prove sismiche down-hole fino a m 40 dal p.c.

GEOTECNO Firenze

STRATIGRAFIA

Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S5
Località: Scandicci	Quota: 43,737 m s.l.m.
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data:
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	

Scala 1:200	Profondità*	Potenza	LITOLOGIA	Descrizione	Prel. %	PP	VT	Campioni	SPT	Piezometro	Falda	Prove di K
1	0.50	0.50		Inerti (clasti pluricentimetrici a spigoli vivi)	23.45	0.00						
2	1.50	2.60		Limo argilloso, bruno								
3	3.10					>5	>2					3.00
4	4.10	1.90		Limo debolmente sabbioso, bruno		>5	>2					4.00
5	5.00							4.50				
6	6.00	3.00		Limo argilloso giallo bruno		3.5		5.00			5.00	
7	6.70	1.70				3.75	1.2					
8	7.30	0.60		Sabbia limosa o con limo, gialla		2	0.4		7.50			
9	8.30			Ghiaia con sabbia; clasti centimetrici prevalentemente arrotondati, occasionalmente pluricentimetrici					18-22-27			
10	9.00								10.50			10.00
11	10.00								37-RIF.			10.50
12	11.40	0.60		Sabbia limosa con ghiaia, gialla; clasti millimetrici e plurimillimetrici.				12.00				
13	12.00	1.60				>5	>2	12.50				
14	13.60	1.00		Limo argilloso o debolmente argilloso, grigio verde, con frequenti clasti millimetrici		>5	>2					
15	14.60	0.90		Limo con sabbia e ghiaia, giallo (clasti millimetrici)		>5	>2					
16	15.50	0.90		Limo argilloso, grigio verde, con occasionali clasti millimetrici.		>5	>2	15.00				
17	15.80	0.30		Limo ghiaioso con sabbia, giallo.		>5	0.8	15.50				
18	16.60	1.80		Limo argilloso o debolmente argilloso, giallo-verde, con frequenti clasti millimetrici.		>5	2					
19	17.60	0.90		Limo sabbioso o con sabbia, giallo bruno.		>5	>2	18.00				
20	18.50	0.60		Ghiaia con limo e argilla		>5	>2	18.50				
21	19.10	0.90										
22	20.00	0.90		Limo verde oliva con frequenti clasti submillimetrici, argilloso.		>5	>2					
23	21.00	1.50		Limo sabbioso o debolmente sabbioso, giallo.		>5	>2	21.00				
24	21.50	1.50				>5	>2	21.50				
25	22.50	2.50		Limo argilloso o con argilla verde oliva, con frequenti clasti submillimetrici		>5	>2					
26	23.50											
27	24.00	1.00		Limo sabbioso o debolmente sabbioso giallo verde.		>5	>2					
28	25.00	1.00		Limo argilloso o debolmente argilloso giallo-verde, con frequenti clasti submillimetrici.		>5	>2	25.50				
29	26.00	1.00		Limo argilloso o debolmente argilloso, giallo verde, con frequenti clasti submillimetrici		>5	>2	26.00				
30	27.50	4.90				>5	2	28.50				
31	28.50							29.00				
32	29.50							30.00				
33	30.50	0.80		Limo debolmente sabbioso, giallo verde.		4.75	>2	30.50				
34	31.70	1.30		Limo argilloso o con argilla, grigio verde		4.25	1.8					
35	33.00					3.5	2.6					
36	33.00			Limo argilloso o con argilla, giallo verde, con occasionali clasti millimetrici o submillimetrici								
37	34.00	5.00				4	1.8	34.50				
38	35.00							35.00				
39	36.50			Limo sabbioso								
40	37.20	0.20		Sabbia debolmente limosa o pulita, grigio-azzurra.		>5	>2	37.50				
41	37.50	0.40		Limo con argilla o argilloso, verde oliva, con sporadici clasti/concrezioni submillimetrici.		>5	>2	38.00				
42	39.20	1.60										
43	39.80			Limo con argilla o argilloso, giallo-verde, con sporadici clasti/concrezioni submillimetrici.		1	<2					
44	40.00	0.80				3	1.5					

Diametro del piezometro pari a 2.5 cm

GEOTECNO Firenze

STRATIGRAFIA

Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S6
Località: Scandicci	Quota: 43,92 m s.l.m
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data:
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	

Scala 1:200	Profondità*	Potenza	LITOLOGIA	Descrizione	Prel. %	PP	VT	Campioni	SPT	Piezometro	Falda	Prove di K
1	0.30	0.30		Limo sabbioso, bruno con laterizi								
2		3.20		Limo argilloso o con argilla, bruno.								
3						>5	1.2					
4	3.50	0.60		Limo sabbioso o con sabbia, giallo								
5	4.10	1.00		Sabbia con limo o limosa, gialla.								
6	5.10	1.90		Ghiaia sabbiosa; clasti da plurimillimetrici a centimetrici, occasionalmente pluricentrici o centimetrici, prevalentemente arrotondati.					6.00			
7	6.60	0.90		Limo argilloso, giallo					3-5-6			
8	7.50	0.30		Limo argilloso, giallo								
9	7.80	0.30		Sabbia debolmente limosa, fine, gialla.								
10	9.50	0.50		Ghiaia in abbondante matrice limoso-argillosa-sabbiosa, con ciottoli da centimetrici a pluricentrici.					9.00		8.45	
11	10.00	0.50		Sabbia ghiaiosa o con ghiaia, gialla; clasti arrotondati pluricentrici.					35-RIF.			
12	12.20	2.20		Sabbia ghiaiosa o con ghiaia, gialla; clasti arrotondati pluricentrici. Occasionalmente domina la matrice sabbiosa.					12.00			
13	12.80	0.60		Limo argilloso, giallo.					41-RIF.			
14	14.00	1.20		Limo argilloso o con argilla, giallo verde.								
15				Limo argilloso, giallo.								
16												
17												
18												
19	18.40	0.70		Limo sabbioso o con sabbia, giallo arancio.					13.50			
20	19.10	0.90		Limo argilloso o con argilla, bruno.					14.00			
21	20.00			Sabbia grossolana, giallo arancio.					15.00			
22	21.90	1.90							15.50			
23	22.50	0.60		Limo con argilla o argilloso, verde.					17.00			
24	23.50	1.10		Limo argilloso, giallo verde.								
25	24.00	0.40		Sabbia ghiaiosa, debolmente limosa, gialla; clasti millimetrici.								
26				Limo argilloso o con argilla, giallo verde, con diffusi clasti o concrezioni submillimetriche.								
27												
28												
29												
30	30.00	6.00										

Diametro del piezometro pari a 7.5 cm.

GEOTECNO Firenze

STRATIGRAFIA

Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S7
Località: Scandicci	Quota: 43,795 m s.l.m
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data: 21/05/08
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	

Scala 1:200	Profondità*	Potenza	LITOLOGIA	Descrizione	Prel. %	PP	VT	Campioni	SPT	Piezometro	Falda	Prove di K
1	0.90	0.90		Limo con clasti centimetrici e frammenti di laterizi, color bruno.								
2				Limo bruno con occasionali clasti submillimetrici								
3												
4						>5	>2					
5	4.60	0.60		Limo sabbioso argilloso o debolmente argilloso, giallo bruno.								
6	5.20	0.30		Limo argilloso debolmente sabbioso, color giallo bruno.								
7	5.50	0.80		Limo sabbioso, giallo bruno.					6.00		4.50	
8	6.30	1.10		Limo argilloso o con argilla, giallo-verde.					11-7-7			
9	7.40	0.40		Limo sabbioso o con sabbia, giallo-verde.								
10	7.80	0.40		Ghiaia in matrice sabbioso-limosa; clasti prevalentemente arrotondati					9.00		8.32	
11	9.80	2.00		Sabbia gialla con occasionali clasti centimetrici					31-RIF.			
12	10.30	0.50		Ghiaia in matrice sabbioso-limosa; clasti prevalentemente arrotondati								
13									12.00			
14	13.60	3.90							21-35-27			
15	14.10	0.50		Limo argilloso sabbioso, bruno.								
16				Limo argilloso o con argilla, grigio verde, con abbondanti clasti submillimetrici color grigio cenere, friabili.								
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27	25.00	0.50		Limo sabbioso o con sabbia, giallo.								
28	25.50	0.50		Sabbia limosa, gialla								
29	27.00	3.00		Limo sabbioso o deb. sabbioso, giallo, con abbondanti clasti submillimetrici.								
30	30.00											

Diametro del piezometro pari a 7.5 cm.

GEOTECNO

Firenze

STRATIGRAFIA

Committente: SCANDICCI CENTRO SRL	Sondaggio: S8
Località: Scandicci	Quota: 44,026 m s.l.m.
Impresa esecutrice: Ichnogeo	Data: 16-19/05/08
Diametro del carotiere: 101 mm	Assistente: Dott. Geol. Renzo Cavallini
C = SPT con campionatore PC = SPT con punta conica	

Scala 1:200	Profondità*	Potenza	LITOLOGIA	Descrizione	Prel. %	PP	VT	Campioni	SPT	Piezometro	Falda	Prove di K
1	1.10	1.10		Limo sabbioso, bruno, con clasti da centimetrici a pluricentimetrici.	33.45							
2	1.80	0.50		Limo sabbioso, bruno.		>5	>2					
3	3.00	1.40		Limo argilloso o con argilla, color bruno.		>5	>2		3.00			
4	3.50	0.50		Limo sabbioso, giallo.		3	<2		17-21-30			
5	5.00	1.50		Limo argilloso o con argilla, giallo verde.		>5	>2					
6	5.80	0.80		Limo argilloso sabbioso o con sabbia, giallo.		3.75	0.4					
7	6.50	0.70		Limo argilloso, giallo.		>5	>2					
8	7.50	1.00		Limo sabbioso, giallo verde.		>5	>2					
9	8.30	0.80		Sabbia limosa o debolmente limosa.		3.5	0.8					
10	9.30	3.90		Ghiaia in matrice sabbiosa; clasti da centimetrici a pluricentimetrici, prevalentemente arrotondati.					9.00		8.50	
11	12.20	1.20		Limo debolmente sabbioso o sabbioso, giallo.					25-RIF.			
12	12.30								12.00			
13	13.40	2.60		Limo argilloso o con argilla, grigio verde, con occasionali clasti submillimetrici.		3.25	1.8		RIF.			
14	15.00	2.60		Limo argilloso o con argilla, giallo.		2.75	1.8		15.50			
15	16.00	2.50		Limo argilloso o con argilla, giallo.		2.25	1		15.00			
16	18.50	0.80		Sabbia limosa o debolmente limosa, gialla, ben addensata.		3.5	1.3		18.00			
17	19.30	2.70		Limo sabbioso giallo		3.5	<2		18.50			
18	21.00								21.00			
19	22.00			Limo argilloso o con argilla, grigio verde.		>5	0.6		21.50			
20	24.00					>5	1.8					
21	24.00								24.00			
22	24.50								24.50			
23	27.00					3	1.6					
24	27.00								27.00			
25	27.50					4	1.4		27.50			

Diametro del piezometro pari a 7.5 cm.

APPENDICE 2

Prove di permeabilità in foro di sondaggio
(A cura di ICHNOGEO sas – S. Miniato – PI)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

norma di riferimento : Raccomandazioni AGI 1977

certificato di prova n° 0461/08 : interpretazione proposta

sondaggio n° 1 prova n° 1

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 26/05/2008 livello di falda (m): 8.04 da p.c.
 inizio tratto prova (m): 6 da p.c. diametro foro (m): 0.127
 fine tratto prova (m): 6.5 da p.c. h₀ (m): 7 da liv. falda

tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)
0	0.00	300	-2.15	1080	-4.46
60	-0.54	480	-2.95	1500	-5.13
120	-1.04	600	-3.35	1800	-5.47
180	-1.50	720	-3.72		

DATI SELEZIONATI PER IL CALCOLO DI K

t ₁ (min)	18
t ₂ (min)	30
dh ₁ (m)	-4.46
dh ₂ (m)	-5.47

ELABORAZIONE

A (m ²)	0.013	C _L	0.5
h ₁ (m)	2.54	t ₁ (s)	1080
h ₂ (m)	1.53	t ₂ (s)	1800

$$k = \frac{A}{C_L \times (t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Coefficiente di permeabilità K= 1.78E-05 m/s

certificato di prova n° 0468/08 : interpretazione proposta

sondaggio n° 3 prova n° 1

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO a carico costante

norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977
deviazioni dalla norma: nessuna

verbale di accettazione n° 08C027 del 16/05/2008
certificato di prova n° 0465/08 del 18/06/2008

Comm.te: Scandicci Centro srl
Località: Scandicci (FI)
sondaggio n° 2 prova n° 1

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 28/05/2008 livello di falda (m): 7 da p.c.
inizio tratto prova (m): 10 da p.c. diametro foro (m): 0.127
fine tratto prova (m): 10.5 da p.c. h (m): 7.5 da liv. di falda

portata immessa (m³/s): 1.51E-04 all'equilibrio

Coefficiente di permeabilità **K= 5.57E-05 m/s**

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 30/05/2008 livello di falda (m): 8 da p.c.
inizio tratto prova (m): 4 da p.c. diametro foro (m): 0.127
fine tratto prova (m): 5 da p.c. h₀ (m): 6 da fondo foro

tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)
0	0.00	240	-0.12	1800	-0.53
60	-0.04	480	-0.2	3600	-0.74
120	-0.08	900	-0.33		

DATI SELEZIONATI PER IL CALCOLO DI K

t ₁ (min)	30
t ₂ (min)	60
dh ₁ (m)	-0.53
dh ₂ (m)	-0.74

ELABORAZIONE

A (m ²)	0.013	C _L	1
h ₁ (m)	5.47	t ₁ (s)	1800
h ₂ (m)	5.26	t ₂ (s)	3600

$$k = \frac{A}{C_L \times (t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Coefficiente di permeabilità **K= 2.76E-07 m/s**

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO
norma di riferimento : Raccomandazioni AGI 1977

certificato di prova n° 0474/08 : interpretazione proposta

sondaggio n° 5 prova n° 1

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 06/06/2008 livello di falda (m): 8 da p.c.
inizio tratto prova (m): 3 da p.c. diametro foro (m): 0.127
fine tratto prova (m): 4 da p.c. h₀ (m): 5 da fondo forc

tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)
0	0.00	240	-0.11	1800	-0.51
60	-0.03	480	-0.18	3600	-0.75
120	-0.06	900	-0.31		

DATI SELEZIONATI PER IL CALCOLO DI K

t ₁ (min)	30
t ₂ (min)	60
dh ₁ (m)	-0.51
dh ₂ (m)	-0.75

ELABORAZIONE

A (m ²)	0.013	C _L	1
h ₁ (m)	4.49	t ₁ (s)	1800
h ₂ (m)	4.25	t ₂ (s)	3600

$$k = \frac{A}{C_L \times (t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Coefficiente di permeabilità **K= 3.87E-07 m/s**

 **Ichnogeo** sas
56028 San Miniato Basso
tel 0571/43213 fax 0571/403063
P.IVA 01266480506
www.ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
Consiglio superiore dei Lavori Pubblici

Laboratorio autorizzato - settori A e C
decreto n° 54814 del 28/04/2006

 Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani
Laboratorio ALGI n° 37

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO a carico costante

norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977
deviazioni dalla norma: nessuna

verbale di accettazione n° 08C027 del 16/05/2008
certificato di prova n° 0475/08 del 18/06/2008

Comm.te: Scandicci Centro srl
Località: Scandicci (FI)
sondaggio n° 5 prova n° 2

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 28/05/2008 livello di falda (m): 6.5 da p.c.
inizio tratto prova (m): 10 da p.c. diametro foro (m): 0.127
fine tratto prova (m): 10.5 da p.c. h (m): 7.0 da liv. di falda

portata immessa (m³/s): 2.25E-04 all'equilibrio

Coefficiente di permeabilità **K= 8.88E-05 m/s**

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

norma di riferimento : Raccomandazioni AGI 1977

certificato di prova n° 0482/08 : interpretazione proposta

sondaggio n° 7 prova n° 1

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 21/05/2008 livello di falda (m): 8.24 da p.c.
 inizio tratto prova (m): 4.5 da p.c. diametro foro (m): 0.127
 fine tratto prova (m): 5 da p.c. h₀ (m): 5.5 da fondo foro

tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)	tempo (s)	dh (m)
0	0.00	300	-1.67	1080	-2.16
60	-0.75	480	-1.93	1500	-2.21
120	-1.15	600	-2.02	1800	-2.25
180	-1.40	720	-2.07		

DATI SELEZIONATI PER IL CALCOLO DI K

t ₁ (min)	18
t ₂ (min)	30
dh ₁ (m)	-2.16
dh ₂ (m)	-2.25

ELABORAZIONE

A (m ²)	0.013	C _L	0.5
h ₁ (m)	3.34	t ₁ (s)	1080
h ₂ (m)	3.25	t ₂ (s)	1800

$$k = \frac{A}{C_L \times (t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Coefficiente di permeabilità K= 9.61E-07 m/s

APPENDICE 3

Tabella di sintesi dei risultati delle prove SPT e relative elaborazioni

Sond.	m dal p.c.	s'vo (kg/cmq)	Nspt	Nspt corretti per H2O	Dr (%)	φ °	φ' riportato a 40	E (Mpa)
S1	4,5	0,9	18	18	70	31	31	16
	7,5	1,5	64	64	100	46	40	28
	10,5	1,9	100	58	99	44	40	37
S2	13,5	2,2	43	29	66	36	36	22
	6	1,2	12	12	53	28	28	14
	9,1	1,76	76	46	90	41	40	31
S3	12	2,05	27	21	58	33	33	18
	10	1,85	60	38	81	39	39	27
	9,2	1,77	100	58	100	44	40	37
S4	12	2,05	47	31	71	37	37	23
	7,5	1,5	49	49	99	42	40	24
	10,5	1,9	100	58	99	44	40	37
S5	6	1,2	15	15	59	30	30	15
	8,8	1,73	100	58	100	44	40	37
	11,8	2,03	100	58	96	44	40	37
S6	8,9	1,74	100	58	100	44	40	37
	12	2,05	63	39	79	39	39	28
	3	0,6	51	51	100	43	40	25
S7	9	1,75	100	58	100	44	40	37
	12	2,05	100	58	96	44	40	37
	12	2,05	100	58	96	44	40	37

Angolo di attrito efficace (Yukitake Shioi e Jiro Fukuni, 1982)

$$\phi = \sqrt{15Nspt} + 15^\circ$$

Correzione per la presenza della falda (se SPT > 15 - Terzaghi)

$$Nspt \text{ corretto} = 15 + 0,5 * (Nspt - 15)$$

Densità relativa (Gibbs e Holtz, 1957)

$$Dr = 21 \sqrt{\frac{Nspt}{(\sigma_v + 0,7)}}$$

dove σ = pressione verticale efficace in kg/cmq

Modulo elastico (Gibbs e Holtz, 1957)

$$E' = 0,517 * Nspt + 7,46 \text{ (MPa - Schulze \& Menzenbach, 1961)}$$

