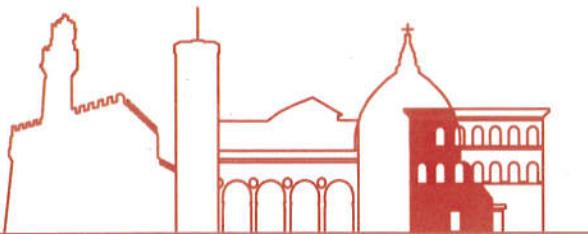




COMUNE DI
FIRENZE

DIREZIONE AMBIENTE



PARCO DELLE CASCINE GIARDINO AREA EX MECCANO' - PROGETTO ESECUTIVO -

Responsabile unico del procedimento:

Ing. Mirko Leonardi

Progettisti:

Dott. Arch. Irene Romagnoli

Opere a verde:

Dott.ssa Angela Bendinelli

Dott.ssa Cecilia Cantini

Istr. Agr. Nicola Curradi

Opere architettoniche:

Geom. Giovanni Cansella

Dott. Arch. Lucia Chellini



Collaboratori:

Istr. Ed. Baldi Silvia

A.T. Alessandro Commini

A.T. Mauro Muscas

Redazione relazione geologica:

Geol. Alessandra Pippi



Assistenti al R.U.P.

Dott.ssa Alessandra Barbieri

Dott. Michele Bazzani

Collaborazione amministrativa:

Ufficio Amm.vo Direzione

Progettista strutturale, impianti elettrici e coordinamento sicurezza in fase di progettazione:

Ing. Stefano Grisostomi

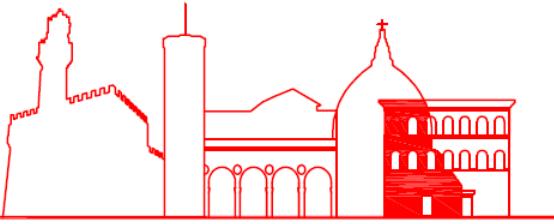
RELAZIONE GEOLOGICA

A-RG





COMUNE DI
FIRENZE



DIREZIONE AMBIENTE
Ufficio Geologia e V.I.A.

**PARCO DELLE CASCINE
GIARDINO AREA EX MECCANO'
Progetto tettoia
Viale Abramo Lincoln-Viale degli Olmi
Firenze**

RELAZIONE GEOLOGICA

Gennaio 2018

**PARCO DELLE CASCINE
GIARDINO AREA EX MECCANO'
Progetto tettoia
Viale Abramo Lincoln-Viale degli Olmi
Firenze**

RELAZIONE GEOLOGICA

Indice

1. Normativa di riferimento	2
2. Premessa	2
3. Inquadramento Geologico Generale	3
4. Caratteri geomorfologici generali e locali	8
5. Condizioni idrogeologiche generali e locali	8
6. Pericolosità Idraulica	10
7. Pericolosità Geomorfologica	13
8. Pericolosità Sismica	14
9. Indagini geognostiche ed elaborazione dei risultati	15
10. Definizione dei parametri geotecnici dei terreni	16
11. Azione Sismica	18
12. Conclusioni	21

Allegati

Allegato A Stratigrafie dei sondaggi, prove SPT e risultati delle analisi di laboratorio sui campioni indisturbati di terreno, prove di permeabilità tipo Lefranc, prove penetrometriche dinamiche (DPSH.)

Allegato B Stendimenti di sismica a rifrazione per la determinazione della velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità

Allegato C Stratigrafie dei sondaggi n. 1171, 988 e 668 estratto dal "Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo, Banca dati Stratigrafici e Idrogeologici" del Comune di Firenze.

1. Normativa di riferimento

La relazione è stata redatta in ottemperanza alle leggi vigenti in materia:

Decreto Ministeriale 14.01.2008 “Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni”;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008, Circolare 2 febbraio 2009;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale, Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007;

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 (G.U. del 26 febbraio 2009, n. 47)

D.P.G.R. n. 36/R del 9 luglio 2009, “Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico”.

D.G.R.T. n. 878 del 08/10/2012 “Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell’O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006.

Delibera del Comune di Firenze n.2015/C/00025, Regolamento Urbanistico e contestuale variante al Piano Strutturale. Approvazione (LR 1/2005, art. 17). Conclusione del processo decisionale VAS (LR 10/2010, art. 27).

Delibera del Comitato Istituzionale Integrato dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 235 del 03/03/2016, “Approvazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell’Appennino Settentrionale” e successive modifiche della perimetrazione approvate con D/D n. 57 del 20 dicembre 2016.

Delibera del Consiglio Comunale n. 47 del 11.09.2017 “Adeguamento del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni”, mediante l’aggiornamento delle Carte di Pericolosità idraulica del Piano Strutturale e delle Carte di Fattibilità idraulica del Regolamento Urbanistico al sovraordinato PGRA.

2. Premessa

L'area oggetto di intervento è situata in sponda destra del fiume Arno ed all'interno del Parco delle Cascine fra Viale Lincoln, il Giardino della Catena, Viale degli Olmi e Piazza Vittorio Veneto.

Il progetto prevede la realizzazione, in luogo dell'antico chalet, di una struttura coperta ed aperta sui lati (dotata di servizi igienici) avente dimensioni (15 X 10) m² ed altezza massima di 5,5 metri.

La fondazione della struttura viene prevista in c.a. del tipo a platea, su di essa si impostano:

- un basamento con solaio in latero-cemento, supportato da muri perimetrali in c.a.;
- profilati metallici, che costituiscono l'ossatura della tettoia.

Il piano di posa della fondazione sarà impostato alla quota di -0,8 metri circa dal piano di campagna.

Per maggiori dettagli relativi al dimensionamento delle opere di fondazione e della struttura si dovrà fare riferimento agli elaborati progettuali.

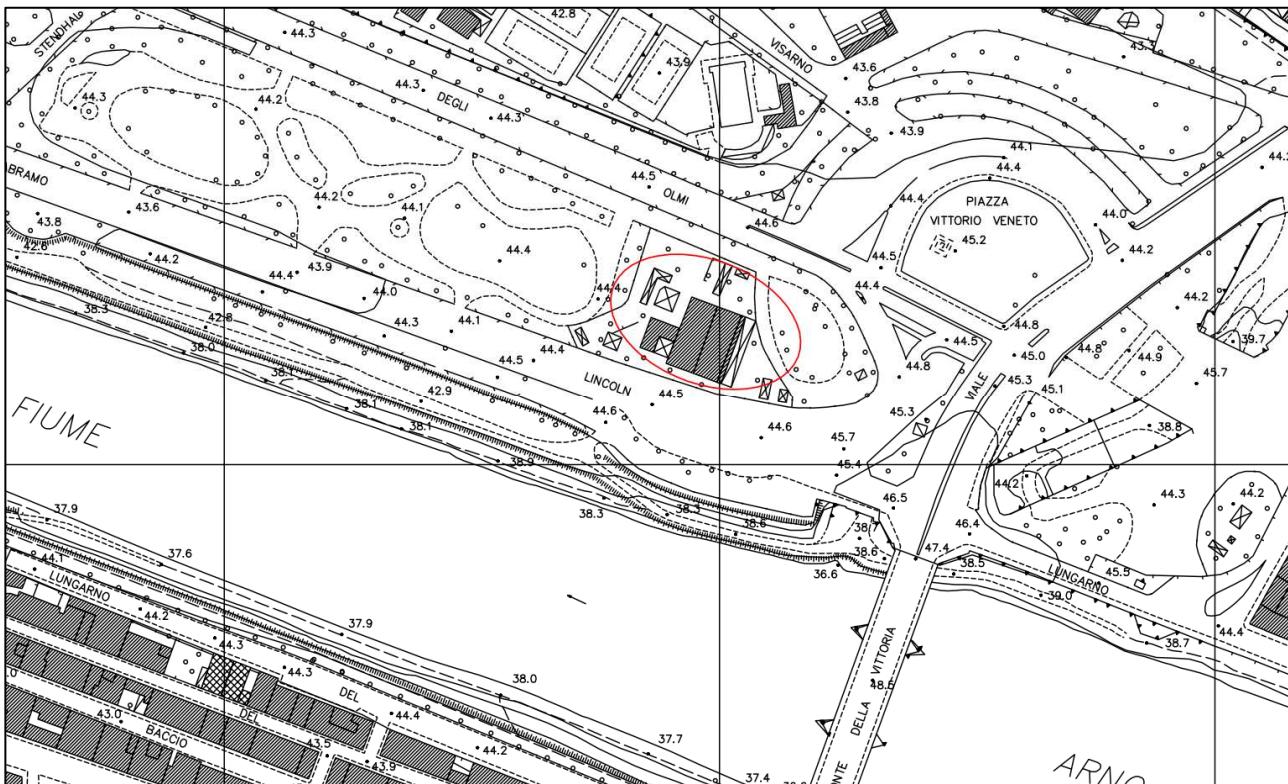


Figura 1. Corografia generale dell'area con ubicazione dell'intervento

3. Inquadramento Geologico Generale

La città di Firenze sorge nel margine sud di una depressione lacustre (il bacino di Firenze - Prato - Pistoia) che ha una lunghezza di circa 45 Km per una larghezza massima di 10 Km. La depressione è stata colmata da sedimenti lacustri villafranchiani, e da depositi fluviali connessi, che giacciono su formazioni pre-Plioceniche affioranti nelle circostanti colline.

In linea con quello che è il quadro tettonico generale dei bacini neogenico-quaternari dell'Appennino Settentrionale (MARTINI & SAGRI, 1993; 1994) anche il bacino di Firenze-Prato-Pistoia presenta una geometria a semi-graben fortemente asimmetrica, con un margine nord-orientale molto acclive in corrispondenza della faglia principale (nel caso specifico la faglia di Fiesole) e da una rampa di raccordo poco inclinata a luoghi interessata da faglie minori sul versante sud-occidentale.

I depositi di riempimento del bacino si sono sviluppati con ampi delta e fan-delta clastici sviluppati alla base del sistema di faglie maggiori, mentre minori quantità di sedimenti si sono disposti lateralmente e

longitudinalmente al bacino a seguito dell'erosione dei terreni affioranti a tetto a quote più elevate del bacino. Questa architettura deposizionale è tipica dei bacini intermontani dell'Appennino Settentrionale. In questo tipo di bacini il sollevamento tettonico dei margini, ed il corrispondente allargamento del drenaggio fluviale, portano alla formazione di potenti sequenze sedimentarie clastiche grossolane in corrispondenza delle aree centrali del bacino.

Dal punto di vista sedimentologico i depositi dell'area interessata dal presente studio sono ascrivibili ai seguenti ambienti:

- Supersistema del Lago di Firenze-Prato-Pistoia: lacustri, lacustri-palustri e di fan-delta;
- Supersistema di Firenze: lacustri e di fan-delta;
- Supersistema dell'Arno: fluvio-alluvionale e limo-palustre.

I depositi del Supersistema del lago Firenze-Prato-Pistoia sono caratterizzati da deposizione in condizioni climatiche prevalentemente fredde (glaciali Biber e Donau, AUCTT.) di monotone argille grigio bluastre derivanti dallo smantellamento di terreni di appartenenza ligure, con intercalati ed interdigitati i corpi clastici da limoso-sabbiosi a ciottoloso-ghiaiosi dei delta e fan-delta di paleo-Africo, paleo-Mugnone, paleo-Terzolle e paleo-Ema/Greve messi in posto tramite processi di trasporto di massa riferibili a flussi turbolenti ad alta densità, con ricorrenza ciclica dovuta sia a cicli di uplift-denudation connessi a pulsazioni tettoniche che alle variazioni climatiche connesse ai glaciali Biber e Donau (AUCTT).

Gli scarsi, e spesso coperti ed antropizzati, affioramenti dell'area fiorentina non consentono di avere un quadro preciso dell'organizzazione di questi depositi; ma date le medesime situazioni tettonico-sedimentarie ed ambientali riteniamo di poter fare riferimento a quanto evidenziato da BILLI et alii (1991) per i depositi di delta e fan-delta del Valdarno Superiore.

Nella zona apicale sono principalmente presenti depositi clastici grossolani mal organizzati, di tipo debris-flow, connessi a lobi o canali intrecciati durante fasi di intenso alluvionamento; nella zona di transizione ci sono canali intrecciati passanti a solchi di canale senza accezione laterale, con corpi ciottoloso-sabbiosi inglobati in depositi limo-sabbiosi; nella zona più sommersa sono presenti canali distributori scavati entro i depositi argillosi lacustri riempiti di sabbie e ciottolami; nella zona distale questi canali danno luogo a corpi lenticolari di sabbie e ghiaie con gradazioni e sequenze positive. Nel complesso il non elevato livello delle acque nel lago, le sue ridotte dimensioni e bassa energia favoriscono la formazione di ampi fan-delta. Questo assetto sembra nel complesso ben inquadrare quelle che sono le risultanze delle indagini geognostiche svolte nel bacino di Firenze-Prato-Pistoia.

Anche nel caso dei depositi del materasso alluvionale che caratterizza nel suo insieme il Supersistema dell'Arno riteniamo che il riferimento ai depositi d'Amo del Valdarno Superiore studiati da BILLI et alii (1987), sia corretto: si tratta di ciottolami massivi, a stratificazione incrociata, gradanti verso l'alto a sabbie a

laminazione incrociata sovrastate da depositi di esondazione costituiti da limi ed argille con diffusa pedogenesi a pseudo-glau, organizzati in cicli sedimentari diversi a seconda della distanza dall'area di immissione nella pianura alluvionale. La deposizione di questi corpi clastici è legata più a fenomeni di accrescimento lungo corrente che ad accrescimento laterale, il tutto in un ambiente di deposizione tipico di fiumi a bassa sinuosità.

Nella fase iniziale di sviluppo di questi fiumi si ha spostamento laterale dei canali fluviali, con deposizione dei corpi clastici, legata alla migrazione laterale di barre specie in occasione dei principali eventi alluvionali; successive fasi di innalzamento del livello di base portano allo sviluppo di piane alluvionali con il fiume che tende a spostarsi sia verticalmente che lateralmente, ulteriori innalzamenti del livello di base portano a decremento della sinuosità e diminuzione della pianura alluvionale; questo tipo di fiumi, che tuttora caratterizza l'Appennino Settentrionale, presenta uno spessore pressoché costante del materasso alluvionale.

L'assetto dei terreni alluvionali dell'area fiorentina, quale risulta dalle indagini geognostiche, ben si inquadra in questo schema deposizionale.

Per la descrizione degli ambiti geologici sono mantenute le stesse classificazioni dove sono stati individuati i sintomi caratterizzanti i terreni fiorentini. Con Sintema si identifica un corpo roccioso di origine comune definito alla base ed al tetto da superfici di discontinuità o da superfici topografiche.

In dettaglio i terreni individuati nella pianura fiorentina di studio sono:

RIPORTI E COPERTURE (Attuale)

Materiali antropici e riempimenti costituiti da materiali scolti misti di varia pezzatura ed origine, più o meno costipati, anche con cocciame di laterizi; nella cartografia geologica sono stati cartografati solo ove costituiscono un livello continuo e potente almeno un paio di metri.

TERRENI FLUVIO-LACUSTRI ED ALLUVIONALI (Plio-Quaternario)

SINTEMA DELL'ARNO: ciottolami e ghiaie dell'Arno, da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie, anche gradate, con frequenti episodi di erosione e sostituzione. Questi depositi d'Arno sono interdigitati con i depositi alluvionali recenti dei vari torrenti, costituiti da ghiaie e ciottolami con abbondante matrice limo-sabbiosa inclusi in corpi limosi. Olocene.

Depositi d'Arno - costituiti principalmente da ciottolami e ghiaie, da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie, anche gradate: i 3-5 m superiori sono formati da limi più o meno sabbiosi, in relazione alla loro distanza dall'alveo; le ghiaie presentano frequenti episodi di erosione e sostituzione.

Depositi torrentizi - si tratta di depositi d'alveo ghiaioso-ciottolosi, con abbondante matrice limo-sabbiosa imballati in corpi limosi palustri e/o d'esondazione. La divisione tra i vari torrenti è stata fatta in funzione delle zone di pertinenza dei vari apparati torrentizi: hanno potenze variabili da pochi fino alla ventina di metri.

Depositi palustri - depositi limo-palustri delle residue zone umide ad ovest della città e nella pianura tra Campi e Sesto-Castello; ha potenza di un paio di metri nella zona settentrionale, fino a qualche metro nella zona meridionale della pianura.

Depositi di conoide - derivano tutti da erosione dei terreni villafranchiani dei rilievi pedecollinari settentrionali: ghiaie in matrice limo-sabbiosa mal classate e mal assortite con potenza di alcuni metri.

SINTEMA DI FIRENZE: ciottolami e ghiaie d'alveo del paleo-Arno, più o meno sporchi, frammisti a livelli sabbioso-limosi bruni nella zona settentrionale della cerchia dei viali di Firenze; sono essenzialmente depositi ciottolosi e ghiaiosi nella zona Cascine-Osmannoro-Legnaia. Pleistocene Superiore.

SINTEMA DEL BACINO (di Firenze-Prato-Pistoia): massicci corpi di argille limose grigio-bluastre, all'interno di questo corpo principale sono presenti livelli e lenti di ghiaie e sabbie, in genere sporchi; verso l'alto passano a limi bruni a luoghi varvati, con torbe, frustoli carboniosi, calici e paleosuoli. Depositi clastici di delta e fan-delta costituiti da ciottolami e ghiaie in genere sporchi, ghiaie-sabbiose, sabbie limose e limi sabbiosi, in corpi più o meno massivi e/o canalizzati. Pleistocene Inferiore (Villafranchiano) -Pliocene Superiore

- Argille Turchine - depositi limo-argillosi i cui quali costituiti da massicci corpi di argille-limose grigio bluastre; all'interno di questo corpo principale sono presenti livelli e lenti di ghiaie e sabbie, in genere sporchi: verso l'alto passano a limi bruni, e luoghi varvati, con torbe, frustoli carboniosi, calici e paleosuoli.
- paleo-Mugnone - ciottolami e ghiaie in matrice limo-sabbiose e corpi limo-argillosi bruni.
- paleo-Terzolle - ciottolami e ghiaie, spesso sabbiosi, e lenti di limi argillosi bruni.
- paleo-Ema/Greve - ciottolami e ghiaie in matrice sabbiosa.

SUBSTRATO LITOIDE pre-Pliocene

UNITÀ LIGURI - UNITÀ DI MONTE MORELLO

- Argilliti di Pescina: abbondanti argilliti, con intercalazioni di calcari verdastri e arenarie calcarifere, e di calcari marnosi e marne calcaree chiare, in grossi banchi con rari livelli basali calcerenitici. Eocene Medio-Inferiore
- Formazione di Monte Morello: calcari marnosi, calcari chiari tipo Alberese e marne calcaree di colore bianco giallastro in strati da pochi cm 5 qualche metro, a luoghi alternati a livelli calcarenitici e ad argilliti. Eocene Medio-Paleocene
- Pietraforte: regolare alternanza di torbiditi arenacee quarzoso-calcaree grigio brune in strati da 25 cm ad 1 m, argilliti siltose di colore grigio scuro in livelli di 15-20 cm: affiora sui rilievi di Arcetri-Giramonte, e nell'area del Giardino di Boboli-Forte Belvedere. Costituisce un corpo all'interno della parte alta della Formazione di Sillano. Cretaceo Superiore
- Formazione di Sillano: argilliti varicolori con irregolari intercalazioni di torbiditi arenacee quarzoso-calcaree e calcarenitiche in strati da 10 cm ad 1 m, marne grigio scure compatte con laminazioni in livelli metrici, calcari marnosi grigio chiari ed avana giallastri ("Pietra Paesina") in strati da 15 cm ad 1 m, e brecciole ofiolitiche, spesso gradate, con clasti centimetrici a spigoli vivi (costituiti da calcare, serpentine, diabase, diaspro) immersi in una matrice siltoso-sabbiosa a cemento carbonatico. Eocene

Inferiore-Cretaceo Superiore

FALDA TOSCANA

- Marne di San Polo: marne siltose grigio giallastre con rare intercalazioni di arenarie fini. Miocene Inferiore-Oligocene
- Macigno: torbiditi arenacee quarzoso-feldspatiche gradate, da medie a grossolane con rapporto sabbia/pelite >1, in banchi anche amalgamati di spessore massimo di 8 m e raramente inferiore al mezzo metro, con intercalazioni di torbiditi arenacee fini e torbiditi siltoso-argillose in strati di spessore inferiore ai 30 cm. Miocene Inferiore-Oligocene

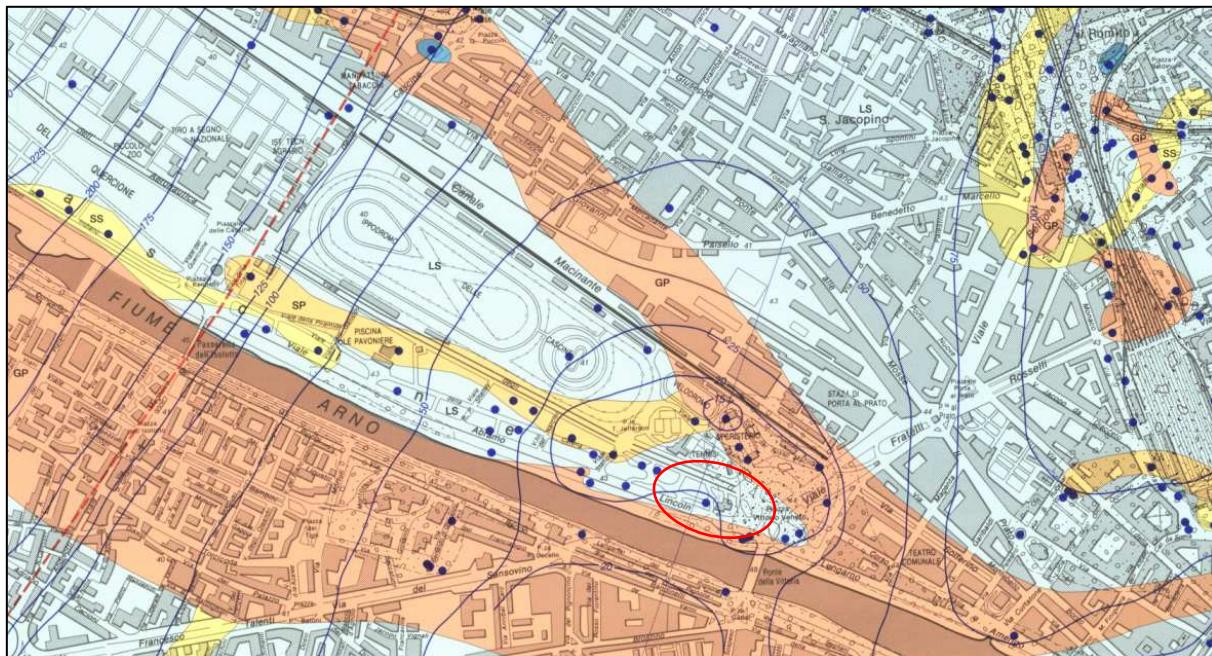


Figura 2. Estratto della Carta litotecnica del Comune di Firenze – Ubicazione area di intervento

LEGENDA

MATERIALI DI ORIGINE ANTROPICA		
Riporti e coperture costituiti da materiali scolti misti di varia pezzatura ed origine, più o meno costipati, anche con componenti laterali, ma anche fossati delle mura, luoghi anche livelli limosi compatti. Sono stati cartografati solo ove costituiscono un livello continuo e potente almeno un paio di metri. Attuale.		
Spessore dei riporti: a = 2 + 4m, b = 4 + 6m, c > 6m.		
TERRENI FLUVIO-LACUSTRI ED ALLUVIONALI - Plio-Quaternario		
N.B. - ove presente una divisione all'interno della casella la porzione in basso è riferita ai terreni fluvio-lacustri del Pliocene Superiore-Pleistocene Superiore, la porzione in alto ai terreni fluviali e palustri dell'Olocene.		
TERRENI GRANULARI		
GP	Ghiaie pulite, con diametro medio dei clasti di 2-3 cm e massimo dell'ordine dei 5 cm, con frequentemente componenti sabbiose; i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente subferoci.	
GS	Ghiaie sporche, con diametro medio dei clasti di 2-3 cm e massimo dell'ordine dei 5 cm, i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente subferoci, con componente fine del 5%+20%; localmente le ghiaie possono essere anche molto sporche con componente fine del 20%+50%, in tale caso risultano totalmente chiuse.	
SP	Sabbie pulite di colore ocra, in parte con ghiaie a clasti ben arrotondati prevalentemente discoidali.	
SS	Sabbie sporche di colore ocra, a luoghi con componente pelitica fino al 20%+50%, in tale caso risultano totalmente chiuse.	
TERRENI COESIVI		
LS	Limi-ghiaiosi e limi-sabbiosi con componente granulare anche del 20%+50%.	
LP	Limi e limi-argilosì con scarsa (5+20%) componente granulare, di colore bruno, con calci (in genere con LL < 50).	

La Carta litotecnica del Comune di Firenze individua, nell'area di intervento, un orizzonte superficiale costituito da terreni fluvio-lacustri ed alluvionali Plio-Quaternari di natura coesiva e rappresentati da **"Limi-ghiaiosi e limi-sabbiosi con componente granulare anche del 20%÷50%"** al di sopra dei quali si individuano riporti e

coperture di natura antropica costituiti da materiali sciolti misti di varia pezzatura ed origine con spessori compresi tra i 2 ed i 6 metri. Ad essi si alternano terreni incoerenti rappresentati da “**Ghiae pulite**, con diametro medio dei clasti di 2÷3 cm e massimo dell’ordine dei 5 cm, con frequente componente sabbiosa: i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente sub-sferici.

La Carta geologica del Comune di Firenze evidenzia nella zona interessata dall’intervento in oggetto, la presenza di terreni di copertura attuali e recenti rappresentati da depositi alluvionali limoso-argillosi tipici di ambiente a bassa energia.

4. Caratteri geomorfologici generali e locali

La città di Firenze è ubicata nel settore orientale del bacino di Firenze-Prato-Pistoia, individuato come depressione tettonica a partire dal Pliocene Superiore e sede di deposizione fluvio-lacustre a partire dal Villafranchiano.

Il bacino di Firenze-Prato-Pistoia, posto ad una quota media di 45 m slm, si sviluppa in direzione NW-SE per una lunghezza di 45 km ed una larghezza massima di circa 10 km. Esso è delimitato a nord dai Monti della Calvana e da Monte Morello, con altitudine di circa 900 m slm ed a sud dal Montalbano con altitudine di oltre 600 m slm.

L’intervento, ubicato in area verde comunale è posto tra viale Lincoln e Viale degli Olmi nel Parco delle Cascine, prevede la realizzazione di una pensilina.

Dal punto di vista morfologico l’area in oggetto è pianeggiante posta a quote altimetriche comprese tra 44,4 e 44,6 metri s.l.m.m., ubicata in riva destra del Fiume Arno alla distanza di circa 50 metri dal ciglio di sponda.

5. Condizioni idrogeologiche generali e locali

La falda idrica più importante della pianura fiorentina è una falda libera, una tavola d’acqua posta ad una profondità compresa tra 1 e 10 metri, a seconda delle zone e del periodo stagionale. In alcune aree marginali della pianura si ha la presenza di una falda semiconfinata, in quanto il livello piezometrico si colloca in corrispondenza dei limi sabbiosi, talora argillosi di copertura, che hanno le caratteristiche di “acquitardo”.

Se i terreni superficiali sono costituiti da limi con argille, ossia in presenza di permeabilità molto basse, l’acquifero sottostante va considerato confinato e pertanto si è in presenza di una falda in pressione. Ciò si verifica nella zona di Novoli-Castello, dove l’acquifero è rappresentato da lenti discontinue di ghiae con matrice limosa a bassa permeabilità ed il livello idrico nei pozzi corrisponde alla pressione idrostatica.

L’acquifero di Firenze, quindi, è costituito da depositi alluvionali “macroclastici” del Fiume Arno e dei suoi principali affluenti (T. Mugnone, T. Africo, T. Terzolle, T. Mensola, ecc.) al di sopra di sedimenti lacustri limo

argillosi con intercalazioni di livelli e/o lenti di ghiaie e sabbie, cui seguono sedimenti lacustri prevalentemente argilosì.

Nelle grandi linee il sistema acquifero può essere ritenuto permeabile per porosità, con orizzonti acquiferi, come detto in precedenza, di tipo “a superficie libera” e/o semi-confinati.

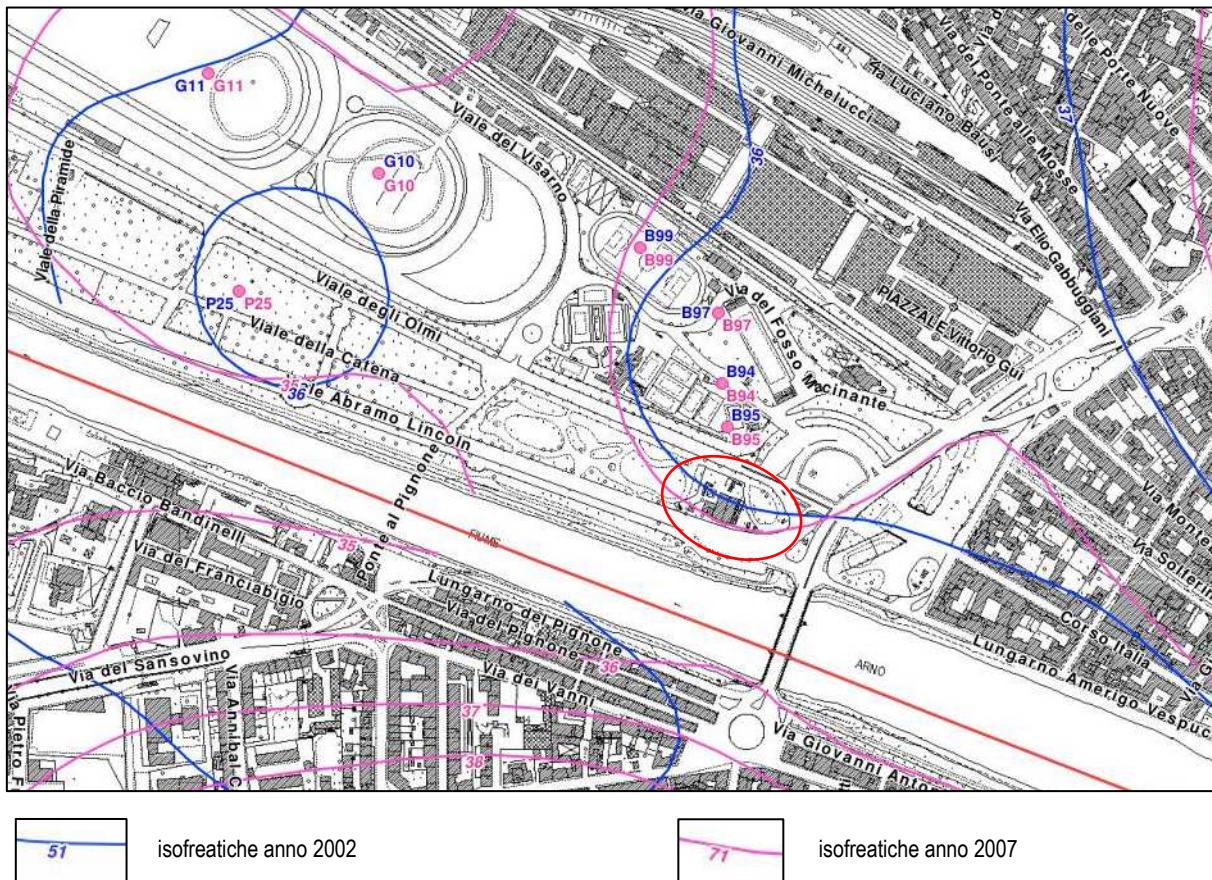


Figura 2. Estratto dalla *Banca-dati Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo* del Comune di Firenze (febbraio 2002 -periodo di morbida- settembre 2007 -periodo di magra).

I dati piezometrici dedotti dalla cartografia del *Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo*, *Banca dati Stratigrafici e Idrogeologici* del Comune di Firenze, individuano, nell'area oggetto di intervento, valori delle curve isofreatiche rilevate nel febbraio 2002 (periodo di morbida) e nel settembre 2007 (periodo di magra) che si attestano intorno alla quota di 36,0 metri s.l.m.m., con soggiacenza media di 8,0 metri circa.

Per la caratterizzazione idrogeologica dell'area di intervento, si è fatto riferimento alle indagini geognostiche e geofisiche eseguite nell'anno 2012 a supporto del progetto di “*Riqualificazione urbana da Piazza V. Veneto a Piazza Paolo Uccello, Interventi di mitigazione e messa in sicurezza e sistemazione delle rive dell'Arno*” – STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO *Indagini e Prove Geognostiche* a firma del Dott. Geol. Eros Aiello.

Sono state eseguite all'interno dei fori di sondaggio S1 e S2 (si veda l'ubicazione in allegato), n. 3 prove di permeabilità tipo Lefranc alla profondità rispettivamente di -7,5 m e -13,5 m dal piano di campagna, da cui è

stata ricavata una permeabilità media k per quel livello acquifero compresa tra 10^{-4} / e 10^{-5} m/s.

I depositi fluviali di ciottoli, ghiaie e sabbie hanno permeabilità medio alta (k generalmente compreso tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s), sebbene molto variabile da una zona all'altra in funzione della presenza o meno di matrice limoso-argillosa ed in ragione del fuso granulometrico.

Si potranno pertanto escludere interazioni tra le fondazioni del manufatto in progetto e la falda.

6. Pericolosità Idraulica

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate, tenendo conto delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato e sulla base delle **mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni**, le misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e di risposta e ripristino finalizzate alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone.

Lo stralcio n. 266 della *mappa delle aree con pericolosità da alluvione* del *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni*, individua, per l'area di intervento, una pericolosità da alluvione media (P2), corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni.

Art. 9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P 2) – Norme

1. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e al successivo art. 10.

2. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:

a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA;

b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;

c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;

- d) nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria;
- e) interventi di ampliamento, di ristrutturazione e nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi nonché gli impianti dichiarati di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.

3. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.

Art. 10 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Indirizzi per gli strumenti governo del territorio

1. Fermo quanto previsto all'art. 9 e all'art. 14 comma 8, nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:

- f) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica;
- g) le previsioni di nuova edificazione sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico;
- h) sono da evitare le previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi, se non diversamente localizzabili;
- i) le previsioni di volumi interrati sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

La carta della "Pericolosità idraulica" del Comune di Firenze, Variante al Piano Strutturale 2010 (approvata con deliberazione C.C. n. 2015/C/00025 del 02/04/2015) inserisce l'area di intervento in classe di **pericolosità idraulica elevata (I.3)**: *tali aree sono interessate da allagamenti per eventi compresi tra 30<TR<200 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:*

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Il progetto prevede la realizzazione, in luogo dell'antico chalet, di una struttura coperta ed aperta sui lati (dotata di servizi igienici) avente dimensioni (15 X 10) m² ed altezza massima di 5,5 metri.

L'area oggetto di intervento ricade in quelle zone definite come *aree di transito*: nella progettazione degli interventi di messa in sicurezza si deve tenere conto di un franco di 30 cm rispetto al battente convenzionale di 30 cm.

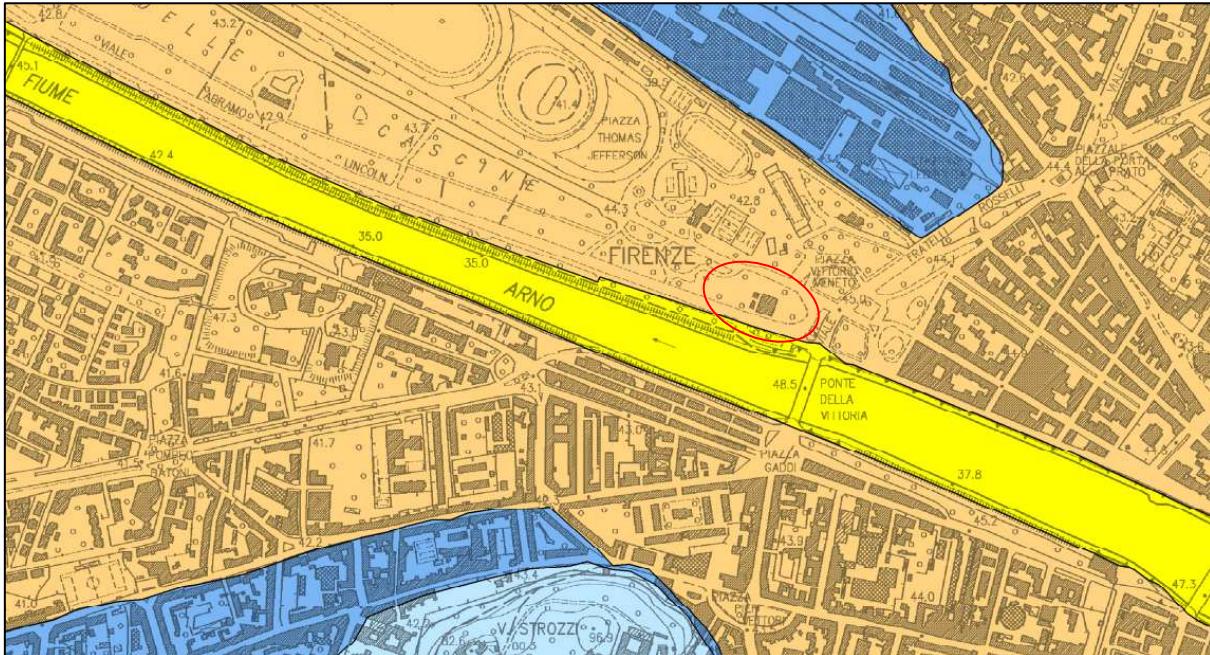


Figura 3. Estratto della Carta della pericolosità idraulica del Comune di Firenze – Variante al Piano Strutturale 2010 (Approvazione deliberazione C.C. n. 2015/C/00025 del 02/04/2015)

La fattibilità idraulica dell'intervento viene definita in base alla matrice (N.T.A. del Regolamento Urbanistico, Capo II, artt. 73 e seguenti) in funzione della tipologia dell'intervento in progetto e della pericolosità dell'area. Trattandosi di un intervento di "ristrutturazione edilizia anche con demolizione e ricostruzione" ne deriva una **fattibilità idraulica condizionata FI.3.:** "Sono consentiti gli interventi di nuova edificazione o la realizzazione di nuove infrastrutture, la ristrutturazione urbanistica e la ristrutturazione edilizia con demolizione e ricostruzione a condizione che sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, anche attraverso interventi diretti sulle strutture e sulle dotazioni tecnologiche dei manufatti (infissi a tenuta stagna, impianti di pompaggio, rialzamento prese d'aria, realizzazioni perimetri a tenuta stagna, ecc.), comunque senza aggravio del livello di rischio della zona di intervento e delle zone limitrofe."

Sarà quindi necessario progettare gli interventi di messa in sicurezza rispetto ad un battente idraulico di 30 cm cui si dovrà sommare un franco convenzionale di ulteriori 30 cm, secondo quanto indicato all'art. 75 delle N.T.A. del Regolamento Urbanistico del Comune di Firenze. Non sarà dovuta la compensazione dei volumi sottratti, rappresentando l'intervento in oggetto la ricostruzione di un manufatto esistente.

7. Pericolosità Geomorfologica

L'area oggetto di intervento risulta esterna alle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario dei fenomeni franosi, livello di dettaglio (scala 1:10.000), del Piano di Bacino del fiume Arno – Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, Stralcio n. 266 modificato con decreto n° 3 del 08/02/11, n° 45 del 19/06/15.

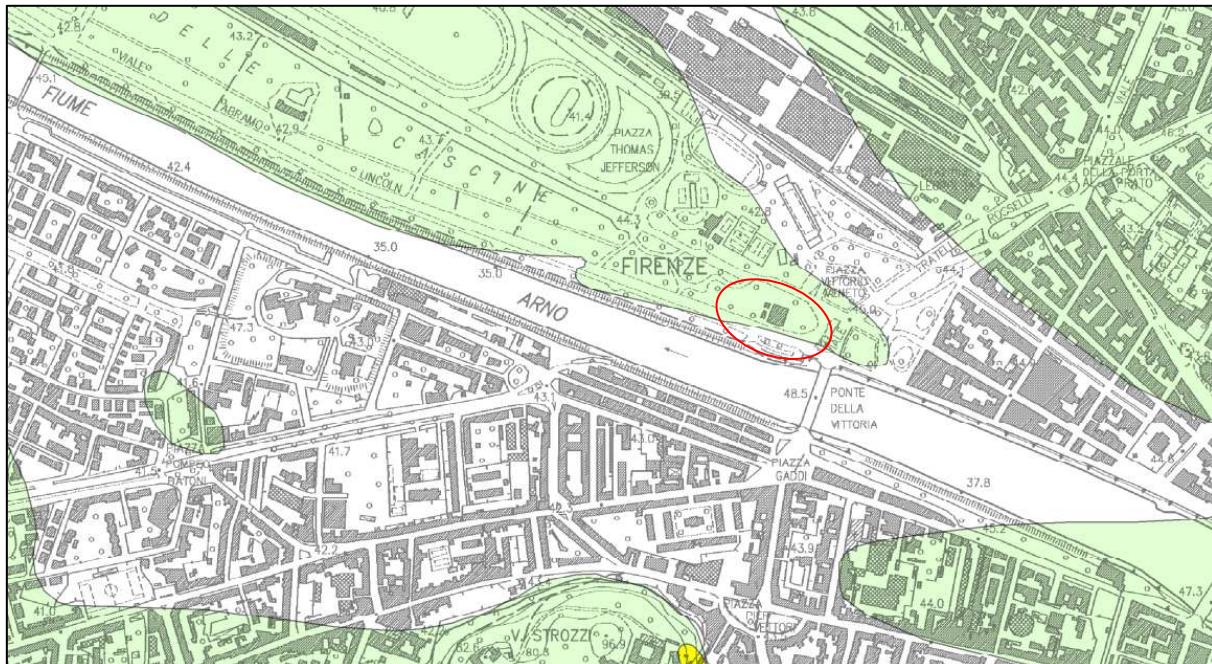


Figura 4. Estratto della Carta della pericolosità geologica del Comune di Firenze – Variante al Piano Strutturale 2010 (Approvazione deliberazione C.C. n. 2015/C/00025 del 02/04/2015)

La carta della “Pericolosità geologica” del Comune di Firenze, Variante al Piano Strutturale 2010 (approvazione deliberazione C.C. n. 2015/C/00025 del 02/04/2015) inserisce l’area di intervento in classe di **pericolosità geologica media (G.2)**, comprendente “*aree di pianura in cui sono presenti litologie afferibili a depositi alluvionali recenti dalle scadenti o modeste caratteristiche geotecniche, aree di versante in cui non sono presenti forme morfologiche e/o morfometriche atte a condizionare la stabilità del pendio, aree collinari con sub-strato roccioso affiorante*”.

La fattibilità geologica dell’intervento viene definita in base alla matrice (N.T.A. del Regolamento Urbanistico, Capo II, artt. 73 e seguenti) in funzione della tipologia dell’intervento in progetto e della pericolosità dell’area. Trattandosi di un intervento di “ristrutturazione edilizia anche con demolizione e ricostruzione” ne deriva una **fattibilità geologica con normali vincoli FG.2.**: “*Sono consentiti gli interventi di nuova edificazione e di realizzazione di nuove infrastrutture, nonché la ristrutturazione urbanistica e quella edilizia con demolizione e ricostruzione la cui progettazione deve contenere apposite considerazioni basate su studi ed indagini di dettaglio che diano conto che l’intervento garantisce la sicurezza della popolazione, non determina condizioni di instabilità e non modifica negativamente le condizioni e i processi geomorfologici dell’area interessata.*”

8. Pericolosità Sismica

La carta della “Pericolosità sismica” del Piano Strutturale 2010 del Comune di Firenze, Variante al Piano Strutturale 2010 (approvazione deliberazione C.C. n. 2015/C/00025 del 02/04/2015), inserisce l’area di intervento in classe di **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**, corrispondente ad “zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri. Tale classe comprende al suo interno le sottozone S3* e S3** caratterizzate rispettivamente dai seguenti valori di Fa: S3* $1,65 < Fa \leq 1,7$; S3** $Fa > 1,7$ ”.

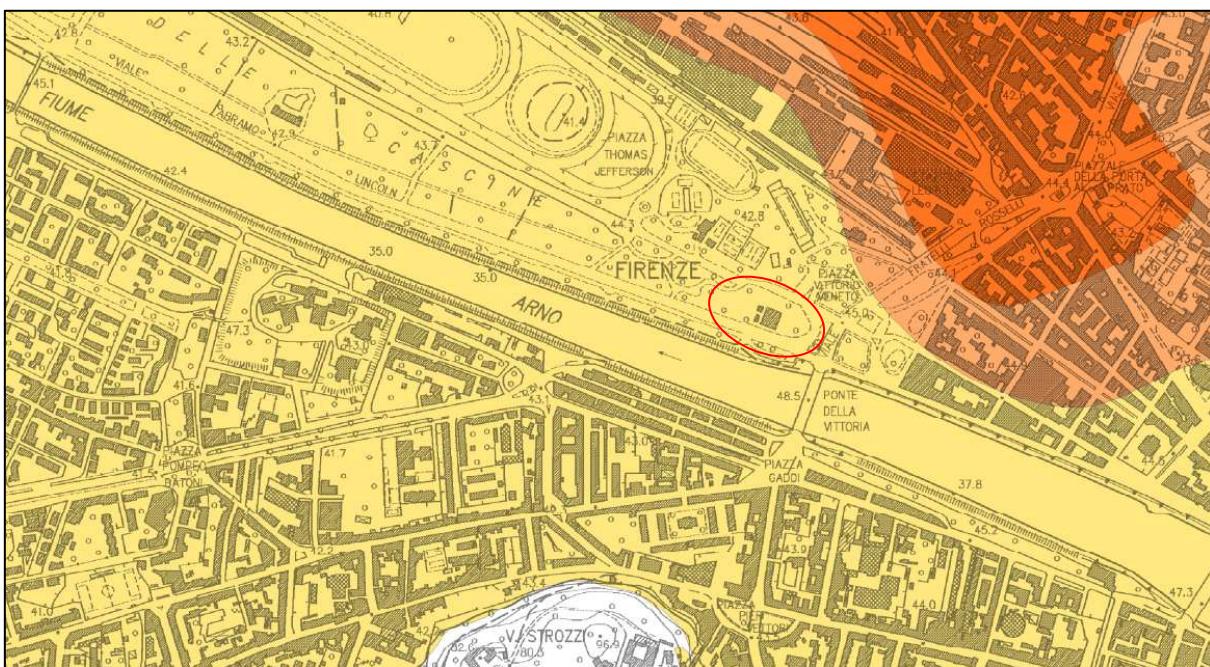


Figura 5. Estratto della Carta della pericolosità sismica del Comune di Firenze – Variante al Piano Strutturale 2010 (Approvazione deliberazione C.C. n. 2015/C/00025 del 02/04/2015)

La fattibilità sismica dell’intervento viene definita in base alla matrice (N.T.A. del Regolamento Urbanistico, Capo II, artt. 73 e seguenti) in funzione della tipologia dell’intervento in progetto e della pericolosità dell’area. Trattandosi di un intervento di “ristrutturazione edilizia anche con demolizione e ricostruzione” ne deriva una fattibilità sismica condizionata FS.3.: “Sono consentiti gli interventi di ristrutturazione edilizia con demolizione e ricostruzione....(omissis), condizionati all’esecuzione di studi geofisici e geognostici di dettaglio funzionali alla determinazione dell’azione sismica di progetto, facendo riferimento anche alle norme comuni”.....(omissis). Sono consentiti senza specifici condizionamenti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di

restauro e risanamento conservativo”.

Facendo riferimento alle norme comuni, art. 76 delle N.T.A. del Regolamento Urbanistico si evidenzia che: “le condizioni di amplificazione sismica locale per effetti stratigrafici a cui fare riferimento, sono dettate nella Carta del fattore di amplificazione sismico locale: relativamente alla scelta del coefficiente di amplificazione stratigrafica (Ss) da utilizzare per la ricostruzione degli spettri di risposta elastici e di progetto si deve fare riferimento al più cautelativo tra il valore del fattore di amplificazione sismica calcolato (Carta del Fattore di amplificazione sismico locale del Piano Strutturale) e il valore di Ss derivante dalle indagini sismiche specifiche condotte sull’area di intervento e volte alla definizione della categoria sismica di sottosuolo. Nel caso in cui il progettista decida di derogare da tale prescrizione deve effettuare analisi di risposta sismica locale”.

La carta del fattore di amplificazione sismica locale calcolato individua, per l’area oggetto di intervento valori compreso tra 1,5 - 1,6.

9. Indagini geognostiche ed elaborazione dei risultati

Per la caratterizzazione geologica, stratigrafica, geotecnica e sismica dei terreni dell’area di intervento, si è fatto riferimento alle indagini geognostiche e geofisiche eseguite nell’anno 2012 (si veda l’allegato A per individuare l’ubicazione ed risultati delle indagini) a supporto del progetto di *“Riqualificazione urbana da Piazza V. Veneto a Piazza Paolo Uccello, Interventi di mitigazione e messa in sicurezza e sistemazione delle rive dell’Arno”* –STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO *Indagini e Prove Geognostiche*”, commissionate dal Comune di Firenze ed ai dati recuperati dal Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo, Banca dati Stratigrafici e Idrogeologici del Comune di Firenze; in particolare si sono utilizzati i sondaggi n. 1171, 988 e 668 (per ubicazione dei sondaggi e le stratigrafie si veda l’allegato B).

In particolare, si è fatto riferimento alle indagini eseguite in sponda destra dell’Arno e consistenti in:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (denominati S1 e S2) spinti fino alla profondità di -25,0 metri dal piano campagna ed esecuzione di prove SPT in foro;
- prelievo di n. 2 campioni indisturbati di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio (prelevati rispettivamente nel sondaggio S1 alla quota di -3,0 metri dal p.c. e nel sondaggio S2 alla quota di -4,5 metri da p.c.);
- Esecuzione di n. 2 prove di permeabilità in situ tipo Lefranc alla profondità di -7,5 m e -13,5 m nel foro di sondaggio S1 , e n. 1 prova di permeabilità in situ tipo Lefranc alla profondità di -13,5 m nel foro di sondaggio S2;

- esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH.) spinte fino a rifiuto, compreso tra la quota di -3,90 metri (DIN 3), -5,70 metri (DIN 4) e -5,40 metri (DIN 8) dal p.c.;
- sono stati eseguiti 2 stendimenti di sismica a rifrazione per la determinazione della velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità (si veda l'allegato C per ubicazione e risultati delle indagini).

Le risultanze della campagna geognostica e geofisica hanno permesso di ricostruire il modello geologico di riferimento, relativa all'area di interesse.

- Livello A: materiali eterogenei di riporto più o meno recente (terreno rimaneggiato frammisto a frammenti di manufatti) e depositi di esondazione recente dell'Arno e dei suoi affluenti; spessore medio di 5,0 metri.
- Livello B: formazioni alluvionali costituite in prevalenza da ghiaia, sabbia e ciottoli con matrice limo-argillosa più o meno abbondante; spessore medio 12,0-13,0 metri.
- Livello C: formazioni di deposito alluvionale o fluvio-lacustre costituite in prevalenza da argille limose o limi argilosì, generalmente di elevata consistenza e talvolta con inclusioni od intercalazioni di ghiaia e sabbia: **assente nel sito di interesse.**
- Livello D: substrato costituito in prevalenza da arenaria silicoclastica-carbonatica, da marne siltitico-argillitiche, argiloscisti talora variegati e da zone caoticizzate.

Quota in metri		Litolipi	Stratigrafia
da 0,00*	a -4,0-5,5	A	Terreno di riporto e materiali antropici ed è eterogenea rappresentato da sabbie con ghiaie e ciottoli da debolmente limose a limose con laterizi
da 4,0-5,5	a -17,0-20,0	B	Ghiaia, sabbia e ciottoli con matrice limo-argillosa decisamente subordinata
		C	
da 17,0-20,0	oltre	D	Arenaria silicoclastica-carbonatica, bruno-grigia, le marne siltitico-argillitiche e gli argiloscisti

*0,00 m. rispetto al piano di campagna

10. Definizione dei parametri geotecnici dei terreni

Lo studio e le indagini condotte sono state volte principalmente a definire il modello geologico del sito di intervento ed in particolare a caratterizzare, dal punto di vista stratigrafico, litologico e idrogeologico il volume significativo di terreno direttamente interessato dalle tensioni trasmesse dalle strutture di fondazione del nuovo manufatto. Dall'elaborazione dei risultati delle prove eseguite in situ e con l'ausilio dei dati di laboratorio e di letteratura, si sono caratterizzate le diverse unità:

- **Unità Geotecnica A**

L'unità Geotecnica A, presente fino a profondità comprese tra 4,0 e 5,5 metri dal p.c., è costituita da terreni di riporto e materiali antropici ed è eterogenea. Dal punto di vista granulometrico prevalgono sabbie con ghiaie e ciottoli da debolmente limose a limose con resti di laterizi. Il terreno è consistente. I risultati delle analisi di laboratorio sui terreni hanno dato i seguenti risultati :

- **Unità Geotecnica B**

Il deposito alluvionale denominato Unità Geotecnica B è presente in forma di strati o di lenti a partire dalla profondità di 4,0-5,5 metri fino a 17,0-20,0 metri dal p.c.. Detta unità è costituita in prevalenza da ghiaia, sabbia e ciottoli con matrice limo-argillosa decisamente subordinata.

- **Unità Geotecnica C**

La formazione di deposito alluvionale o fluvio-lacustre, ossia l'Unità Geotecnica C, costituita in prevalenza da argille limose e sabbiose con sporadiche presenze di ciottoli e ghiaie e che interessa larga parte del centro urbano, **non è presente** nel sito di interesse.

- **Unità Geotecnica C**

Le formazioni rocciose, al di sotto della coltre alluvionale, sono tutte riconducibili ad una unità strutturale di età compresa tra il Cretaceo superiore e l'Eocene. I litotipi predominanti sono l'arenaria silicoclastica-carbonatica, bruno-grigia, le marne siltitico-argillitiche e gli argilosclisti. La caratterizzazione meccanica dell'Unità D è stata eseguita da Vannucchi (2004) in altre aree del centro urbano mediante prove pressiomeriche tipo Menard. Sono rappresentati i valori misurati del modulo pressiomericco in funzione della profondità di prova per tre litotipi dell'Unità Geotecnica D (arenaria, argilosclisti, zone caoticizzate).

Dai dati di letteratura, per questa unità litotecnica, si sono ricavati i valori indicati in tabella

A questi orizzonti litologici possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici:

Orizzonte	γ [kN/m ³]	c [kPa]	c_u [kPa]	ϕ [°]	Dr (%)	E' [MPa]
<i>Litotipo A</i>	18,9	0,3	70-40	27	58	4,0-5,3
<i>Litotipo B</i>	19,6	0	-	Ghiaie: 33 Matrice: 22 Sabbia con ghiaie: 31	62	63
<i>Litotipo C</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Litotipo D</i>	20,6	-	-	40		

con: γ = peso dell'unità di volume, c = coesione CD, c_u = coesione non drenata ND, ϕ = angolo attrito interno, E' = modulo edometrico, Dr = densità relativa

Secondo le indicazioni fornite dal progettista, la fondazione adottata per l'intervento in oggetto sarà di tipo superficiale a platea con spessore di 20 cm.

11. Azione Sismica

Macrozonazione sismica

Per quanto concerne il rischio sismico, il territorio comunale di Firenze ricade nella zona sismo genetica n° 916 (ZS9). L'O.P.C.M. n. 3274 del 23/03/2003 e la Del.G.R.T. 604/03, aggiornata dalla Del.G.R.T. 751/03 inseriscono il territorio comunale di Firenze in Zona sismica 2. Per tale zona sono definiti valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di riposta elastico pari a $a_g/g=0,25$.

La D.P.G.R. Toscana del 22 ottobre 2012 n. 58/R T. ("Regolamento di attuazione dell'articolo 117, comma 2, lettera g) della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1. Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica"), vista la Deliberazione della Giunta regionale 8 ottobre 2012, n. 878 (Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale. Attuazione dell'O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 e del D.M. 14.1.2008 - Revoca della DGRT 431/2006), classifica il territorio comunale di Firenze in **zona 3** di sismicità ed in **fascia B**, contraddistinta da valori di $0,125 < a_g < 0,150$: in particolare, per l'area oggetto di intervento, il valore di a_g per un tempo di ritorno di 475 anni è pari a 0,131; in tale zona a bassa sismicità non viene ridotto il livello di protezione precedente alla riclassificazione e ad essa si applica la normativa tecnica e le azioni sismiche prescritte per le zone a sismicità 2 (Del.G.R.T. 431/06, L.R.T. 1/05). Per tali zone sono quindi previsti valori di accelerazione massima del suolo, riferita ad un suolo di tipo A, compresa tra $0,15 < a_g/g < 0,25$.

Valutazione dell'azione sismica locale

Ai sensi del DM 14/01/08 per ogni opera in progetto devono essere definiti, ai fini della valutazione della sicurezza della costruzione in termini prestazionali, la relativa vita nominale (V_N), sulla base del tipo di costruzione e, in presenza di azioni sismiche, la classe d'uso della struttura, da cui si deriva il coefficiente d'uso (C_U).

Per l'opera in progetto, secondo i dati forniti dal progettista, si deve fare riferimento ai seguenti valori dei parametri sopra indicati:

TIPO DI COSTRUZIONE	2
VITA NOMINALE (V_N)	$V_N \geq 50$ anni
CLASSE D'USO	Classe II
COEFFICIENTE D'USO (C_U)	1,0
VITA DI RIFERIMENTO (V_R) $V_R = V_N * C_U$	≥ 50 anni

Per definire l'azione sismica di progetto che tenga conto della risposta sismica locale, ovvero delle situazioni stratigrafiche e topografiche che possono generare effetti di amplificazione sito-dipendente, la normativa

consente di fare riferimento ad un approccio basato sulla determinazione della categoria di sottosuolo, per gli aspetti di amplificazione stratigrafica e della categoria topografica.

Per determinare la categoria di suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi della nuova normativa antisismica (D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.), si è fatto riferimento alle indagini eseguite a supporto del progetto di “*Riqualificazione urbana da Piazza V. Veneto a Piazza Paolo Uccello, Interventi di mitigazione e messa in sicurezza e sistemazione delle rive dell'Arno*” –STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO Indagini e Prove Geognostiche”, commissionate dal Comune di Firenze, consistiti in 2 stendimenti di sismica a rifrazione per la determinazione della velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità (si veda l'allegato C).

I risultati delle indagini eseguite hanno permesso di attribuire al sito di intervento la **categoria di sottosuolo E**, definita come “*Terreni dei sottosuoli di tipo Co D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs>800 m/s)*”.

La categoria topografica di riferimento è la T1, con terreno pianeggiante.

Secondo le prescrizioni del D.M. 14/01/2008, il sito di intervento deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Si ritiene che sulla base delle caratteristiche del deposito sedimentario e della sua età, delle caratteristiche litologiche e di addensamento dei terreni ed infine della sismicità storica del territorio comunale, la probabilità che, sul sito oggetto di intervento, si manifestino eventi di liquefazione, sia estremamente bassa.

Parametri sismici

I parametri sismici ed i coefficienti sismici, necessari per la ricostruzione degli spettri di risposta di progetto sono stati calcolati utilizzando il software della Geostru-PS (www.geostru.it)

Tipo di elaborazione: fondazioni

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 43,7772255383811
longitudine: 11,2343834471878
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 20058	Lat: 43,7626	Lon: 11,2057	Distanza: 2816,240
Sito 2	ID: 20059	Lat: 43,7640	Lon: 11,2749	Distanza: 3571,809
Sito 3	ID: 19837	Lat: 43,8139	Lon: 11,2731	Distanza: 5129,696
Sito 4	ID: 19836	Lat: 43,8126	Lon: 11,2039	Distanza: 4634,538

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,047 g
 Fo: 2,553
 Tc*: 0,253 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,056 g
 Fo: 2,588
 Tc*: 0,267 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,131 g
 Fo: 2,405
 Tc*: 0,301 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,166 g
 Fo: 2,388
 Tc*: 0,310 [s]

Coefficienti Sismici**SLO:**

Ss: 1,600
 Cc: 1,990
 St: 1,000
 Kh: 0,015
 Kv: 0,007
 Amax: 0,731
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,600
 Cc: 1,950

St: 1,000
 Kh: 0,018
 Kv: 0,009
 Amax: 0,878
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,600
 Cc: 1,860
 St: 1,000
 Kh: 0,050
 Kv: 0,025
 Amax: 2,050
 Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,560
 Cc: 1,840
 St: 1,000
 Kh: 0,062
 Kv: 0,031
 Amax: 2,542
 Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 43.776268

longitudine: 11.233400

12. Conclusioni

L'area oggetto di intervento è situata in sponda destra del fiume Arno ed all'interno del Parco delle Cascine fra Viale Lincoln, il Giardino della Catena, Viale degli Olmi e Piazza Vittorio Veneto.

Il progetto prevede la realizzazione, in luogo dell'antico chalet, di una struttura coperta ed aperta sui lati (dotata di servizi igienici) avente dimensioni (15 X 10) m² ed altezza massima di 5,5 metri. La fondazione della struttura viene prevista in c.a. del tipo a platea, su di essa si impostano:

- un basamento con solaio in latero-cemento, supportato da muri perimetrali in c.a.;
- profilati metallici, che costituiscono l'ossatura della tettoia.

Le verifiche e le indagini geologiche condotte sull'area di intervento nell'anno 2012 a supporto del progetto di *"Riqualificazione urbana da Piazza V. Veneto a Piazza Paolo Uccello, Interventi di mitigazione e messa in sicurezza e sistemazione delle rive dell'Arno"* –STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO *Indagini e Prove Geognostiche*, commissionate dal Comune di Firenze, hanno fornito, in sintesi, i seguenti risultati:

- il sito su cui insiste l'intervento in progetto, non risulta interessato da fenomeni di instabilità in atto o quiescenti;

- dati piezometrici dedotti dalla cartografia del *Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo, Banca dati Stratigrafici e Idrogeologici* del Comune di Firenze individuano, per l'area di intervento, valori di soggiacenza di circa 8,0 metri: si potranno pertanto escludere interazioni tra l'orizzonte freatico e il piano di posa delle fondazioni dei manufatti in progetto, confermate dalle prove di permeabilità eseguite sui terreni dell'area di intervento;
- il piano di posa della fondazione del nuovo manufatto andrà ad insistere sui terreni rappresentati dalle argille limose del litotipo A; la fondazione dovrà essere impostata al di sotto della coltre di terreno vegetale ed oltre comunque terreni di riporto (si faccia riferimento alla successione stratigrafia dell'area di intervento), nonché al di sotto dello strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali; le fondazioni dovranno essere direttamente difese o poste a profondità tale da risultare protette dai fenomeni di erosione del terreno superficiale;
- in fase di apertura degli scavi di fondazione dovrà essere verificata la rispondenza tra la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo, la determinazione dei parametri geotecnici definiti con le indagini geognostiche e geofisiche e l'effettiva situazione presente. Dovrà inoltre essere verificata l'uniformità litologica su tutto il piano di posa della fondazione;
- per quanto concerne la classificazione sismica (approvata con D.P.G.R. del 22 ottobre 2012, n. 58/R), il territorio comunale di Firenze, risulta inserito in **zona 3** di sismicità ed in **fascia B**, contraddistinta da valori di $0,125 < a_g < 0,150$;
- il periodo di riferimento per l'azione sismica (V_R) risulta quindi pari a $V_R = V_N * Cu = 50$ anni;
- per la definizione dell'azione sismica di progetto i terreni sono ascrivibili alla **categoria di sottosuolo E**; la categoria topografica di riferimento è la T1.

Si ritiene quindi che l'intervento in progetto non vada ad aggravare le condizioni di rischio della zona e delle aree contermini e che sia realizzabile alle condizioni esposte nella presente relazione.

Sulla base delle valutazione, dei vincoli e dei condizionamenti riportati nella presente Relazione Geologica, la scelta della soluzione fondazionale proposta dal progettista strutturale dovrà essere analiticamente verificata, rispetto all'opera da realizzare ed ai carichi da essa trasmessi, in apposita relazione geotecnica.

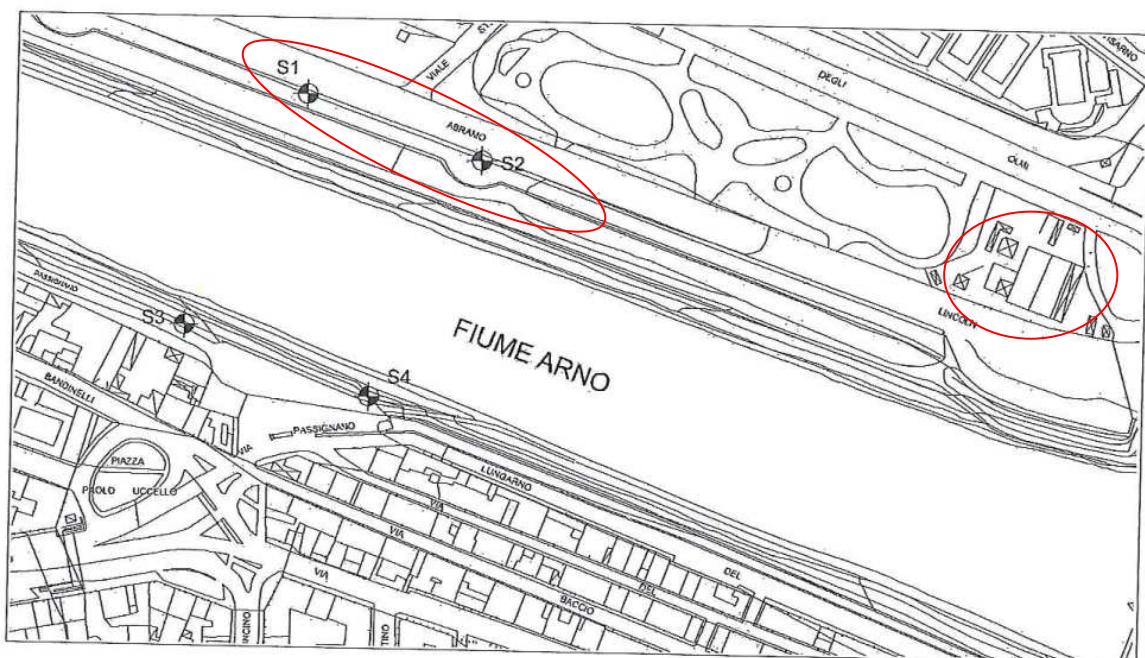
Firenze, gennaio 2018

Il tecnico
Dott. Geol. Alessandra Pippi
(iscritta all'Elenco Speciale dei Geologi della Toscana col n. 315)

Allegato A

Per la caratterizzazione geologica, stratigrafica, geotecnica e sismica dei terreni dell'area di intervento, si è fatto riferimento alle indagini e prove geognostiche e geofisiche eseguite nell'anno 2012 a supporto del progetto esecutivo per la “Riqualificazione urbana da Piazza V. Veneto a Piazza Paolo Uccello, Interventi di mitigazione e messa in sicurezza e sistemazione delle rive dell'Arno” –STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO Indagini e Prove Geognostiche”, commissionate dal Comune di Firenze.

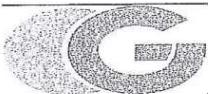
In figura l'ubicazione dei sondaggi eseguiti a carotaggio continuo, S1 e S2, cui si è fatto riferimento per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e le rispettive stratigrafie e l'ubicazione dell'area di intervento.



Ubicazione sondaggi geognostici

Prove di permeabilità in foro

Durante l'avanzamento delle perforazioni (nei terreni granulari costituenti i depositi alluvionali) nei sondaggi S1 e S2 sono state eseguite n. 3 prove di permeabilità in foro alla profondità rispettivamente di -7,50 e -13,50 metri dal p.c..



GEO TIRRENO S.r.l.

Via Frassina, n°65-54033 Carrara (MS)-tel.0585 833730 - fax. 0585 379014

Committente: Comune di Firenze

Località: Cascine

Descrizione: prova Lefranc

Note: prova a prof. 7,50 m da p.c.

Sigla: S1 - 1

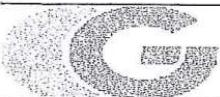
Prova di permeabilità in foro di sondaggio a carico variabile

Tempo (s)	Livello dell'acqua(m)	Permeabilità (m/s)
0	7,5	2,91E-5
60	7	0,000142
120	5	9,42E-5
180	4	6,07E-5
300	3	3,42E-5
600	2	2,43E-5
900	1,5	3,42E-5
1200	1	5,85E-5
1500	0,5	0,000136
1800	0,1	9,72E-5
2400	0,01	9,72E-5
3000	0,001	9,72E-5
3600	0,0001	9,72E-5

Diametro del foro (mm): 127 Profondità della falda dal p.c.(m): 7,5

Profondità del foro (m): 7,5 Lunghezza del tratto filtrante (m): 0,5

Metodo di calcolo: Raccomandazioni A.G.I. Permeabilità media (m/s): 6,89E-5



GEO TIRRENO S.r.l.

Via Frassina, n°65-54033 Carrara (MS)-tel.0585 833730 - fax. 0585 379014

Committente: Comune di Firenze

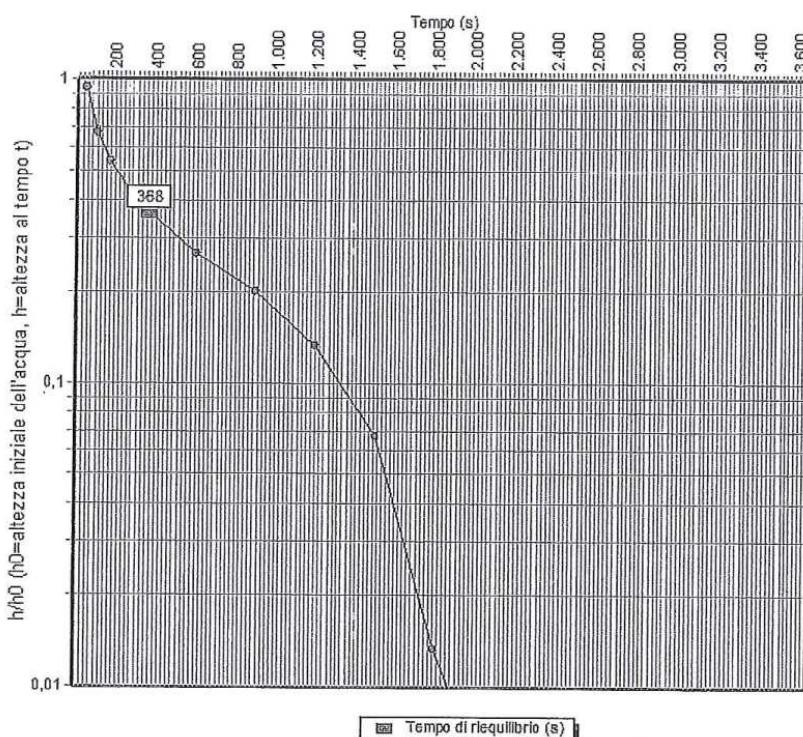
Località: Cascine

Descrizione: prova Lefranc

Note: prova a prof. 7.50 m da p.c.

Sigla: S1 - 1

Grafico della prova di permeabilità in foro di sondaggio a carico variabile



Diametro del foro (mm):

127

Profondità della prova (m):

7,5

Profondità della falda dal p.c.(m):

7,5

Lunghezza del tratto filtrante (m):

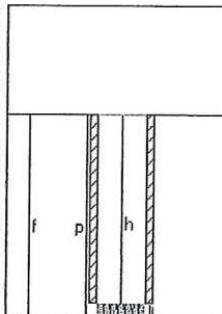
0,5

Metodo di calcolo:

Raccomandazioni A.G.I.

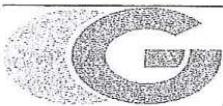
Permeabilità media (m/s):

6,89E-5



Certificato n.1 del aprile 2012

Firma:



GEO TIRRENO S.r.l.

Via Frassina, n°65-54033 Carrara (MS)-tel.0585 833730 - fax. 0585 379014

Committente: Comune di firenze

Località: Cascine

Descrizione: prova Lefranc

Note: prova a prof. 13.50 m da p.c.

Sigla: S1 - 2

Prova di permeabilità in foro di sondaggio a carico variabile

Tempo (s)	Livello dell'acqua(m)	Permeabilità (m/s)
0	6	
60	5,185	6,16E-5
120	4,435	6,6E-5
180	2,72	0,000206
300	0,485	0,000364
600	0,275	4,79E-5
900	0,15	5,12E-5
1200	0,149	5,65E-7
1500	0,1485	2,84E-7
1800	0,1484	5,69E-8
2400	0,1483	2,85E-8
3000	0,1482	2,85E-8
3600	0,148	5,7E-8

Diametro del foro (mm):

127

Profondità della falda dal p.c.(m):

7,5

Profondità del foro (m):

13,5

Lunghezza del tratto filtrante (m):

0,5

Metodo di calcolo:

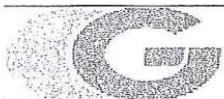
Raccomandazioni A.G.I.

Permeabilità media (m/s):

1,22E-4

Certificato n.2 del aprile 2012

Firma:



GEO TIRRENO S.r.l.

Via Frassina, n°65-54033 Carrara (MS)-tel.0585 833730 - fax. 0585 379014

Committente: Comune di firenze

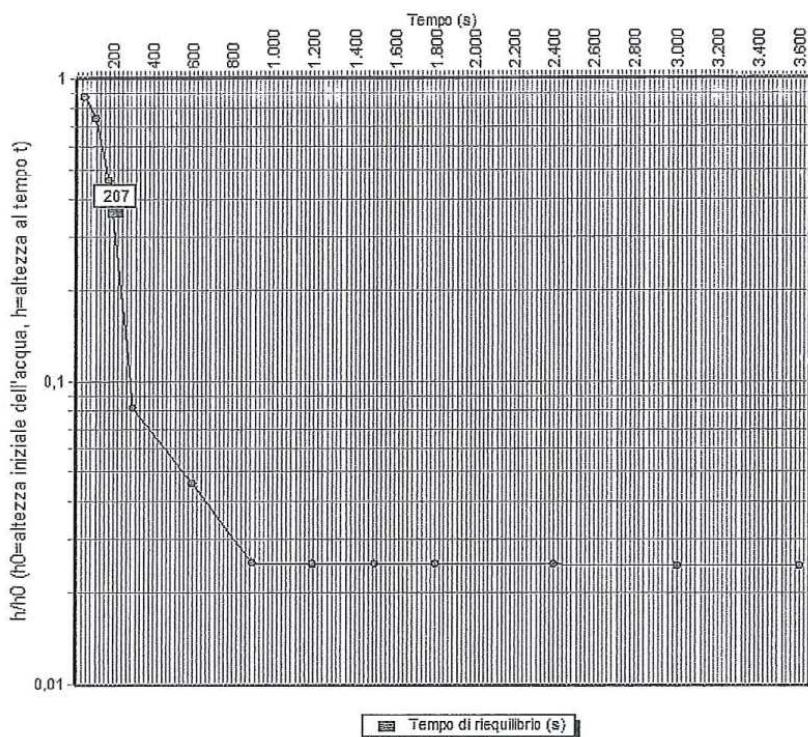
Località: Cascine

Descrizione: prova Lefranc

Note: prova a prof. 13.50 m da p.c.

Sigla: S1 - 2

Grafico della prova di permeabilità in foro di sondaggio a carico variabile



Diametro del foro (mm):

127

Profondità della prova (m):

13,5

Profondità della falda dal p.c.(m):

7,5

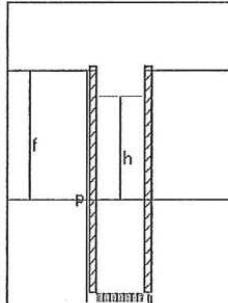
Lunghezza del tratto filtrante (m):

0,5

Metodo di calcolo: Raccomandazioni A.G.I.

Permeabilità media (m/s):

1,22E-4



LEGENDA

p=profondità della prova;

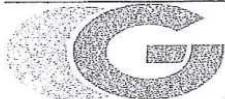
f=profondità della falda;

l=tratto filtrante;

h=altezza acqua;

Certificato n.2 del aprile 2012

Firma:



GEO TIRRENO S.r.l.

Via Frassina, n°65-54033 Carrara (MS)-tel.0585 833730 - fax. 0585 379014

Committente: Comune di firenze

Località: Cascine

Descrizione: prova Lefranc

Note: prova a prof. 13.50 m da p.c.

Sigla: S2 - 1

Prova di permeabilità in foro di sondaggio a carico variabile

Tempo (s)	Livello dell'acqua(m)	Permeabilità (m/s)
0	6,1	
60	5,185	6,86E-5
120	4,435	6,6E-5
180	2,72	0,000206
300	0,485	0,000364
600	0,275	4,79E-5
900	0,15	5,12E-5
1200	0,149	5,65E-7
1500	0,1485	2,84E-7
1800	0,1484	5,69E-8
2400	0,1483	2,85E-8
3000	0,1482	2,85E-8
3600	0,148	5,7E-8

Diametro del foro (mm): 127 Profondità della falda dal p.c.(m): 7,4

Profondità del foro (m): 13,5 Lunghezza del tratto filtrante (m): 0,5

Metodo di calcolo: Raccomandazioni A.G.I. Permeabilità media (m/s): 1,24E-4

Certificato n.3 del aprile 2012

Firma:



GEO TIRRENO S.r.l.

Via Frassina, n°65-54033 Carrara (MS)-tel.0585 833730 - fax. 0585 378014

Committente: Comune di firenze

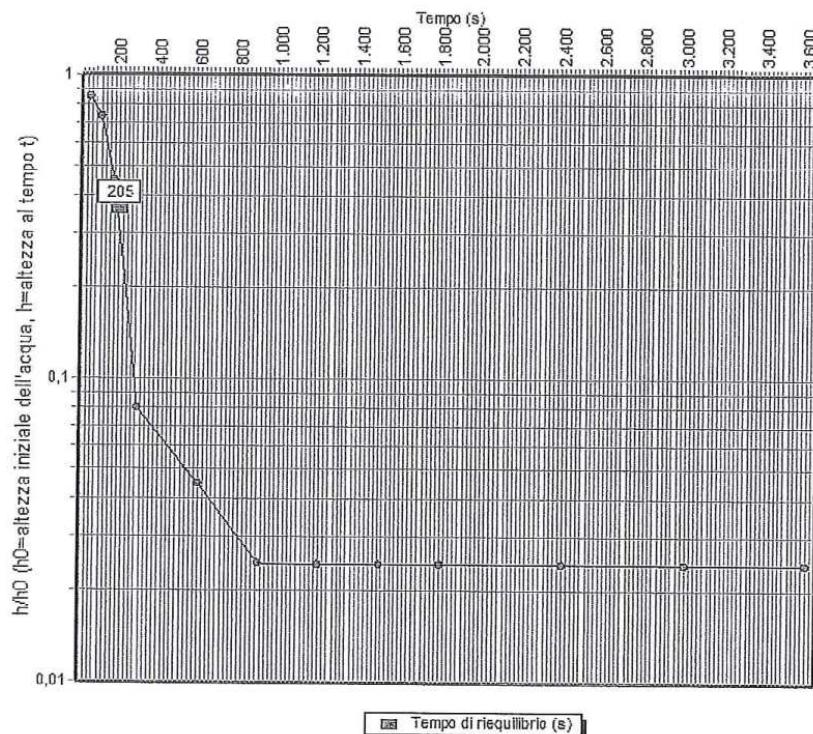
Località: Cascine

Descrizione: prova Lefranc

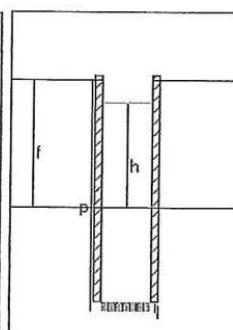
Note: prova a prof. 13.50 m da p.c.

Sigla: S2 - 1

Grafico della prova di permeabilità in foro di sondaggio a carico variabile



Diametro del foro (mm):	127
Profondità della prova (m):	13,5
Profondità della falda dal p.c.(m):	7,4
Lunghezza del tratto filtrante (m):	0,5
Metodo di calcolo:	Raccomandazioni A.G.I.
Permeabilità media (m/s):	1.24E-4



LEGENDA

p=profondità della prova;

f=profondità della falda;

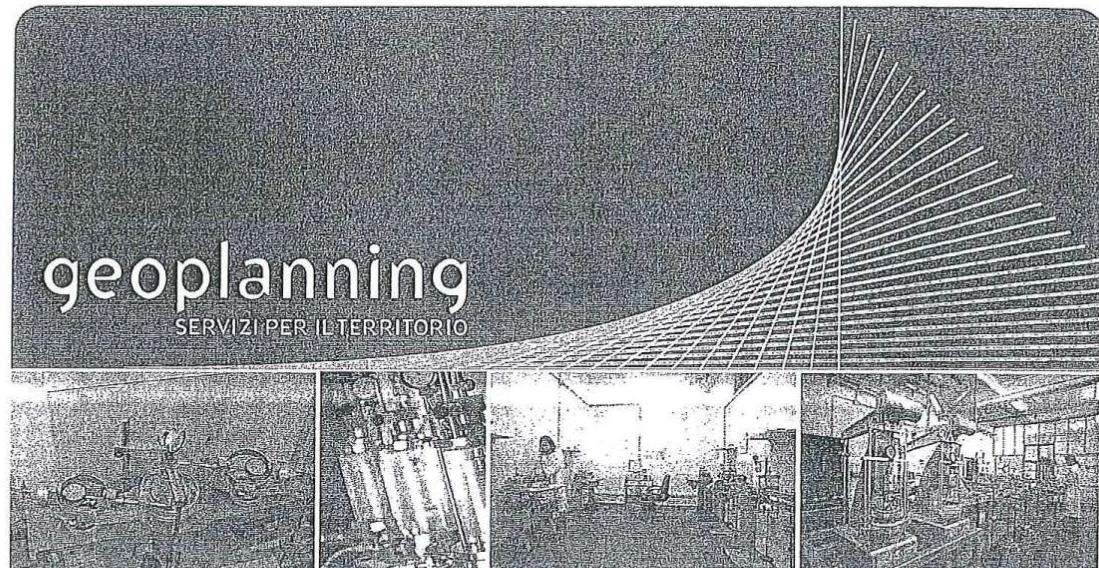
l=tratto filtrante;

h=altezza acqua;

Certificato n.3 del aprile 2012

Firma:

Sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio (prelevati rispettivamente nel sondaggio S1 alla quota di -3,0 metri dal p.c. e nel sondaggio S2 alla quota di -4,5 metri da p.c.).



Prove Geotecniche di laboratorio

Commissa: 1903
Lavoro: 062/12

Committente: Comune di Firenze

Richiedente: GeoTirreno S.r.l.

Cantiere: Loc. Cascine, ponte della tranvia (Firenze)

Documento verificato da:
il Responsabile del Laboratorio
(Dott. Geol. Stefano Cianci)

Documento approvato da:
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)



Laboratorio qualificato
n° 103
Associazione
Laboratori
Geotecnici
Italiani

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
LABORATORIO AUTORIZZATO
SETTORE A
Prov su terre, di carico su pietra, di densità in silo
Decreto n° 9194 del 14 settembre 2011
ai sensi dell'art. 59 D.P.R. 380/2001, Circolare I.T. 7618/2010/STC



Ministero dell'Istruzione
dell'Università e della Ricerca
LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO
Articolo 14 del Decreto n° 593 del 8 agosto 2000
Decreto Dirigenziale n° 1956/Ric. del 20 novembre 2003
Gazzetta Ufficiale n° 285 del 9 dicembre 2003

SIMBOLOGIA

γ	= peso di volume	(kN/m ³)	W_n	= contenuto naturale d'acqua	(%)
γ_n	= peso di volume naturale	(kN/m ³)	W_i	= contenuto d'acqua iniziale	(%)
γ_{dry}	= peso di volume secco	(kN/m ³)	W_f	= contenuto d'acqua finale	(%)
γ_s	= peso di volume dei grani	(kN/m ³)	W_{LL}	= contenuto d'acqua al LL	(%)
γ_{sat}	= peso di volume saturo	(kN/m ³)	W^*	= contenuto d'acqua	(%)
H_0	= altezza iniziale	(cm)	n_0	= porosità iniziale	
H_{dry}	= altezza del secco	(cm)	e	= indice dei vuoti	
V_0	= volume iniziale	(cm ³)	e_0	= indice dei vuoti iniziale	
a	= area	(cm ²)	S_r	= grado di saturazione	(%)
Δh	= cedimento	(mm)	i	= gradiente idraulico	
d	= deformazione	(mm)	i_0	= gradiente idraulico iniziale	(cm)
ϕ	= diametro	(mm)	σ_v	= carico verticale	(kPa)
h	= ore		σ_3	= pressione di cella	(kPa)
n	= porosità		σ'_{cons}	= tens. effic. media consolidaz.	(kPa)
LL	= limite liquido	(%)	A	= indice di attività	
LP	= limite plastico	(%)	IG	= indice di gruppo	
IP	= indice di plasticità	(%)	E'	= modulo di compressibilità	(kPa)
LR	= limite di ritiro	(%)	m_v	= coefficiente di compressibilità	(kPa ⁻¹)
IC	= indice di consistenza		c_v	= coefficiente di consolidazione	(cm ² /sec)
IL	= indice di liquidità		k	= coefficiente di permeabilità	(m/sec)
I_r	= Indice di ritiro		Md	= modulo di deformazione	(N/mm ²)
R _r	= Rapporto di ritiro		M'd	= mod. deform. (2° ciclo carico)	(N/mm ²)

PROVE

Lim.	= Limiti	TxUU*	= Triassiale UU
Gran.	= Granulometria	ELL*	= Espansione Laterale Libera
TD*	= Taglio Diretto	K	= Permeabilità
TDRev.*	= Taglio Diretto révérse	Rig.	= Rigonfiamento
TDLL*	= Taglio Diretto al LL	CS*	= Compressione Semplice
ED	= Edometrica	Proctor	= Compattazione
TxCd*	= Triassiale CD	CBR	= C.B.R.
TxCU*	= Triassiale CU	S.Org.	= Sostanza Organica

N.D. = Non Determinabile
N.E. = Non Esegibile



Zone imbibite d'acqua (rammolimenti)



Livelli sabbiosi

N.C. = Non Calcolabile
M.I.** = Misura Indicativa



Livelli limosi



Livelli argillosi

* I numeri riportati accanto alla prova indicano il relativo provino

** Misura eseguita con strumentazione non tarabile e/o non tarata

geoplanning SERVIZI PER IL TERRITORIO Laboratorio Terre	Via Giano della Bella, 43/45 00162 Roma Tel. 06 4469550 Fax 06 4469549 laboratorio@geoplanning.it www.geoplanning.it	Committente: Comune di Firenze Richiedente: GeoTirreno S.r.l. Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze) Sondaggio n° 1	Certificato di prova: 6233/a (foglio 1 di 1) Verbale di Accettazione: 1903/1 Lavoro di laboratorio: 062/12 Campione n° 1 Profondità di prelievo: da m 03.00 a m --
<small>Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 0194 del 14/09/11, art. ED D.P.R. 360/2001, Ccc. ITT. 791B/STC/2010 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su plastiche, Prove di densità in sito)</small>			

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	non dichiarata	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota ϕ :	80 mm
Contenitore:	fustella metallica	Lunghezza della carota:	190 mm
Diametro esterno ϕ del contenitore:	90 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Lunghezza del contenitore:	600 mm	Società di perforazione che ha prelevato il campione:	non dichiarata
Data di prelievo del campione:	--	Data di apertura Commessa:	08/05/12
Data di consegna del campione:	08/05/12	Data di apertura del campione:	15/05/12
Verbale di ricezione campioni n°:	--	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	15/05/12

SCHEMA DEL CAMPIONE	LUNGH. cm	POCKET PENETR. kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
					ALTO
	-10	N.D.	N.D.	W ₁ TD1	
	-20			Y _n TD2	Ghiaia con sabbia marrone chiaro-avana con zone marrone scuro, a struttura fortemente caotica (clasti immersi in matrice sabbiosa), reattiva ad HCl. I clasti si presentano eterometrici a spigoli vivi ed eterogenei (laterizi, areniti, ecc.).
	-30			W ₂ TD3	
	-40			W ₃	
	-50				
	-60				
	-70 BASSO				

Note: la fustella era chiusa con tappi alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpa era molto deformato e non affilato.

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

Giovanni Caprioni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

Maurizio Scarapazzi



Via Giano della Bella, 43/45
00182 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it



Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti al sensi del Decreto n° 8194 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 380/2001, Cir. II.TT. 7818/STCZ/2010 rilasciamento al "Settore A" (Prove di laboratorio sul terreno, Prove di calco su plastica, Prove di densità in sospensione)

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 1

Certificato di prova: 6233/b
(foglio 1 di 1)
Verbale di Accettazione: 1903/1
Lavoro di laboratorio: 062/12
Campione n° 1
Profondità di prelievo:
da m 03,00 a m --

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	16/05/12
	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso lordo umido (g)	43,62	45,34	53,11
Peso lordo secco (g)	40,26	42,30	49,72
Tara (g)	17,85	17,82	17,71
Umidità relativa W (%)	15,0	12,4	10,6
UMIDITA' NATURALE MEDIA W _n	12,7 %		DEVIAZIONE STANDARD 2,21

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scaramazzi)

Maurizio Scaramazzi

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	15/05/12
Peso umido del terreno (g)	111,47	Volume (cm ³)	71,83
PESO DI VOLUME NATURALE γ _n	15,22 kN/m ³	Determinazione eseguita tramite:	fustella tarata

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scaramazzi)

Maurizio Scaramazzi



Laboratorio autorizzato dal M.R. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 9184 del 14/09/11, art. 69 D.P.R. 05/02/2001, Clic. R.I.T. 7618/STC2010 relativamente al "Sistema A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su piazze, Prove di densità in sito)

Via Claudio della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 1

Certificato di prova: 6233/c
(foglio 1 di 2)
Verbale di Accettazione: 1903/1
Lavoro di laboratorio: 062/12
Campione n° 1
Profondità di prelievo:
da m 03,00 a m --

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

MISURAZIONI ACQUISITE VAGLIATURA		
Peso secco cumulato (g)	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
99,46	38,100	7,1
211,07	25,000	15,1
384,10	19,000	27,5
475,90	16,000	34,1
548,60	12,500	39,3
625,50	9,500	44,8
801,70	4,750	57,4
930,10	2,000	66,6
1003,70	1,000	71,8
1018,80	0,850	72,9
1105,60	0,425	79,1
1223,80	0,250	87,6
1280,40	0,180	91,7
1298,00	0,150	92,9
1327,80	0,106	95,0
1344,20	0,075	96,2
1357,60	0,063	97,2

Data di inizio prova per vagliatura: 15/05/12

Data di fine prova per vagliatura: 16/05/12

Peso secco iniziale vagliatura (g): 1397,00

Data di inizio prova per sedimentazione: --

Data di fine prova per sedimentazione: --

Peso secco iniziale sedimentazione (g): --

Note: la curva granulometrica è restituita secondo le indicazioni A.G.I.

MISURAZIONI ACQUISITE AREOMETRIA					
Tempo (secondi)	Lettura (Rh)	Temperatura (°C)	Correzione totale	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)
Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scaramuzzi)
Maurizio Scaramuzzi

geoplanning

SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Geotele



Laboratorio autorizzato dal Mn. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 0194 del 14/09/11, art. 50 D.P.R. 280/2001, Circ. n. T.T. 70/08/STC/2010 relativa al "Setore A" (Prove di laboratorio su terreni, Prove di carico su pietra, Prove di densità in siccio).

Via Glano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze

Richiedente: GeoTirreno S.r.l.

Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Certificato di prova:
(foglio 2 di 2)

6233/c

Verbale di Accettazione: 1903/1
Lavoro di laboratorio: 062/12

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

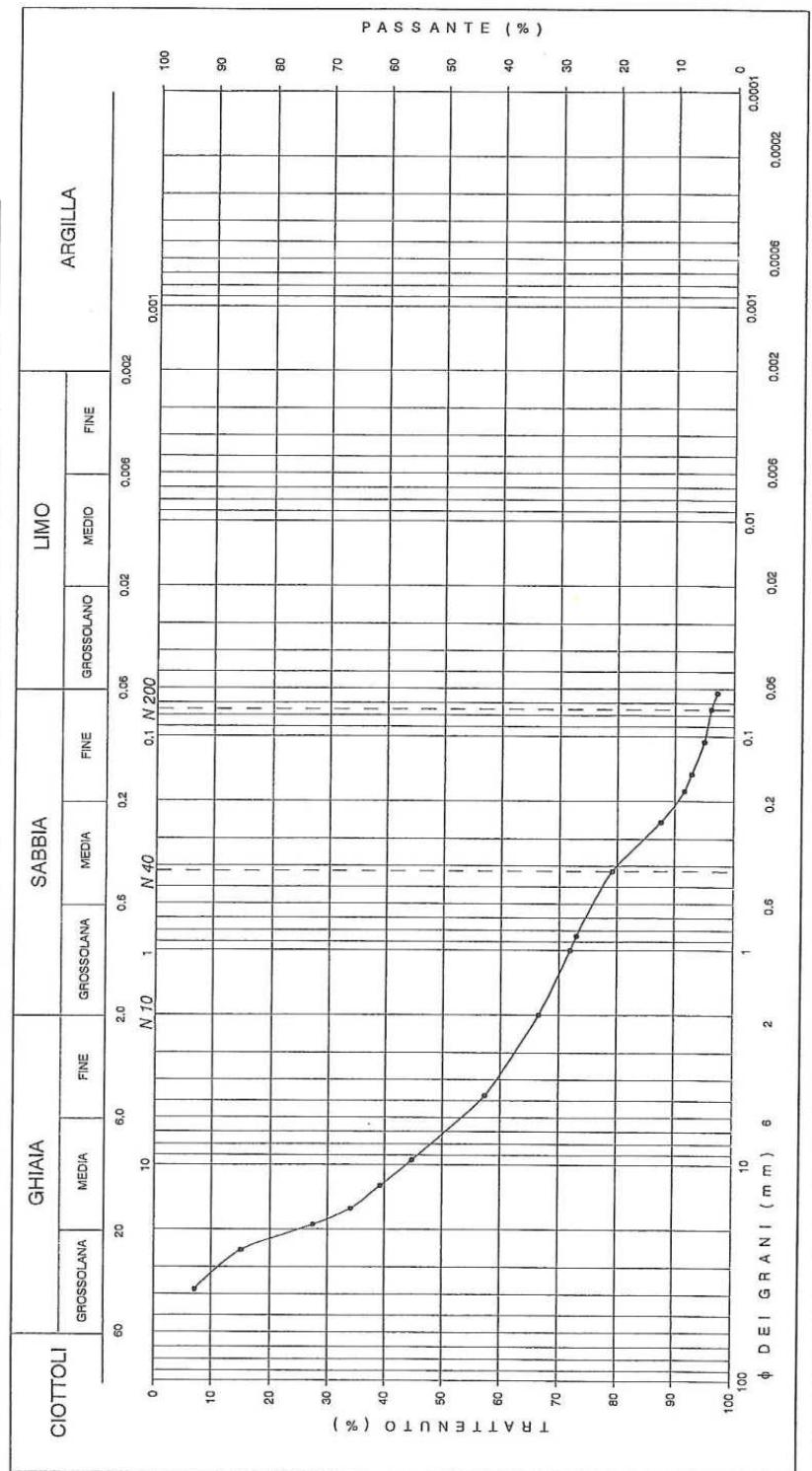
CURVA GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: GHIACCIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA.

GHIACCIA	67 %	SABBIA	30 %	LIMO	3 %	ARGILLA	0 %
> 2 mm		0,06 - 2 mm		0,02 - 0,06 mm		< 0,002 mm	
N 10 2 mm	33 %	N 40 0,425 mm	21 %	N 200 0,075 mm	4 %	N 200 0,002 mm	

CIOTOLI	GHIACCIA			SABBIA			LIMO			ARGILLA		
	GROSSOLANA	MEDIA	FINE	GROSSOLANA	MEDIA	FINE	GROSSOLANO	MEDIO	FINE	GROSSOLANO	MEDIO	FINE
	60	20	10	2,0	0,6	0,2	0,1 N 200	0,06	0,02	0,006	0,002	0,001



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Mod. Cava F. 00

Note: il diametro del granulo maggiore è di 40 mm circa.

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio di Geotecnica



Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 8184 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 380/2001, Circ. I.T.T. 7556/STC/2010 relativamente al "Ciclo A"
(Prove di laboratorio sul terreno, Prove di cedimento su plastiche, Prove di densità in sito)

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469590
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 1 Campione n° 1

Certificato di prova: 6233/d
(foglio 1 di 4)
Verbale di Accettazione: 1903/1
Lavoro di laboratorio: 062/12
Profondità di prelievo:
da m 03,00 a m --

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	22/05/12
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino	1	2	3
Altezza cm	2,023	1,938	2,008
Lato cm	6,006	6,015	6,006
Volume cm ³	72,96	70,11	72,43
Peso di volume kN/m ³	15,14	14,46	16,04
Contenuto d'acqua %	11,6	14,0	12,8
Peso di volume dei grani kN/m ³	--	--	--
Indice dei vuoti	N.C.	N.C.	N.C.
Grado di saturazione %	N.C.	N.C.	N.C.

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino	1	2	3
Carico verticale efficace kPa	98	196	294
Durata h	24	24	24
Cedimento mm	2,17	4,50	4,93

FASE DI TAGLIO

Provino	1	2	3
Velocità di deformazione mm/min	0,0125	0,0125	0,0125
Carico verticale efficace kPa	98	196	294
Contenuto finale d'acqua %	22,9	23,5	18,8

NOTE

I provini sono stati confezionati eliminando i clasti aventi diametro $\phi > 6$ mm.

Roma, 28/05/12

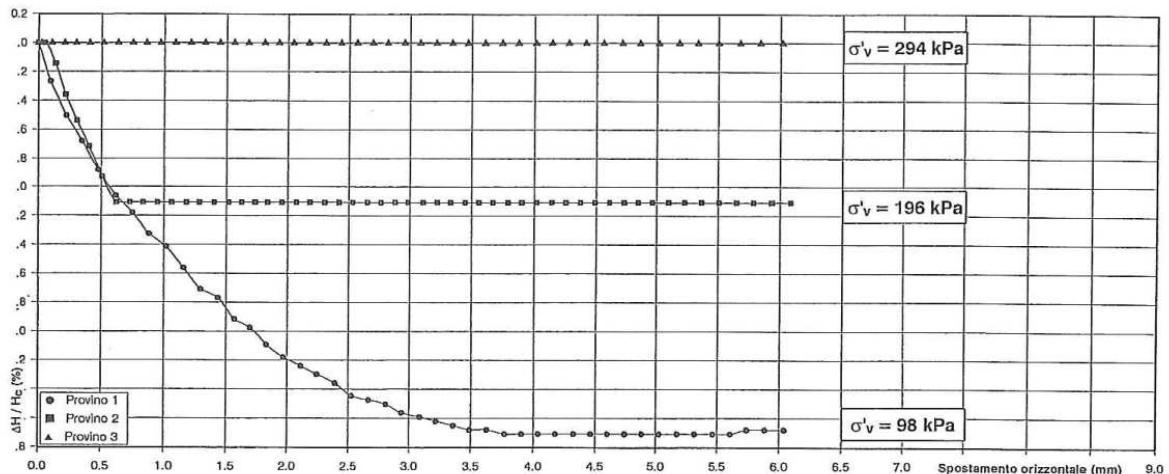
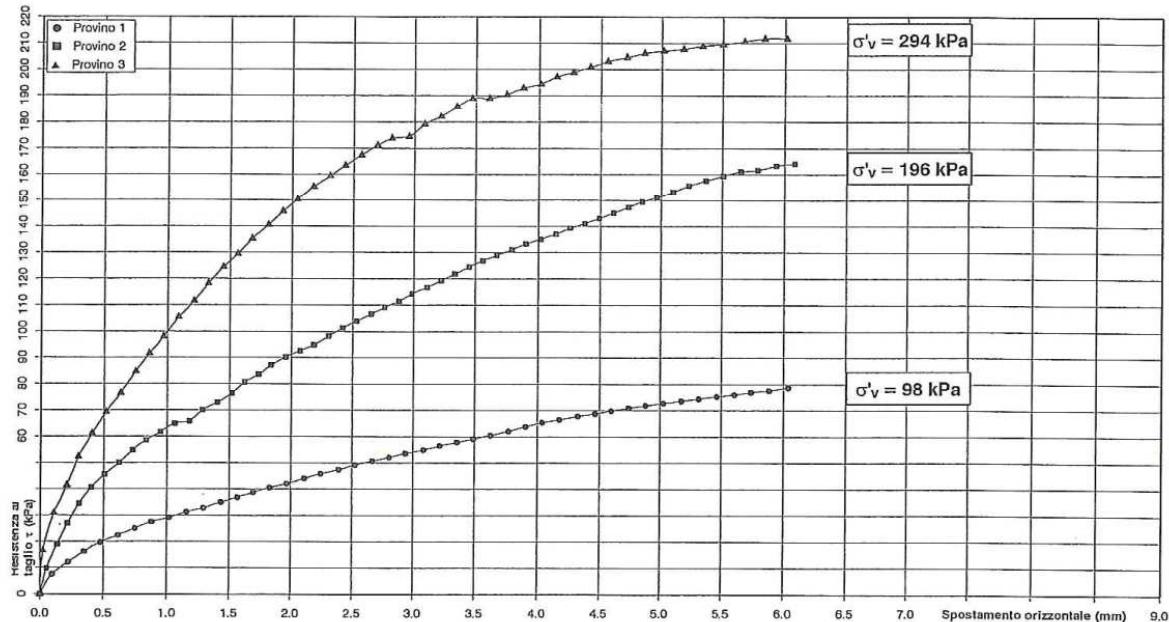
il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)
Giovanni Caprioni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)
Maurizio Scarpazzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio ScarpaZZI)

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Giovanni Caproni

Note:

geoplanning SERVIZI PER IL TERRITORIO Laboratorio di Terre	Via Giano della Bella, 43/45 00162 Roma Tel. 06 4469550 Fax 06 4469549 laboratorio@geoplanning.it www.geoplanning.it	Committente: Comune di Firenze Richiedente: GeoTirreno S.r.l. Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze) Sondaggio n° 1	Certificato di prova: 6233/d (foglio 3 di 4) Verbale di Accettazione: 1903/1 Lavoro di laboratorio: 062/12 Campione n° 1
	Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 6191 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 580/2001, Clic. I.T.T. 7618/STC2010 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su pietra, Prove di densità in sicc).		Profondità di prelievo: da m 03,00 a m --

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

MISURAZIONI ACQUISITE									
Provino 1			Provino 2			Provino 3			
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	
0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	
0,10	0,27	8	0,05	0,00	10	0,02	0,00	17	
0,22	0,50	12	0,13	0,14	19	0,11	0,00	31	
0,34	0,68	16	0,21	0,36	27	0,21	0,00	41	
0,48	0,88	20	0,30	0,54	34	0,30	0,00	52	
0,61	1,06	22	0,40	0,71	41	0,41	0,00	61	
0,75	1,18	25	0,51	0,93	46	0,52	0,00	69	
0,88	1,33	27	0,62	1,11	50	0,63	0,00	76	
1,02	1,41	29	0,73	1,11	55	0,75	0,00	85	
1,15	1,56	31	0,83	1,11	59	0,86	0,00	92	
1,29	1,71	33	0,95	1,11	62	0,97	0,00	98	
1,44	1,77	35	1,06	1,11	65	1,09	0,00	105	
1,57	1,91	37	1,18	1,11	66	1,21	0,00	112	
1,70	1,97	39	1,28	1,11	70	1,32	0,00	118	
1,83	2,09	41	1,40	1,11	73	1,45	0,00	124	
1,97	2,18	42	1,52	1,11	76	1,56	0,00	129	
2,11	2,24	44	1,63	1,11	81	1,68	0,00	135	
2,24	2,30	46	1,74	1,11	84	1,81	0,00	141	
2,39	2,36	47	1,84	1,11	87	1,93	0,00	146	
2,53	2,44	49	1,95	1,11	90	2,04	0,00	150	
2,66	2,47	51	2,07	1,11	93	2,17	0,00	155	
2,81	2,50	52	2,18	1,11	95	2,30	0,00	159	
2,94	2,56	54	2,30	1,11	98	2,43	0,00	163	
3,09	2,59	55	2,41	1,11	101	2,56	0,00	167	
3,22	2,62	57	2,53	1,11	104	2,69	0,00	171	
3,36	2,65	58	2,65	1,11	107	2,82	0,00	174	
3,49	2,68	59	2,76	1,11	109	2,95	0,00	174	
3,63	2,68	61	2,88	1,11	111	3,08	0,00	179	
3,77	2,71	62	2,99	1,11	114	3,21	0,00	182	
3,91	2,71	64	3,11	1,11	117	3,34	0,00	186	

Il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

il Direttore del Laboratorio

(Dott. Geol. Maurizio Scapponi)

geoplanning SERVIZI PER IL TERRITORIO	Via Giano della Bella, 43/45 00162 Roma Tel. 06 4469550 Fax 06 4465549 laboratorio@geoplanning.it www.geoplanning.it	Committente: Comune di Firenze Richiedente: GeoTirreno S.r.l. Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)	Certificato di prova: 6233/d (folios 4 di 4) Verbale di Accettazione: 1903/1 Lavoro di laboratorio: 062/12
 Laboratorio autorizzato dal M.I. Istruzione e Trasporti ai sensi del Decreto n° 1348/91, art. 69 D.P.R. 30/02/2001, Circ. ETT, 7518/GTC/2010 riferimento al "Stato A" (Prova di laboratorio sul terreno, Prova di carico su pietra, Prove di densità in sito)	Sondaggio n° 1	Campione n° 1	Profondità di prelievo: da m 03.00 a m --

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

Jiromini Lorisini

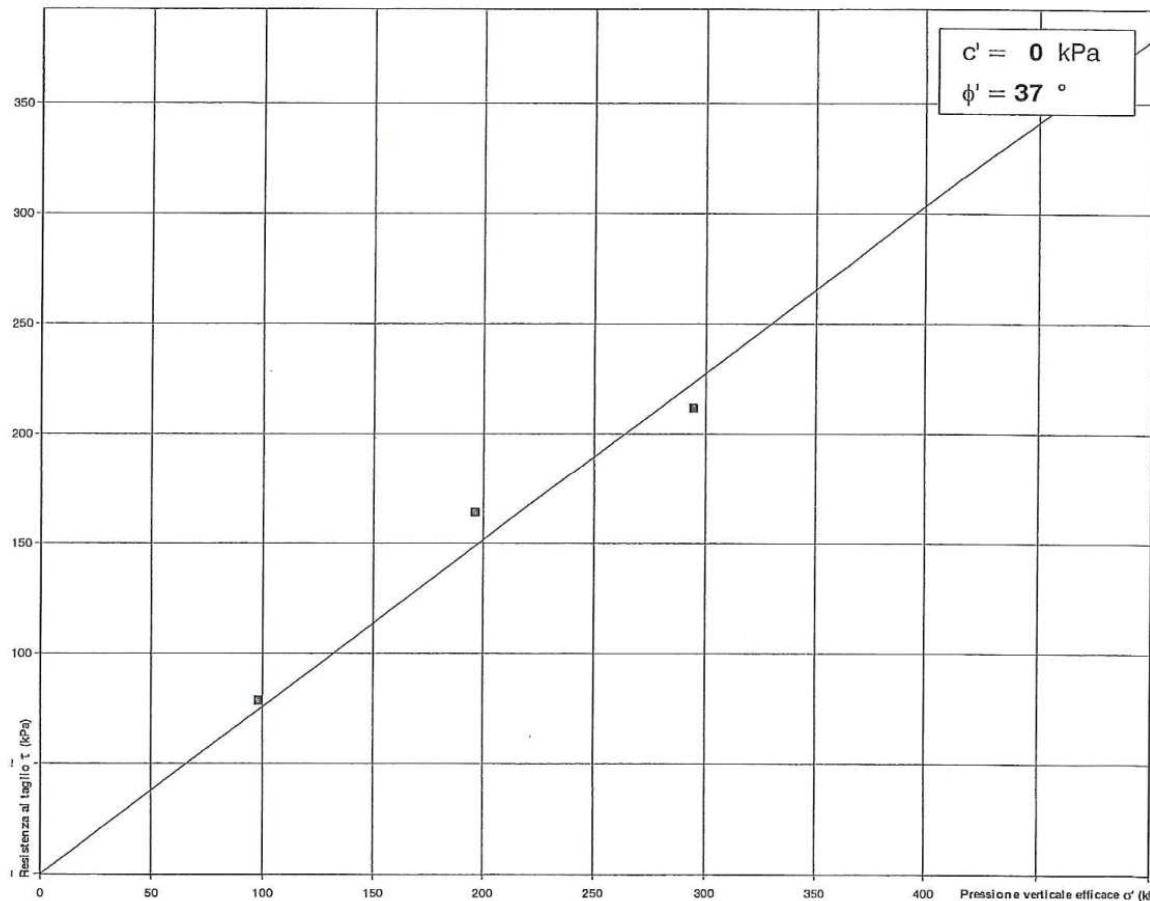
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

Mod. Cer14 Rev. 00

INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Sondaggio n° 1	Campione n° 1	Profondità di prelievo: da m 03.00 a m --
----------------	---------------	--

Provino n°		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Deformazione verticale a rottura	%	2,68	1,11	0,00
Spostamento orizzontale a rottura	mm	6,04	6,08	5,84
Sollecitazione di taglio a rottura	kPa	79	164	212



geoplanning SERVIZI PER IL TERRITORIO Laboratorio Terre	Via Oliva della Bella, 43/45 00162 Roma Tel. 06 4469550 Fax 06 4469549 laboratorio@geoplanning.it www.geoplanning.it	Committente: Comune di Firenze Richiedente: GeoTirreno S.r.l. Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze) Sondaggio n° 2 Campione n° 1	Certificato di prova: 6234/a (foglio 1 di 1) Verbale di Accettazione: 1903/2 Lavoro di laboratorio: 062/12 Profondità di prelievo: da m 04.50 a m --
---	---	--	---

Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 5194 del 14/09/11, art. 10 D.P.R. 360/2010, Cbs. I.T.T. 7816/STC/2010 relativamente al "Settore A" (Prove di laboratorio sul terreno, Prove effettuate su pietra, Prove di densità in sfo)

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	non dichiarata	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota ϕ :	85 mm
Contenitore:	fustella metallica	Lunghezza della carota:	260 mm
Diametro esterno ϕ del contenitore:	89 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Lunghezza del contenitore:	600 mm	Società di perforazione che ha prelevato il campione:	non dichiarata
Data di prelievo del campione:	--	Data di apertura Commessa:	08/05/12
Data di consegna del campione:	08/05/12	Data di apertura del campione:	15/05/12
Verbale di ricezione campioni n°:	--	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	15/05/12

SCHEMA DEL CAMPIONE	LUNGH. cm	POCKET PENETR. kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
					ALTO
	-10	N.D.	N.D.		Ghiaia con sabbia limosa marrone-olivastro, a struttura fortemente caotica (clasti immersi in matrice sabbiosa), reattiva ad HCl.
	-20	N.D.	N.D.	Gran. Y ₂ W ₁ TD3 W ₂ TD1 W ₃ TD2 Y ₁ ED Y ₂ W ₃	Limo con sabbia marrone-olivastro, a struttura complessivamente omogenea, reattivo ad HCl.
	-30				
	-40				
	-50				
	-60				
	-70 BASSO				

Note: la fustella era chiusa con tappi alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpa era deformato ed affilato. Il campione era isolato con paraffina (4 mm in alto e 3 mm in basso).

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)
Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dal M.I. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 678 del 14/09/11, art. 69 D.P.R. 30/02/2001, Cte. R.T. 7618/STC/2010 relativo al "Sistema AT" (Prove di laboratorio sul terreno, Prova di carico su pista, Prove di densità in sìla)

Via Giacomo della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469350
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze

Richiedente: GeoTirreno S.r.l.

Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Certificato di prova: 6234/b
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: 1903/2
Lavoro di laboratorio: 062/12

Sondaggio n° 2 Campione n° 1

Profondità di prelievo:
da m 04,50 a m --

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	16/05/12
Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃	
Peso lordo umido (g)	42,84	38,68	57,86
Peso lordo secco (g)	38,48	35,79	50,17
Tara (g)	19,49	20,95	17,73
Umidità relativa W (%)	23,0	19,5	23,7
UMIDITÀ NATURALE MEDIA W _n	22,0 %		DEVIAZIONE STANDARD 2,26

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scaramuzzi)

PESO DELL'UNITÀ DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	15/05/12
Peso umido del terreno (g)	71,99	Volume (cm ³)	39,47
PESO DI VOLUME NATURALE γ _n	17,89 kN/m ³	Determinazione eseguita tramite:	fustella tarata

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scaramuzzi)



Via Giacomo della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it



Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 5194 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 330/2001, Circ. R.TT. 7618/GTC/2010 relativamente al "Sistema AT" (Prove di laboratorio sui terreni. Prove di controllo su pietra. Prove di durata in sabbia)

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 2 **Campione n°** 1

Certificato di prova: 6234/c
(folio 1 di 1)
Verbale di Accettazione: 1903/2
Lavoro di laboratorio: 062/12

Profondità di prelievo:
da m 04,50 a m --

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	25/05/12
<i>Determinazione n° 1</i>		<i>Determinazione n° 2</i>	
89,66		Tara picnometro (g)	
104,66		Picnometro + campione secco (g)	
220,35		Picnometro + campione + acqua (g)	
22,1		Temperatura di prova (°C)	
210,92		Picnometro + acqua (g)	
26,42		P. di vol. dei grani misurato (kN/m³)	
PESO DI VOLUME DEI GRANI γ_s		DEVIAZIONE STANDARD	
26,38 kN/m³		0,043	

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)
Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)
Maurizio Scarpazzi

CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

INDICE DEI VUOTI	e	0,800	GRADO DI SATURAZIONE	S _r	74	%
POROSITÀ	n	0,444	PESO DI VOLUME SECCO	γ_{dry}	14,66	kN/m³

Note:

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)
Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)
Maurizio Scarpazzi

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 9184 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 280/2001, Cte. IITT, 78109/STC/2010 riferimento al "Genna A"
(Prove di laboratorio sul terreno, Prova di carico su pietra, Prove di densità in siccio)

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 2 Campione n° 1

Certificato di prova: 6234/d
(foglio 1 di 2)
Verbale di Accettazione: 1903/2
Lavoro di laboratorio: 062/12
Profondità di prelievo:
da m 04,50 a m --

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

MISURAZIONI ACQUISITE VAGLIATURA		
Peso secco cumulato (g)	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
0,16	1,000	0,1
0,25	0,850	0,1
0,74	0,425	0,4
1,60	0,250	0,8
4,07	0,180	2,0
6,50	0,150	3,1
27,18	0,106	13,1
50,08	0,075	24,2

Data di inizio prova per vagliatura: 23/05/12

Data di fine prova per vagliatura: 25/05/12

Peso secco iniziale vagliatura (g): 206,83

Data di inizio prova per sedimentazione: 15/05/12

Data di fine prova per sedimentazione: 23/05/12

Peso secco iniziale sedimentazione (g): 50,30

Note: i calcoli per l'elaborazione dell'areometria sono stati eseguiti utilizzando il peso di volume dei grani calcolato tramite doppia determinazione. La curva granulometrica è restituita secondo le indicazioni A.G.I.

MISURAZIONI ACQUISITE AREOMETRIA					
Tempo (secondi)	Lettura (Rh)	Ternperatura (°C)	Correzione totale	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
30	22,8	21,2	1,7	0,0598	31,64
60	18,8	21,2	1,7	0,0445	44,30
330	10,0	21,2	1,7	0,0208	72,15
990	7,4	21,2	1,7	0,0123	80,38
4500	5,4	21,2	1,7	0,0059	86,71
7200	5,0	21,2	1,7	0,0047	87,97
18000	4,9	20,9	2,3	0,0030	90,19
86400	4,0	20,6	2,2	0,0014	92,72

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio

(Dott. Geol. Maurizio Scarpa)

Maurizio Scarpa



SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre

Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 9184 del

14/09/11, art. 69 D.P.R. 350/2001, Circ. ILTT. 7616/ISTC/2010 relativa alla "Settore A".
(Prove di laboratorio su terreni, Prove di calcolo su pietra, Prove di densità in sìlo).

Via Giano della Bella, 43/45
00192 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze

Richiedente: GeoTirreno S.r.l.

Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Certificato di prova:
(foglio 2 di 2) 6234/d

Verbale di Accettazione: 1903/2

Lavoro di laboratorio: 062/12

Sondaggio n° 2 Campione n° 1

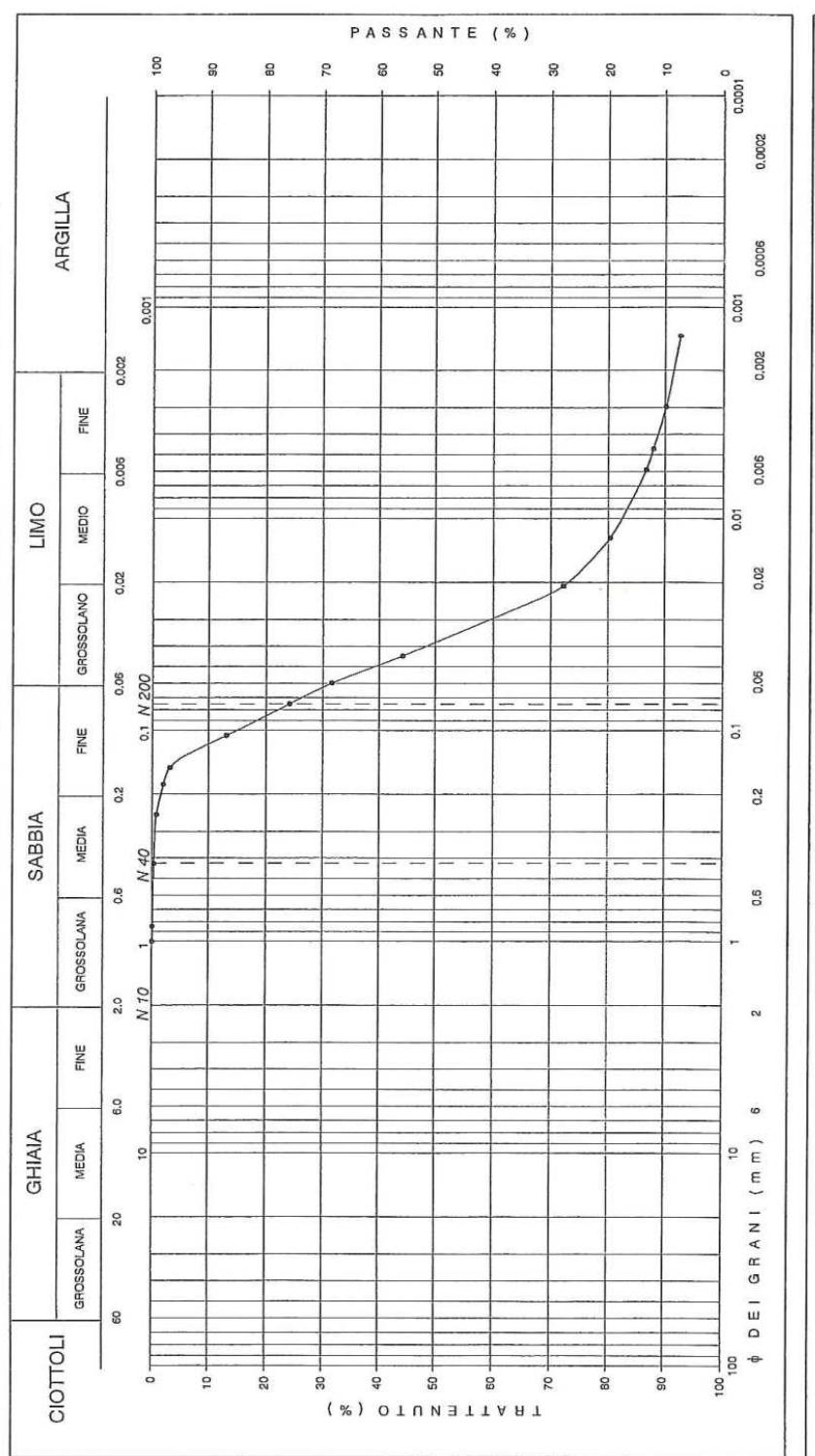
Profondità di prelievo:
da m 04.50 a m --

CURVA GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: LIMO CON SABBIA DEBOLMENTE ARGILLOSO.

GHIACCIA		SABBIA		LIMO		ARGILLA	
	%	0.06 - 2 mm	2 mm	N 40	N 200	N 200	%
PASSANTE AI SETACCI	100			100	76		



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Mod.Certif.Ru.00

Note: il diametro del granulo maggiore è di 1 mm circa.



Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze	Certificato di prova: 6234/e (foglio 1 di 4)
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.	Verbale di Accettazione: 1903/2
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)	Lavoro di laboratorio: 062/12
Sondaggio n° 2	Profondità di prelievo: da m 04,50 a m --
	Campione n° 1

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	25/05/12
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Diametro	ϕ	5,018	cm	Peso di vol. dei grani	γ_s	26,38	kN/m^3
Altezza iniziale	H_0	1,996	cm	Grado di saturazione	S_r	75	%
Area	a	19,777	cm^2	Cont. d'acqua finale	W_f	25,7	%
Volume iniziale	V_0	39,474	cm^3	Porosità iniziale	n_0	0,446	
Cont. d'acqua iniziale	W_i	22,5	%	Altezza del secco	H_{dry}	1,105	cm
Peso di volume	γ	17,89	kN/m^3	Indice dei vuoti iniziale	e_0	0,807	

Boma 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)



Laboratorio autorizzato dal M.I. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 1104 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 300/2000, Cte. I.I.TT. 76165/TG/010 relativa alle "Serie A" (Prova di laboratorio su terreni, Prova di carico su piazze, Prove di densità in sito).

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

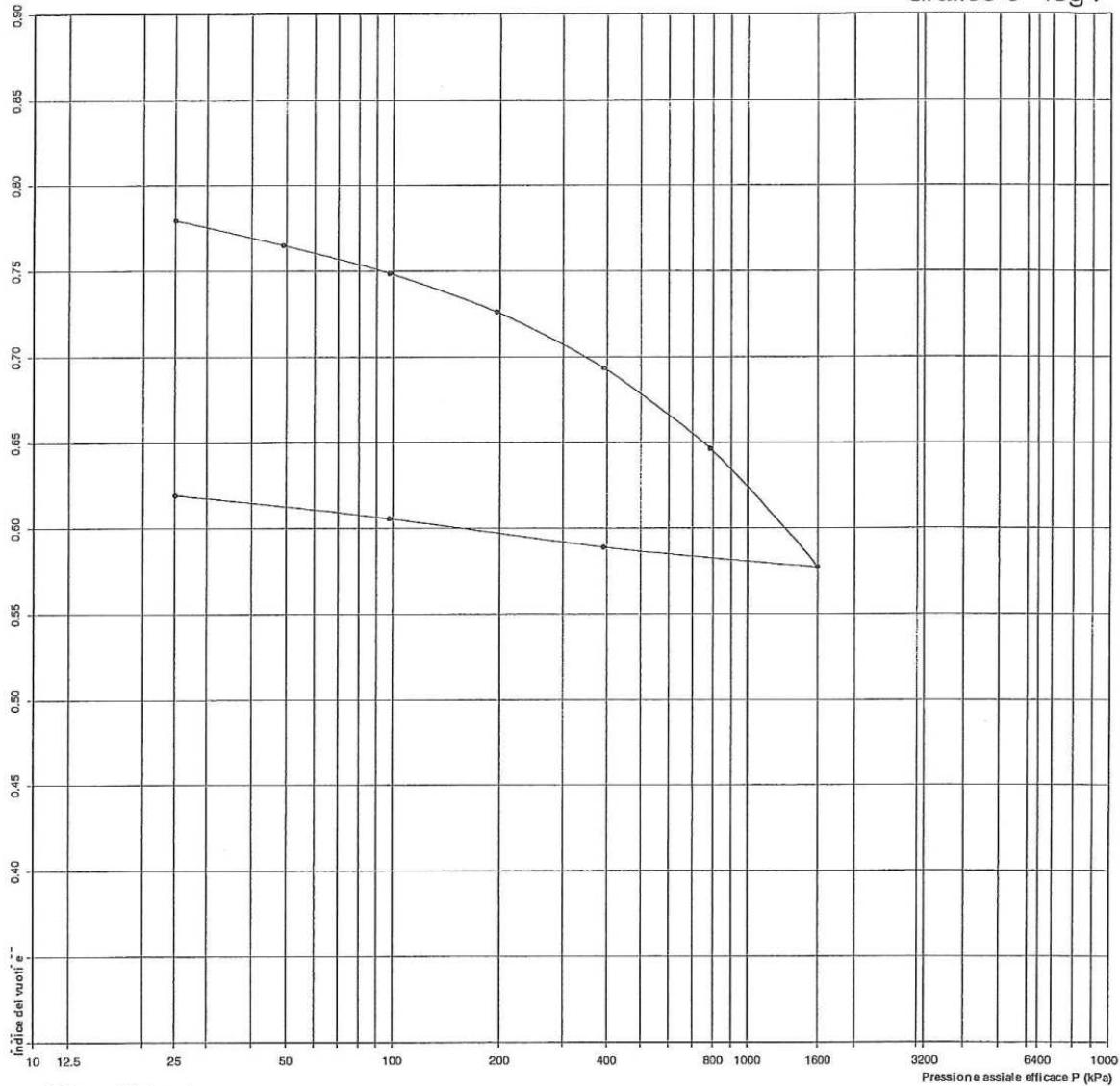
Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 2

Certificato di prova: 6234/e
(foglio 2 di 4)
Verbale di Accettazione: 1903/2
Lavoro di laboratorio: 062/12
Campione n° 1
Profondità di prelievo:
da m 04.50 a m --

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico e - log P



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Note:

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dal M.R. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 916 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 380/2001, Cir. I.T.I. 7418/CTC/2010 relativo alle "Prove A"

(Prova di laboratorio su terreni, Prove di cedimento su pietra, Prove di densità in sito).

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze

Richiedente: GeoTirreno S.r.l.

Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Sondaggio n° 2

Campione n° 1

Certificato di prova: 6234/e
(folio 3 di 4)

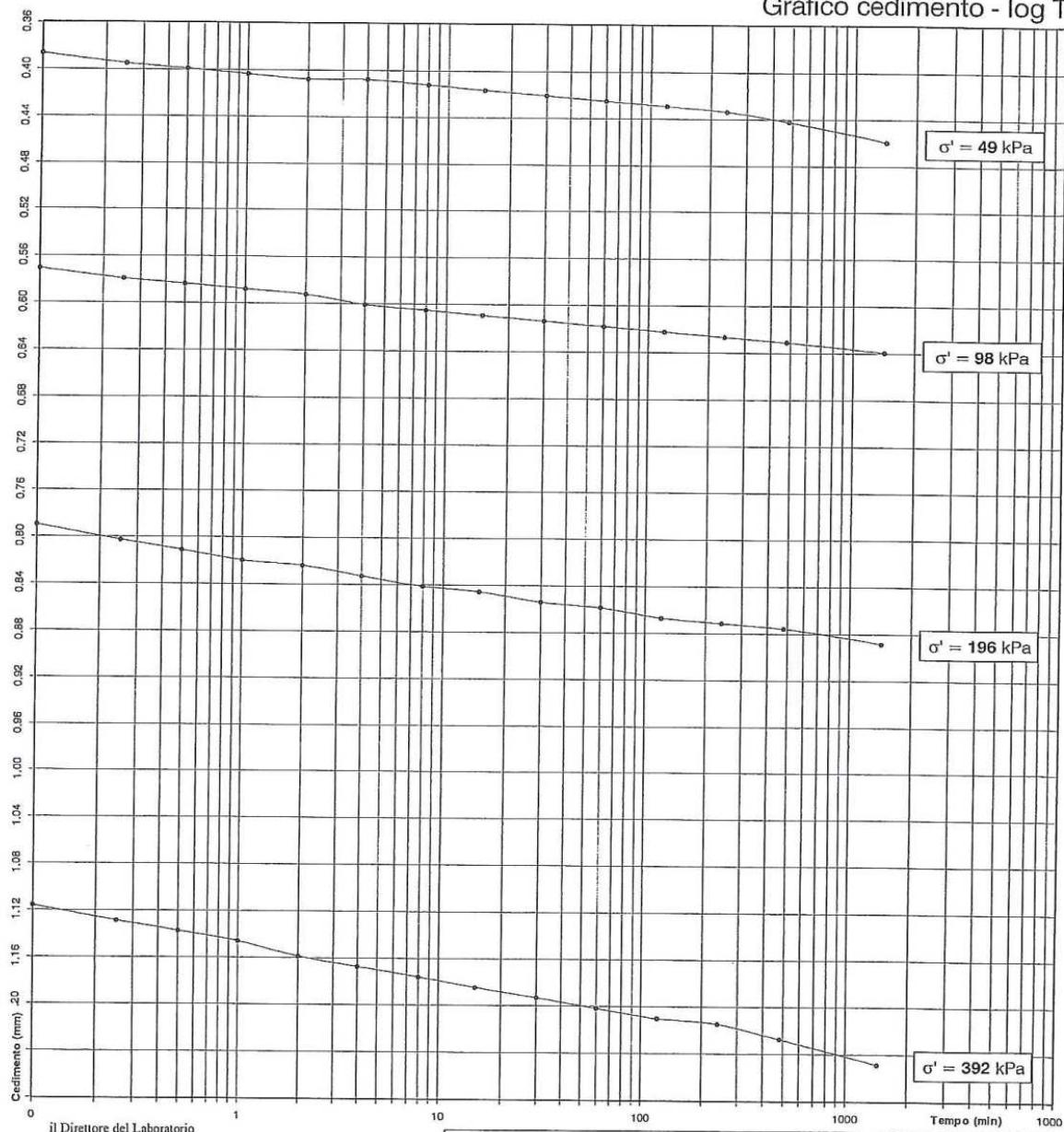
Verbale di Accettazione: 1903/2
Lavoro di laboratorio: 062/12

Profondità di prelievo:
da m 04.50 a m --

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico cedimento - log T



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

Mod. Certo Rev. 00

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Note:

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dall'A.R.A. (Istruzione e Transporto dei carri del Decreto n° 918 del 14/09/11, art. 89 D.P.R. 08/09/01, Circ. R.T. 7.1/100/Circolare relativa al "Sistema A": Prove di laboratorio sui terreni, Prove di carico su pietra. Prove di densità in sito)

Via Ciano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469559
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Ricchiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 2 Campione n° 1

Certificato di prova: 6234/e
(folio 4 di 4)
Verbale di Accettazione: 1903/2
Lavoro di laboratorio: 062/12
Profondità di prelievo:
da m 04.50 a m --

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

MISURAZIONI ACQUISITE												
Pressione (kPa)	25	49	98	196	392	785	1570	392	98	25		
Data (gg/mese)	15/5	16/5	17/5	18/5	21/5	22/5	23/5	24/5	24/5	25/5		
Tempi	Cedimenti (mm)											
0"	0,00	0,30	0,46	0,64	0,91	1,25	1,77	2,53	2,40	2,22		
6"	0,25	0,39	0,57	0,79	1,12							
15"	0,27	0,39	0,58	0,80	1,13							
30"	0,27	0,40	0,58	0,81	1,14							
1'	0,27	0,40	0,59	0,82	1,15							
2'	0,28	0,41	0,59	0,82	1,16							
4'	0,28	0,41	0,60	0,83	1,17							
8'	0,28	0,41	0,61	0,84	1,18							
15'	0,28	0,42	0,61	0,85	1,18							
30'	0,29	0,42	0,61	0,85	1,19							
60'	0,29	0,42	0,62	0,86	1,20							
120'	0,29	0,43	0,62	0,87	1,21							
240'	0,29	0,43	0,63	0,87	1,21							
480'	0,29	0,44	0,63	0,88	1,23							
1440'	0,30	0,46	0,64	0,89	1,25	1,77	2,53	2,40	2,22	2,07		
2880'												
4320'												

Note:

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

geoplanning SERVIZI PER IL TERRITORIO Laboratorio Terreni	Via Giano della Bella, 43/45 00162 Roma Tel. 06 4469550 Fax 06 4469549 laboratorio@geoplanning.it www.geoplanning.it	Committente: Comune di Firenze Richiedente: GeoTirreno S.r.l. Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)	Certificato di prova: 6234/f (foglio 1 di 4) Verbale di Accettazione: 1903/2 Lavoro di laboratorio: 062/12
	Sondaggio n° 2	Campione n° 1	Profondità di prelievo: da m 04,50 a m --

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	18/05/12
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino	1	2	3
Altezza cm	2,014	2,015	2,013
Lato cm	6,007	6,010	6,005
Volume cm ³	72,67	72,77	72,58
Peso di volume kN/m ³	18,12	18,05	17,74
Contenuto d'acqua %	20,1	20,9	24,3
Peso di volume dei grani kN/m ³	26,38	26,38	26,38
Indice dei vuoti	0,749	0,768	0,848
Grado di saturazione %	72	73	77

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino	1	2	3
Carico verticale efficace kPa	98	196	294
Durata h	24	24	24
Cedimento mm	0,78	1,27	1,34

FASE DI TAGLIO

Provino	1	2	3
Velocità di deformazione mm/min	0,0154	0,0154	0,0154
Carico verticale efficace kPa	98	196	294
Contenuto finale d'acqua %	49,0	17,3	25,1

NOTE

--

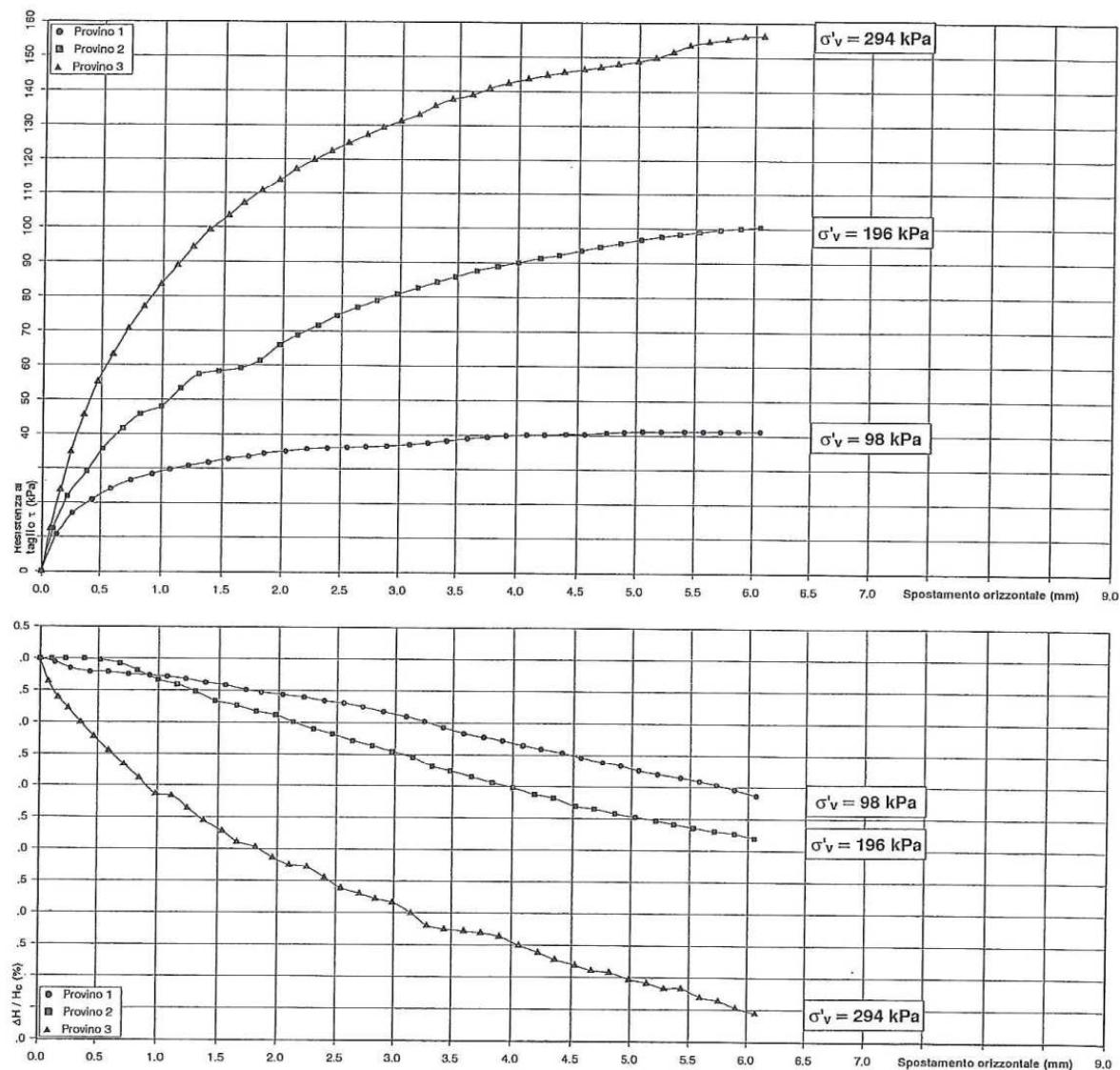
Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio ScarpaZZI)

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Note:

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ed esente dal Decreto n° 818 del
14/09/91, art. 50 D.P.R. 380/2001, Circ. ETT, TRAI/ISTC/00 relativa alla "Scheda A"
(Prove di laboratorio sul terreno, Prove di carico su pietra, Prove di densità in sito)

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 2 Campione n° 1

Certificato di prova: 6234/f
(folio 3 di 4)
Verbale di Accettazione: 1903/2
Lavoro di laboratorio: 062/12
Profondità di prelievo:
da m 04.50 a m --

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

MISURAZIONI ACQUISITE								
Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
0,13	0,06	11	0,10	0,00	12	0,07	0,36	12
0,26	0,15	17	0,22	0,00	22	0,16	0,61	24
0,43	0,21	21	0,38	0,00	29	0,25	0,78	35
0,58	0,21	24	0,51	0,02	36	0,35	1,00	46
0,75	0,24	27	0,68	0,07	42	0,47	1,22	55
0,92	0,26	28	0,82	0,18	46	0,59	1,45	63
1,07	0,28	30	1,00	0,33	48	0,72	1,67	71
1,22	0,32	31	1,15	0,40	53	0,84	1,89	77
1,39	0,37	32	1,30	0,51	57	0,98	2,14	83
1,55	0,41	33	1,47	0,66	58	1,12	2,17	89
1,72	0,49	34	1,65	0,73	59	1,25	2,36	94
1,86	0,52	34	1,81	0,83	61	1,38	2,56	99
2,03	0,56	35	1,98	0,88	66	1,53	2,72	103
2,21	0,60	36	2,12	0,99	69	1,66	2,89	107
2,38	0,66	36	2,30	1,10	72	1,82	2,97	111
2,56	0,69	36	2,46	1,17	74	1,96	3,14	114
2,72	0,75	36	2,63	1,28	77	2,10	3,25	117
2,90	0,82	37	2,80	1,36	79	2,25	3,28	120
3,09	0,90	37	2,98	1,45	81	2,40	3,45	122
3,25	0,97	38	3,15	1,54	83	2,54	3,61	125
3,42	1,07	38	3,32	1,69	84	2,70	3,70	127
3,59	1,16	39	3,48	1,76	86	2,84	3,78	129
3,76	1,22	39	3,66	1,85	88	2,99	3,84	131
3,91	1,27	40	3,83	1,94	89	3,15	4,00	133
4,08	1,35	40	4,00	2,02	90	3,29	4,20	136
4,23	1,41	40	4,18	2,13	91	3,44	4,25	138
4,41	1,46	40	4,34	2,18	92	3,61	4,28	139
4,57	1,54	40	4,52	2,31	94	3,75	4,31	141
4,75	1,61	41	4,68	2,35	95	3,91	4,36	142

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

Maurizio Scarpazzi



Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze	Certificato di prova: 6234/f (loglio 4 di 4)
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.	Verbale di Accettazione: 1903/2
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)	Lavoro di laboratorio: 062/12
Sondaggio n° 2	Profondità di prelievo: da m 04,50 a m --
	Campione n° 1

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

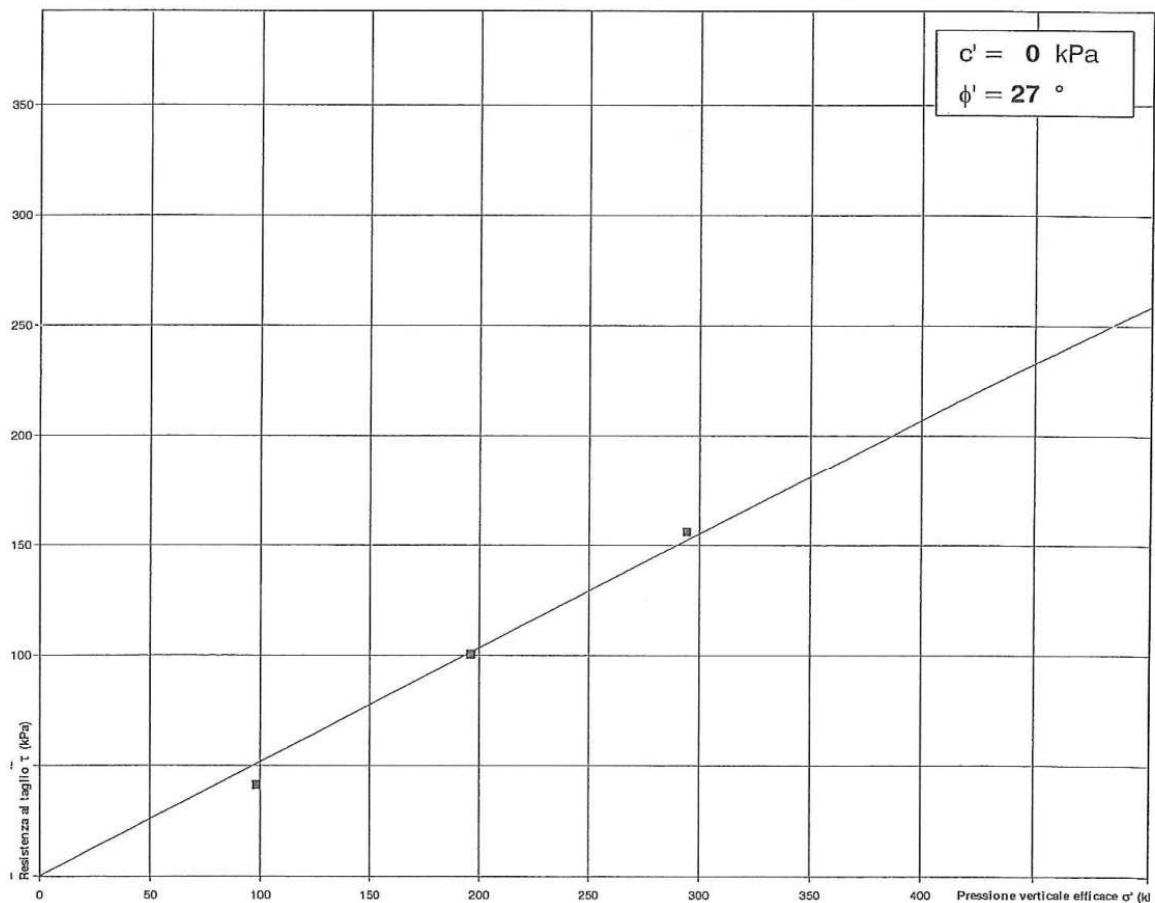
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

Mod. Cer14 Rev. 00

INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Sondaggio n° 2 Campione n° 1 Profondità di prelievo:
da m 04.50 a m --

Provino n°		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Deformazione verticale a rottura	%	1,74	2,81	5,56
Spostamento orizzontale a rottura	mm	5,06	6,05	6,07
Sollecitazione di taglio a rottura	kPa	41	101	156



geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dal M.I. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 9194 del 14/03/11, art. 56 D.P.R. 380/2001, Circ. R.T.T. 7818/MTC/2010 relativamente al "Sistema A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prova di carico su plastre, Prove di densità in situ)

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Certificato di prova: 6235/a
(folio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12

Sondaggio n° 3 Campione n° 1

Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	non dichiarata	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota φ :	85 mm
Contenitore:	fustella metallica	Lunghezza della carota:	350 mm
Diametro esterno φ del contenitore:	90 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Lunghezza del contenitore:	600 mm	Società di perforazione che ha prelevato il campione:	non dichiarata
Data di prelievo del campione:	--	Data di apertura Commessa:	08/05/12
Data di consegna del campione:	08/05/12	Data di apertura del campione:	15/05/12
Verbale di ricezione campioni n°:	--	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	15/05/12

SCHEMA DEL CAMPIONE	LUNGH. cm	POCKET PENETR. kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
					Lim. W ₁ TD1 W ₂ TD2 Y ₁ ED W ₃ TD3
	ALTO				Limo con sabbia argilloso marrone-olivastro con screziature nerastre, rossastre ed a luoghi marrone-giallastre, molto consistente, a struttura caotica, poco plastico ed inattivo relativamente alle caratteristiche mineralogiche, reattivo ad HCl. Si rinvengono clasti eterogenei (laterizi, ecc.) immersi nella matrice limoso-sabbiosa.
	10				
	20				
	30				
	40				Sabbia con limo marrone-olivastro, a struttura complessivamente omogenea, reattiva ad HCl.
	50				
	60				
	70 BASSO				

Note: la fustella era chiusa con tappi e nastro adesivo alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpa, di forma normale, era affilato. Sono stati eseguiti pocket penetrometer test trasversalmente alla carota a 15 cm circa dall'alto, che hanno evidenziato valori di resistenza (nell'ordine dall'esterno verso l'interno) di 230, 270 e 250 kPa. Non sono stati eseguiti pocket penetrometer test e vane test sulla carota per preservare il materiale da sottoporre alle prove.

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)
Giovanni Caprioni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)
Maurizio Scarpazzi

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio delle Terre



Laboratorio autorizzato del M.I. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 676 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 240/2001, Circ. II/77, 761/STC/2010 e regolamento al "Sieve A" (Prove di laboratorio sul terreno, Prove di calce su pietra, Probe di densità in situ)

Via Giano della Bella, 43/45
00182 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.

Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Certificato di prova: 6235/b
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12

Sondaggio n° 3 Campione n° 1

Profondità di prelievo:
da m 03,00 a m --

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	16/05/12
	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso lordo umido (g)	55,59	58,59	53,17
Peso lordo secco (g)	49,94	52,75	46,52
Tara (g)	17,84	21,07	17,74
Umidità relativa W (%)	17,6	18,4	23,1
UMIDITÀ NATURALE MEDIA W _n	19,7 %	DEVIAZIONE STANDARD 2,97	

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

PESO DELL'UNITÀ DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	15/05/12
Peso umido del terreno (g)	80,53	Volume (cm ³)	39,78
PESO DI VOLUME NATURALE γ _n	19,86 kN/m ³	Determinazione eseguita tramite:	fustella tarata

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)



Via Giannella della Bella, 43/45
00182 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 6194 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 365/2001, Cir. ITT. 781/ISTC/ZOTTO relativa al "Settore A" (Prove di laboratorio sui terreni, Prove di esito su pietra, Prove di densità in sicc).

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 3

Certificato di prova: 6235/c
(folio 1 di 1)
Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12
Campione n° 1
Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	25/05/12
Determinazione n° 1		Quantità misurate	
83,64		Tara picnometro (g)	
98,64		Picnometro + campione secco (g)	
206,25		Picnometro + campione + acqua (g)	
22,1		Temperatura di prova (°C)	
196,85		Picnometro + acqua (g)	
26,23		P. di vol. dei grani misurato (kN/m³)	
PESO DI VOLUME DEI GRANI γ_s		DEVIAZIONE STANDARD	
26,21 kN/m³		0,028	

Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

Giovanni Caprioni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio ScarpaZZI)

Maurizio ScarpaZZI

CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

INDICE DEI VUOTI	e	0,580	GRADO DI SATURAZIONE	S _r	91	%
POROSITÀ	n	0,367	PESO DI VOLUME SECCO	γ_{dry}	16,59	kN/m³

Note:

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

Giovanni Caprioni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio ScarpaZZI)

Maurizio ScarpaZZI



Laboratorio autorizzato dal M.I. Istruzioni e Tasseggi ai sensi del Decreto n° 81/94 del 14/09/11, an. 59 D.P.R. 366/2001, Circ. R.T.L. 7618/STC/2010 Relativamente al "Sistema A" (Prove di laboratorio su terreni, Prove di calco su plastiche, Prove di durezza in situ).

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 3

Certificato di prova: 6235/d
(folio 1 di 1)
Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12
Campione n° 1

Profondità di prelievo:
da m 03,00 a m --

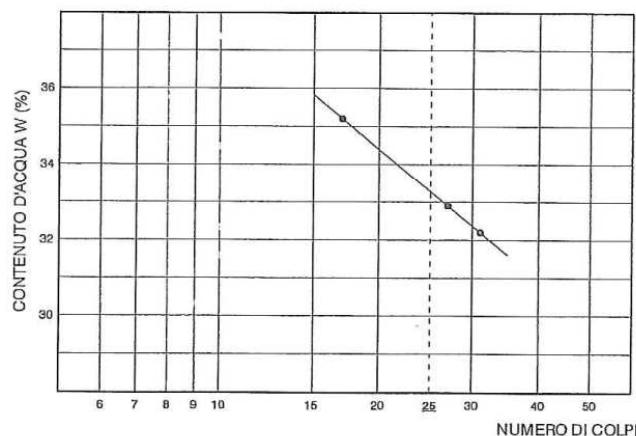
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

(UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Data di inizio prova LL e LP	15/05/12	Data di fine prova LL e LP	28/05/12
Data di inizio prova LR	--	Data di fine prova LR	--
LIMITE DI LIQUIDITÀ	LL	33 %	
LIMITE DI PLASTICITÀ	LP	20 %	
INDICE DI PLASTICITÀ	IP	13 %	
LIMITE DI RITIRO	LR	-- %	
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W _n	19,7 %	
INDICE DI CONSISTENZA	IC	>1	
INDICE DI LIQUIDITÀ	IL	<0	
INDICE DI RITIRO	I _r	--	
RAPPORTO DI RITIRO	R _r	--	
INDICE DI ATTIVITÀ ¹	A	0,54	

prova n°	colpi n°	W %	
1	17	35,2	LL
2	27	32,9	
3	31	32,2	
4	--	--	
5	--	--	
1		20,1	LP
2		19,3	
1		--	LR
2		--	

LIMITE DI LIQUIDITÀ¹



Note:

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

Maurizio Scarpazzi



Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469559
Fax 06 4469548
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it



Laboratorio autorizzato dal M.I.N. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 0184 del 14/07/11, art. 59 D.P.R. 380/2001, Circ. B.TT. 781/B/STC/2010 relativamente al "Sistema A"

(Prove di laboratorio sul terreno, Prove di carico su pietra, Prove di densità in sù)

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 3 **Campione n°** 1

Certificato di prova: 6235/e
(foglio 1 di 2)
Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12
Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

MISURAZIONI ACQUISITE VAGLIATURA		
Peso secco cumulato (g)	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
0,25	2,000	0,1
1,01	1,000	0,4
1,22	0,850	0,5
3,20	0,425	1,3
9,08	0,250	3,6
20,04	0,180	7,9
24,85	0,150	9,8
46,46	0,106	18,2
61,73	0,075	24,2

Data di inizio prova per vagliatura: 23/05/12

Data di fine prova per vagliatura: 25/05/12

Peso secco iniziale vagliatura (g): 254,63

Data di inizio prova per sedimentazione: 15/05/12

Data di fine prova per sedimentazione: 23/05/12

Peso secco iniziale sedimentazione (g): 50,20

Note: i calcoli per l'elaborazione dell'areometria sono stati eseguiti utilizzando il peso di volume dei grani calcolato tramite doppia determinazione. La curva granulometrica è restituita secondo le indicazioni A.G.I.

MISURAZIONI ACQUISITE AREOMETRIA					
Tempo (secondi)	Lettura (Rh)	Temperatura (°C)	Correzione totale	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
30	23,2	21,2	1,7	0,0598	29,96
60	21,7	21,2	1,7	0,0431	34,74
330	17,1	21,2	1,7	0,0194	49,38
990	14,9	21,2	1,7	0,0115	56,39
4500	12,3	21,2	1,7	0,0055	64,66
7200	11,3	21,2	1,7	0,0044	67,85
18000	10,3	20,9	2,3	0,0028	72,94
86400	8,5	20,6	2,2	0,0013	78,35

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Giovanni Caproni

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpa)

Maurizio Scarpa

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO



Laboratorio autorizzato dal I.R.A. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto legge n. 379 del
14/08/2011, art. 59 D.P.R. 240/2001, Citt. ITTC 70185/GC/2010 relativamente al "Settore A"
(Prove di lubrificazione su terreni, Prova di calco su pietre, Prove di densità in siccità).

Via Giacomo della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469590
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Certificato di prova:
(foglio 2 di 2) 6235/e
Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12
Sondaggio n° 3 Campione n° 1 Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

CURVA GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: LIMO CON SABBIA ARGILLOSO.

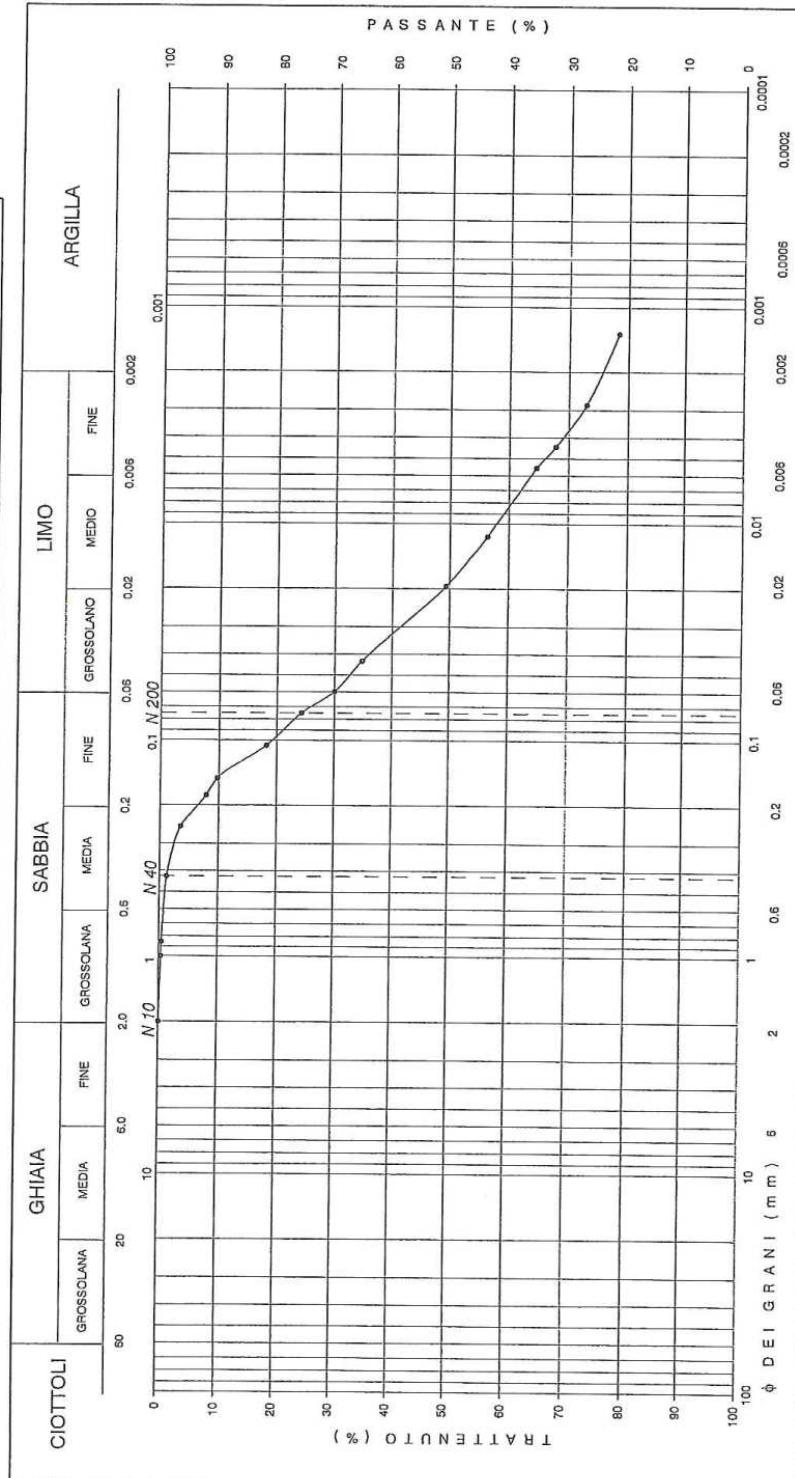
CIOTOLI	GHIACCIA			SABBIA			LIMO			ARGILLA		
	GROSSOLANA	MEDIA	FINE	GROSSOLANA	MEDIA	FINE	GROSSOLANO	MEDIO	FINE	PASSANTE	RETENUTO	PERCENTUALE (%)
GHIACCIA	0 %	SABBIA 0.06 - 2 mm > 2 mm	30 %	LIMO 0.002 - 0.06 mm	46 %	ARGILLA < 0.002 mm	24 %					
PASSANTE AI SETACCI 2 mm	N 10	N 40 0.45 mm	100 %	N 40 0.45 mm	99 %	N 200 0.075 mm	76 %					

Mod. Cetra Ref. 00

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

Maurizio Scarpazzi



Note: il diametro del granello maggiore è di 2 mm circa.



Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laberatoslo@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)

Certificato di prova: 6235/f
(foglio 1 di 4)

Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12

Profondità di prelievo:

dam 03.00 am --

Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	25/05/12
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Diametro	ϕ	5,025	cm	Peso di vol. dei grani	γ_s	26,21	kN/m ³
Altezza iniziale	H_0	2,006	cm	Grado di saturazione	S_r	85	%
Area	a	19,832	cm ²	Cont. d'acqua finale	W_f	15,9	%
Volume iniziale	V_0	39,783	cm ³	Porosità iniziale	n_0	0,355	
Cont. d'acqua iniziale	W_i	17,5	%	Altezza del secco	H_{dry}	1,294	cm
Peso di volume	γ	19,86	kN/m ³	Indice dei vuoti iniziale	e_0	0,551	

Roma, 28/05/12

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpa)

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dal M.R. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 0184 del 14/09/11, art. 59 D.P.R. 280/2000, Crc. I.T.I. 791515102010 riferimento al "Savio A"
(Prove di laboratorio su terreni, Prove di calco su testa, Prove di densità in sito).

Via Giannella Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

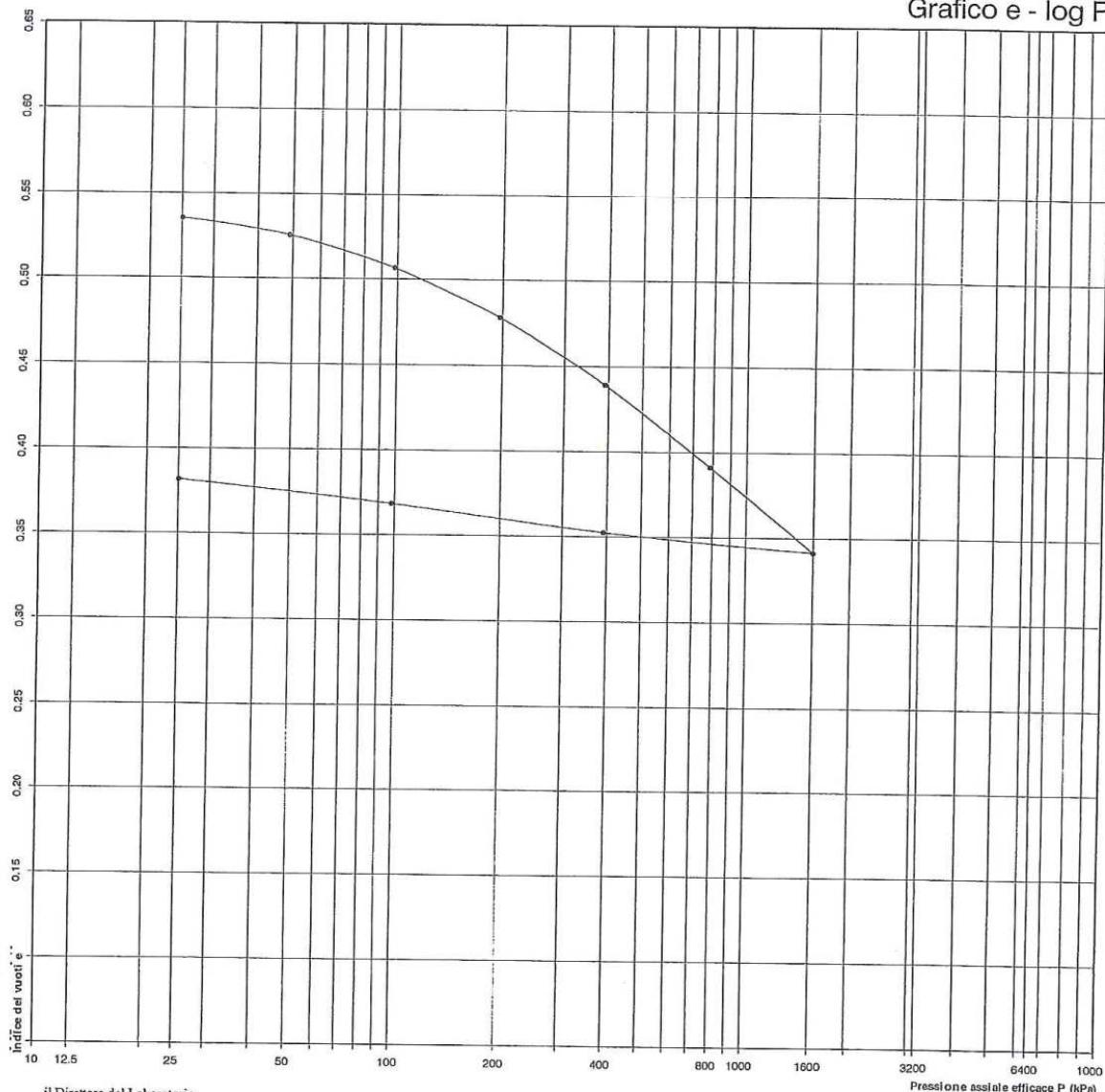
Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 3

Certificato di prova: 6235/f
(foglio 2 di 4)
Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12
Campione n° 1
Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico e - log P



Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)
Giovanni Caproni

Note:

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Terre



Laboratorio autorizzato dal MIUR, Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 9194 del 14/06/11, art. 49 D.P.R. 30/2/2001, Ccc. ILTT, 701/B/TC/2010 relativamente al "Sistema A" (Prove di laboratorio su terreni, Prove di calco su pietra, Prove di densità in situ).

Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

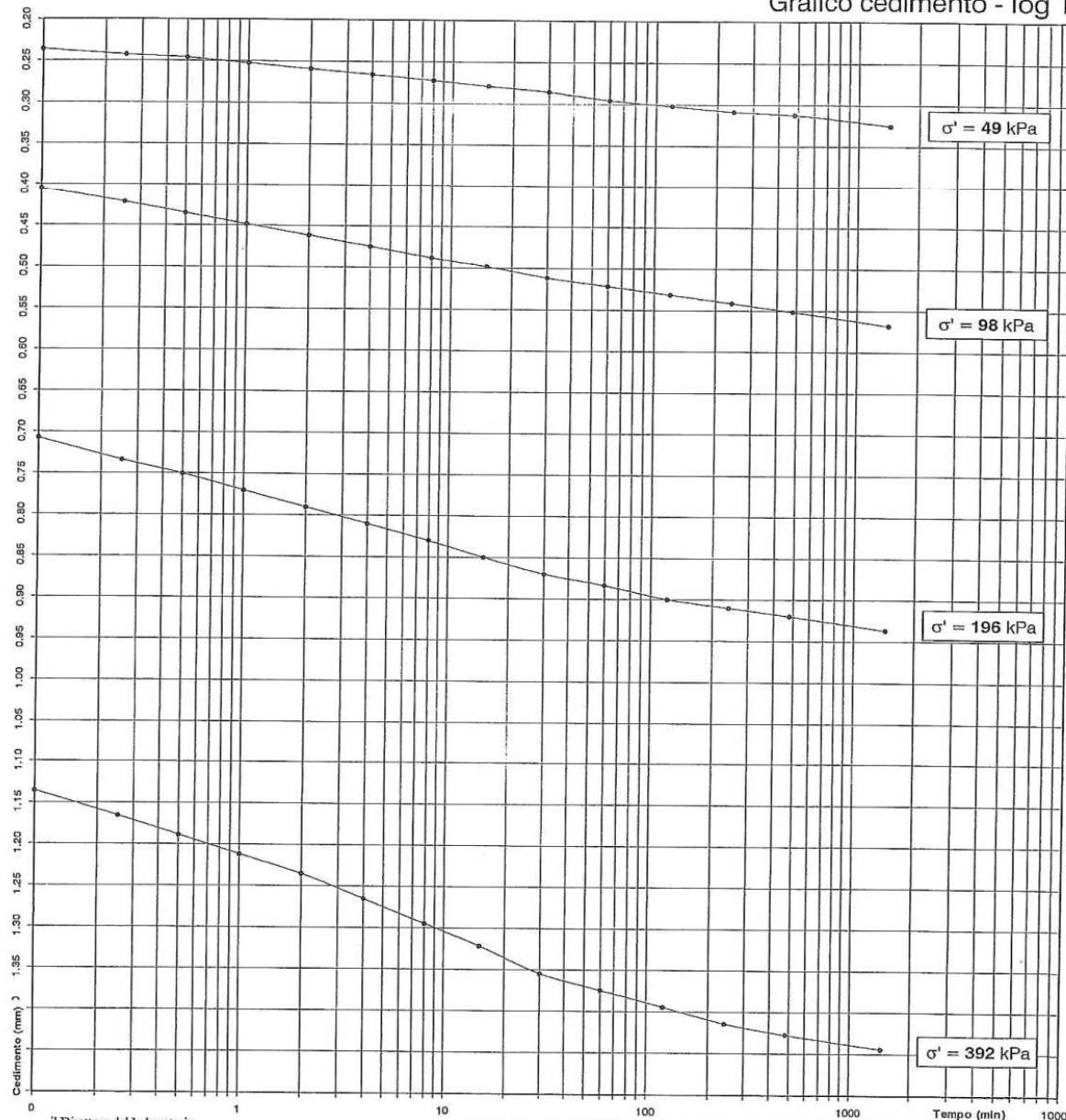
Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 3 | Campione n° 1

Certificato di prova: 6235/f
(foglio 3 di 4)
Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12
Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico cedimento - log T



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

Mod. Cert10 Rev. 00

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioli)

Note: il calcolo del Cv è stato eseguito con il metodo di Taylor.

geoplanning
SERVIZI PER IL TERRITORIO

Laboratorio Geotecnico

Laboratorio autorizzato dal M.I. Infrastrutture e Trasporti ai sensi del Decreto n° 9191 del 14/09/2011, art. 69 D.P.R. 385/2001, Cir. RIT. 7618/STC/010 relativamente al "Sistema A" (Prove di laboratorio sul terreno, Prove di controllo su pianta, Prove di densità In situ)

Via Gianna della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4469549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 3 **Campione n° 1**

Certificato di prova: 6235/1
(loglio 4 di 4)
Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12
Profondità di prelievo:
da m 03.00 a m --

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

MISURAZIONI ACQUISITE											
Pressione (kPa)	25	49	98	196	392	785	1570	392	98	25	
Data (gg/mese)	15/5	16/5	17/5	18/5	21/5	22/5	23/5	24/5	24/5	25/5	
Tempi	Cedimenti (mm)										
0"	0,00	0,20	0,33	0,57	0,94	1,44	2,06	2,71	2,56	2,36	
6"	0,13	0,24	0,41	0,71	1,14						
15"	0,15	0,24	0,42	0,73	1,17						
30"	0,15	0,25	0,43	0,75	1,19						
1'	0,15	0,25	0,45	0,77	1,21						
2'	0,16	0,26	0,46	0,79	1,24						
4'	0,16	0,27	0,47	0,81	1,26						
8'	0,17	0,27	0,49	0,83	1,29						
15'	0,17	0,28	0,50	0,85	1,32						
30'	0,18	0,29	0,51	0,87	1,35						
60'	0,18	0,30	0,52	0,88	1,37						
120'	0,19	0,30	0,53	0,90	1,39						
240'	0,19	0,31	0,54	0,91	1,41						
480'	0,20	0,31	0,55	0,92	1,43						
1440'	0,20	0,33	0,57	0,94	1,44	2,06	2,71	2,56	2,36	2,18	
2880'											
4320'											

Note:

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

geoplanning SERVIZI PER IL TERRITORIO Laboratorio Terre	Via Giacomo della Bella, 43/45 00162 Roma Tel. 06 4469550 Fax 06 4469549 laboratorio@geoplanning.it www.geoplanning.it	Committente: Comune di Firenze Richiedente: GeoTirreno S.r.l. Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze) Sondaggio n° 3	Certificato di prova: 6235/g (foglio 1 di 4) Verbale di Accettazione: 1903/3 Lavoro di laboratorio: 062/12 Campione n° 1
			Profondità di prelievo: da m 03.00 a m --

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Data di inizio prova:	15/05/12	Data di fine prova:	23/05/12
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino	1	2	3
Altezza cm	2,014	2,002	2,014
Lato cm	6,004	6,002	6,007
Volume cm ³	72,60	72,12	72,67
Peso di volume kN/m ³	19,48	18,89	18,95
Contenuto d'acqua %	17,5	24,8	19,4
Peso di volume dei grani kN/m ³	26,21	26,21	26,21
Indice dei vuoti	0,581	0,732	0,650
Grado di saturazione %	80	91	79

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino	1	2	3
Carico verticale efficace kPa	98	196	294
Durata h	24	24	24
Cedimento mm	0,91	1,62	1,39

FASE DI TAGLIO

Provino	1	2	3
Velocità di deformazione mm/min	0,0042	0,0042	0,0042
Carico verticale efficace kPa	98	196	294
Contenuto finale d'acqua %	18,0	20,2	17,9

NOTE

--

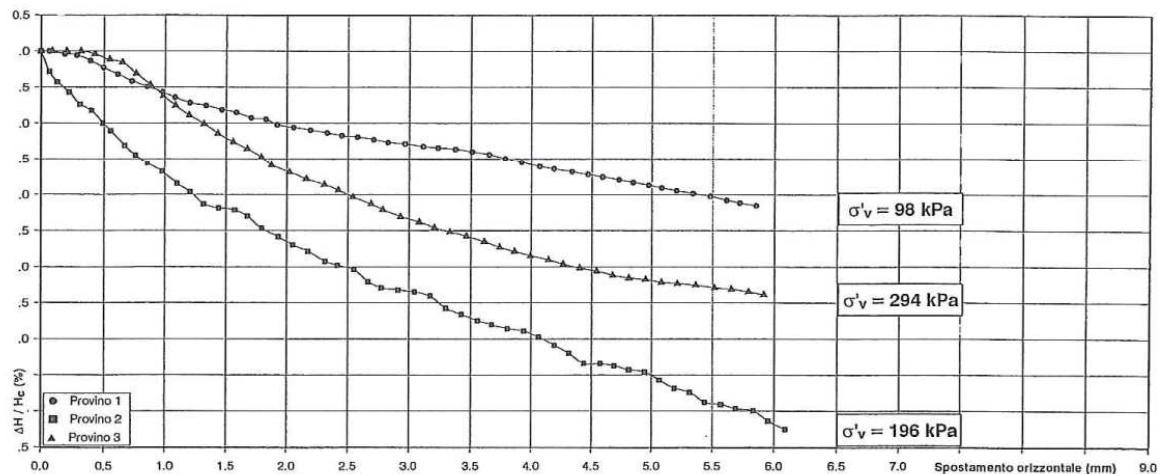
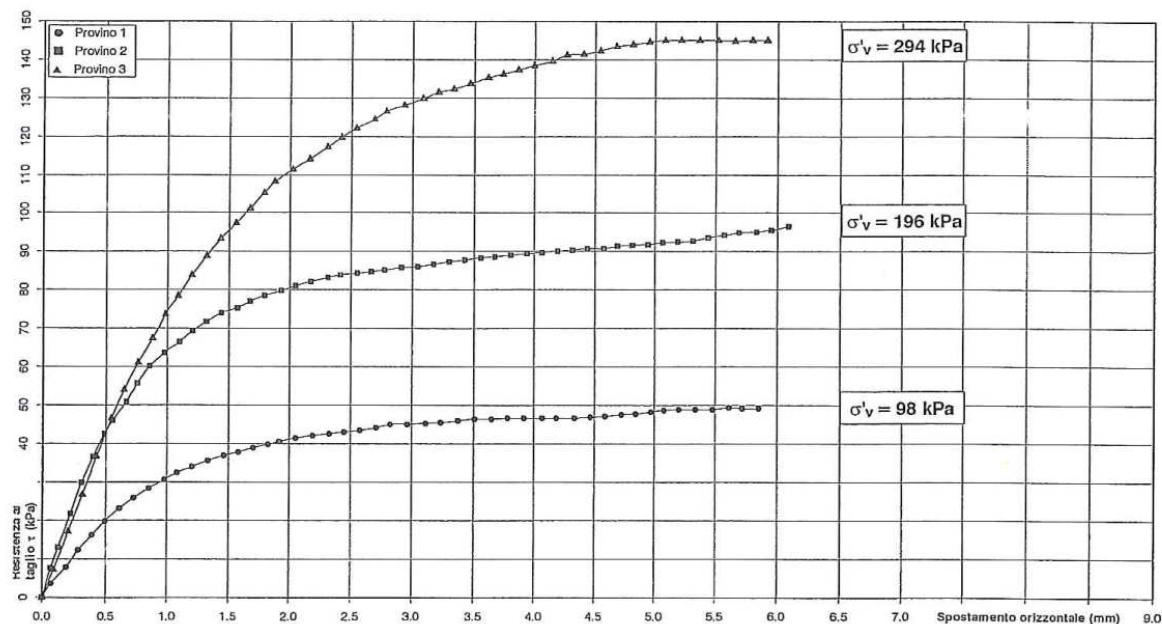
Roma, 28/05/12

Il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)
Giovanni Caprioni

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scafapuzzi)
Maurizio Scafapuzzi

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)



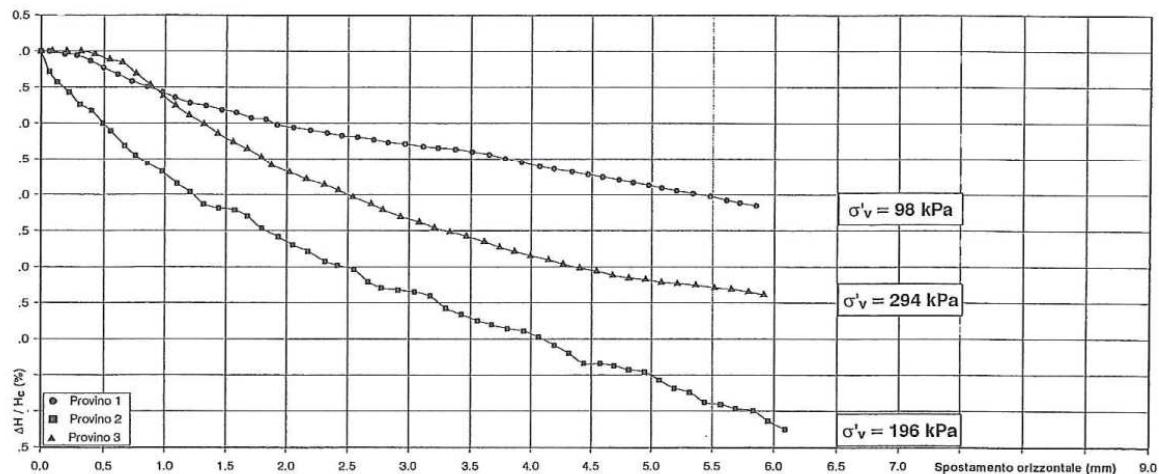
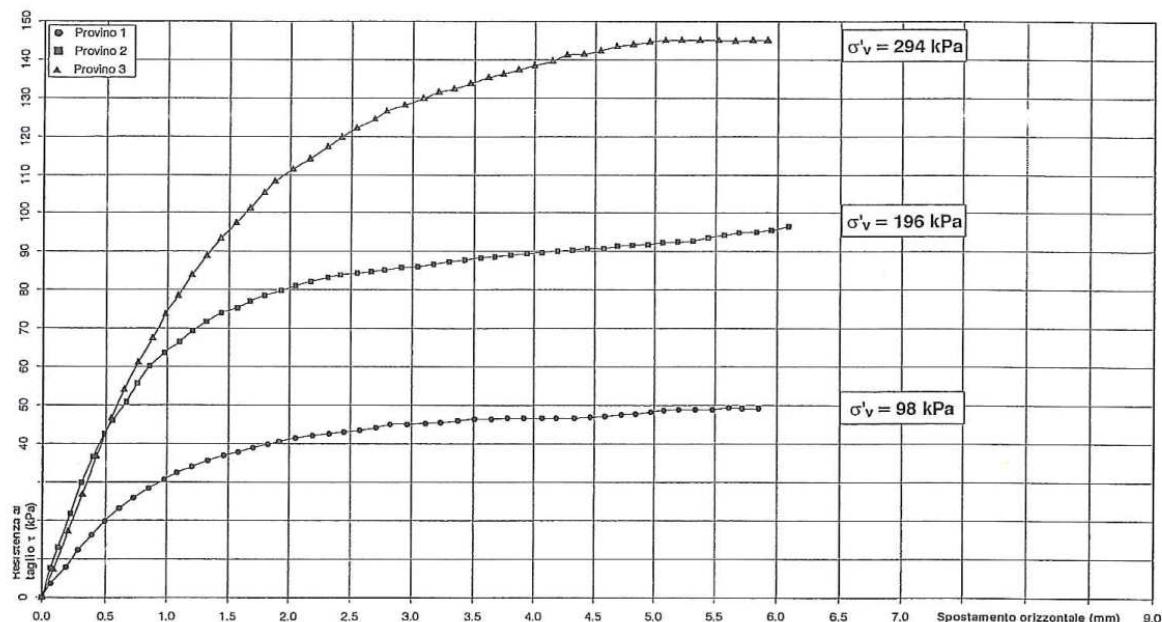
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

Note:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)



il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Giovanni Caprioni)

Note:



Via Giano della Bella, 43/45
00162 Roma
Tel. 06 4469550
Fax 06 4459549
laboratorio@geoplanning.it
www.geoplanning.it

Committente: Comune di Firenze
Richiedente: GeoTirreno S.r.l.
Cantiere: Loc. Cascine, ponte tranvia (Firenze)
Sondaggio n° 3 **Campione n°** 1

Certificato di prova: 6235/g
(foglio 4 di 4)

Verbale di Accettazione: 1903/3
Lavoro di laboratorio: 062/12

Profondità di prelievo:
 da m. 02,80 a m. 03,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Giovanni Caproni)

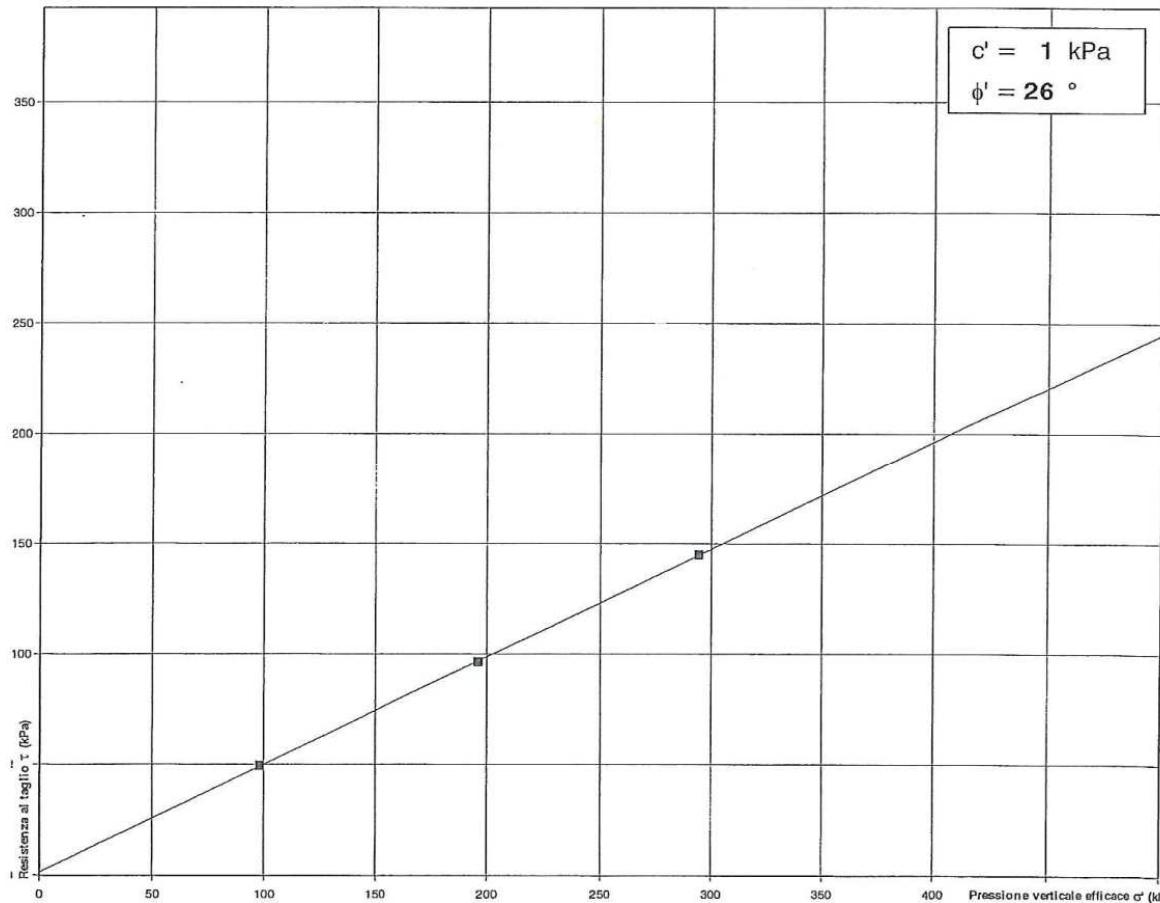
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scaranzazzi)

Mord-Car14 Rev. 00

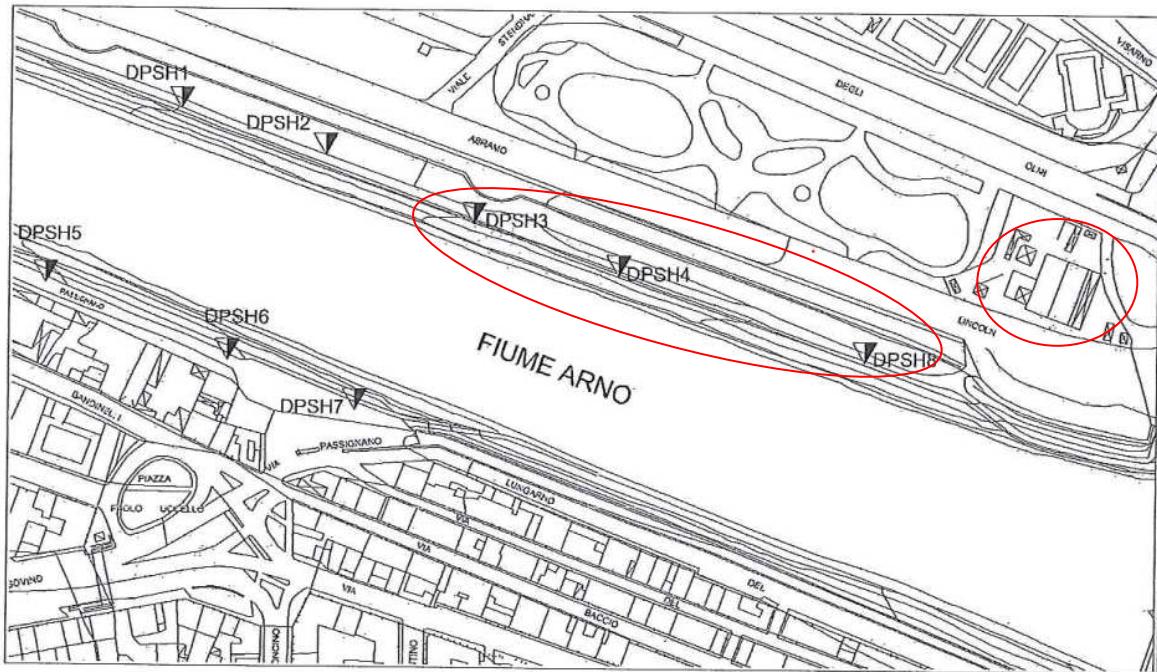
INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Sondaggio n° 3	Campione n° 1	Profondità di prelievo: da m 03.00 a m --
----------------	---------------	--

Provino n°		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Deformazione verticale a rottura	%	2,08	5,25	3,21
Spostamento orizzontale a rottura	mm	5,61	6,09	5,08
Sollecitazione di taglio a rottura	kPa	49	96	145



In figura si riporta l'ubicazione delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH3, DPSH4 e DPSH8) cui si è fatto riferimento per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e l'ubicazione dell'area di intervento.



Ubicazione prove penetrometriche dinamiche

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : Deep-Drill SH

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	M ≤ 10
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40
Pesante	DPH (Heavy)	40 ≤ M < 60
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M ≥ 60

CARATTERISTICHE TECNICHE : Deep-Drill SH

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	α = 60 °
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	δ = 0,30 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) ⇒ Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(Aδ) = 7,94 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	βt = Q/Qspt = 1,014 (teoricamente : Nspt = βt N)

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

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale asta e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm ² = 0.098067 MPa ≈ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0,1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato: 067-12

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 3

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,30	14	69,5	1	2,10 - 2,40	4	17,2	3
0,30 - 0,60	12	59,6	1	2,40 - 2,70	5	21,4	3
0,60 - 0,90	8	39,7	1	2,70 - 3,00	68	291,7	3
0,90 - 1,20	8	36,8	2	3,00 - 3,30	72	289,2	4
1,20 - 1,50	6	27,6	2	3,30 - 3,60	96	385,6	4
1,50 - 1,80	6	27,6	2	3,60 - 3,90	100	401,6	4
1,80 - 2,10	5	21,4	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : Deep-Drill SH
- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,00 cm² - D(diam. punta)= 50,50 mm
- Numero Colpi Punta N = N(30) [δ = 30 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,30	16	79,5	1	3,00 - 3,30	7	28,1	4
0,30 - 0,60	30	149,0	1	3,30 - 3,60	8	32,1	4
0,60 - 0,90	24	119,2	1	3,60 - 3,90	7	28,1	4
0,90 - 1,20	10	46,0	2	3,90 - 4,20	13	49,1	5
1,20 - 1,50	8	36,8	2	4,20 - 4,50	38	143,5	5
1,50 - 1,80	6	27,6	2	4,50 - 4,80	44	166,1	5
1,80 - 2,10	5	21,4	3	4,80 - 5,10	63	224,4	6
2,10 - 2,40	5	21,4	3	5,10 - 5,40	77	274,3	6
2,40 - 2,70	6	25,7	3	5,40 - 5,70	100	356,2	6
2,70 - 3,00	6	25,7	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : Deep-Drill SH
- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,00 cm² - D(diam. punta)= 50,50 mm
- Numero Colpi Punta N = N(30) [δ = 30 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato: 067-12

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 8

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,30	25	124,1	1	2,70 - 3,00	7	30,0	3
0,30 - 0,60	40	198,6	1	3,00 - 3,30	9	36,1	4
0,60 - 0,90	26	129,1	1	3,30 - 3,60	8	32,1	4
0,90 - 1,20	11	50,6	2	3,60 - 3,90	9	36,1	4
1,20 - 1,50	7	32,2	2	3,90 - 4,20	26	98,2	5
1,50 - 1,80	6	27,6	2	4,20 - 4,50	35	132,1	5
1,80 - 2,10	5	21,4	3	4,50 - 4,80	50	188,8	5
2,10 - 2,40	7	30,0	3	4,80 - 5,10	74	263,6	6
2,40 - 2,70	8	34,3	3	5,10 - 5,40	100	356,2	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : Deep-Drill SH
- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,00 cm² - D(diam. punta)= 50,50 mm
- Numero Colpi Punta N = N(30) [δ = 30 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

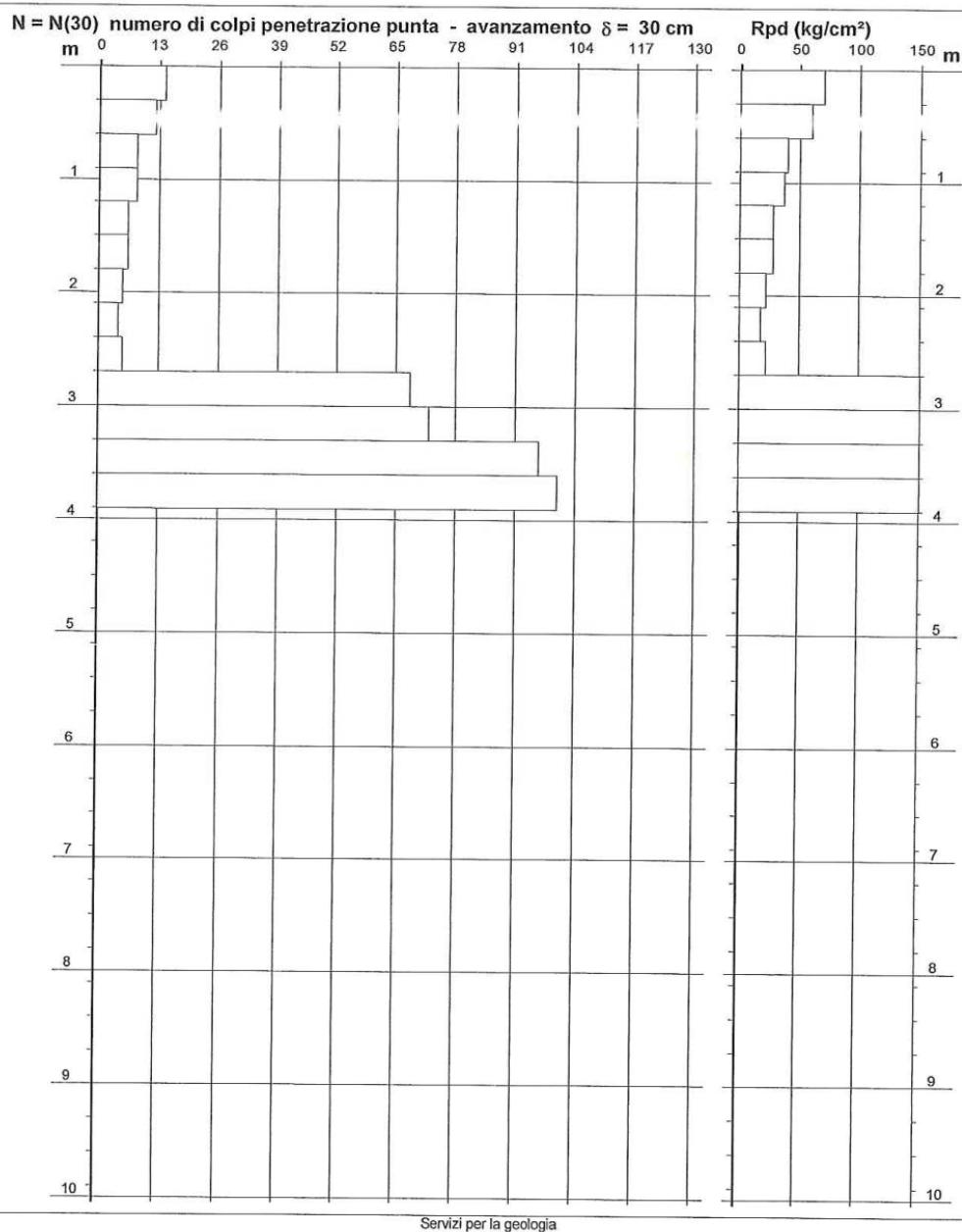
DIN 3

Scala 1: 50

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

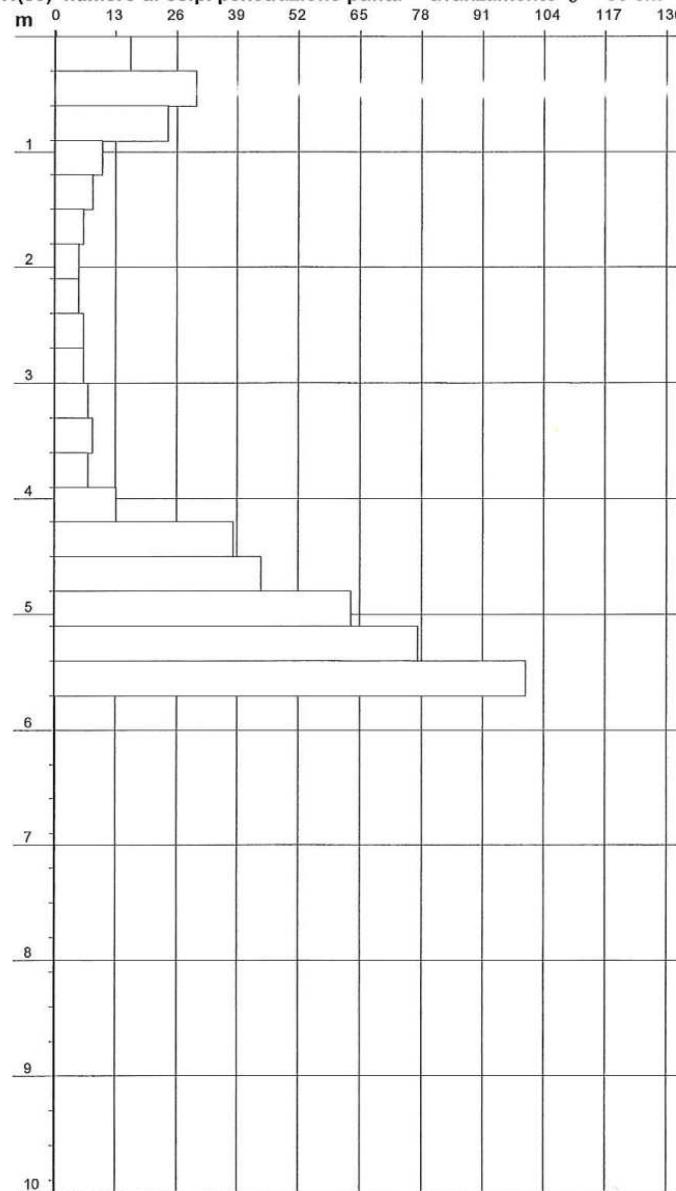
Scala 1: 50

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :

N = N(30) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 30 \text{ cm}$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

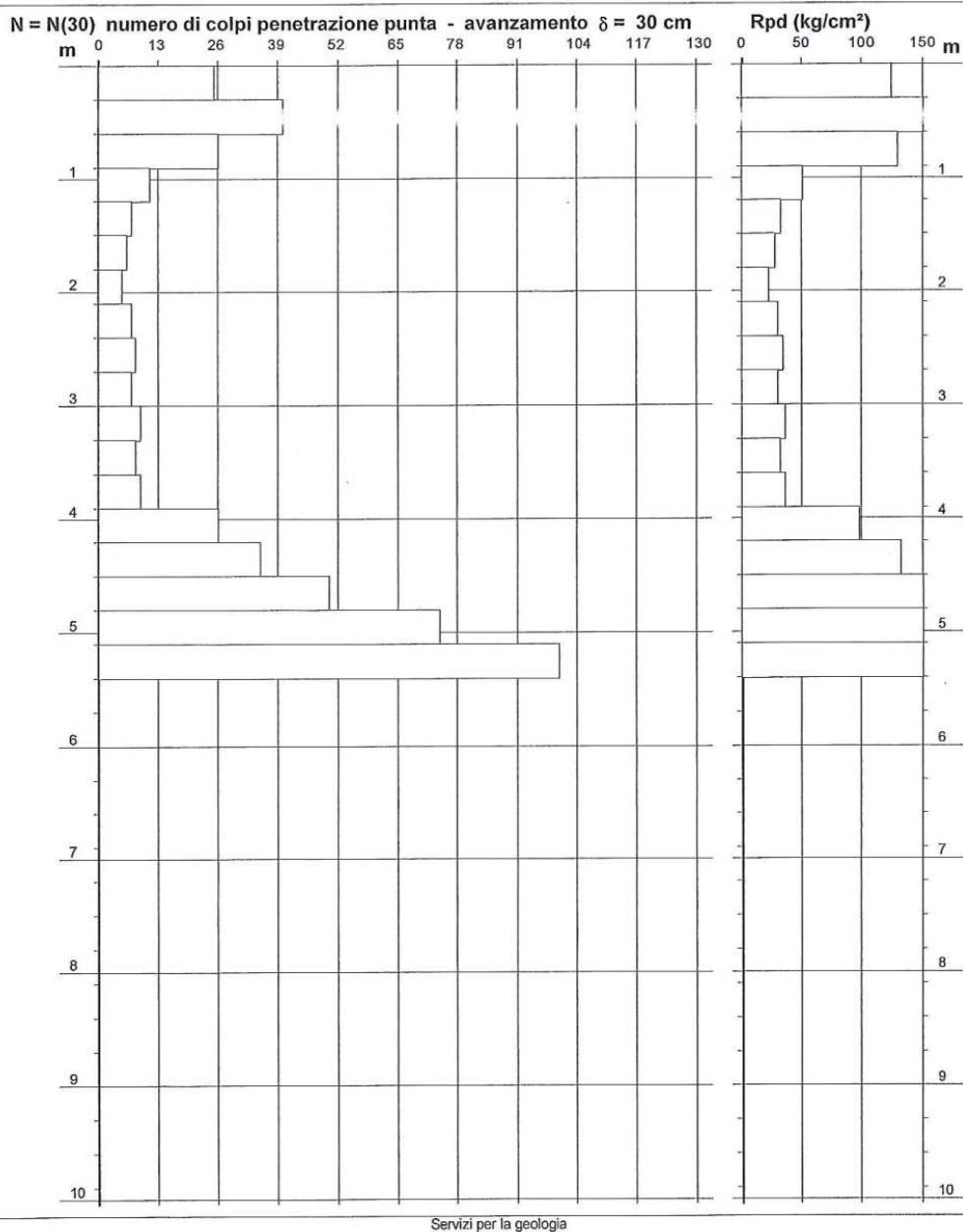
DIN 8

Scala 1: 50

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :



GeoTirreno S.r.l.
Viale della Stazione n.39
54100 Massa

Certificato: 067-12

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

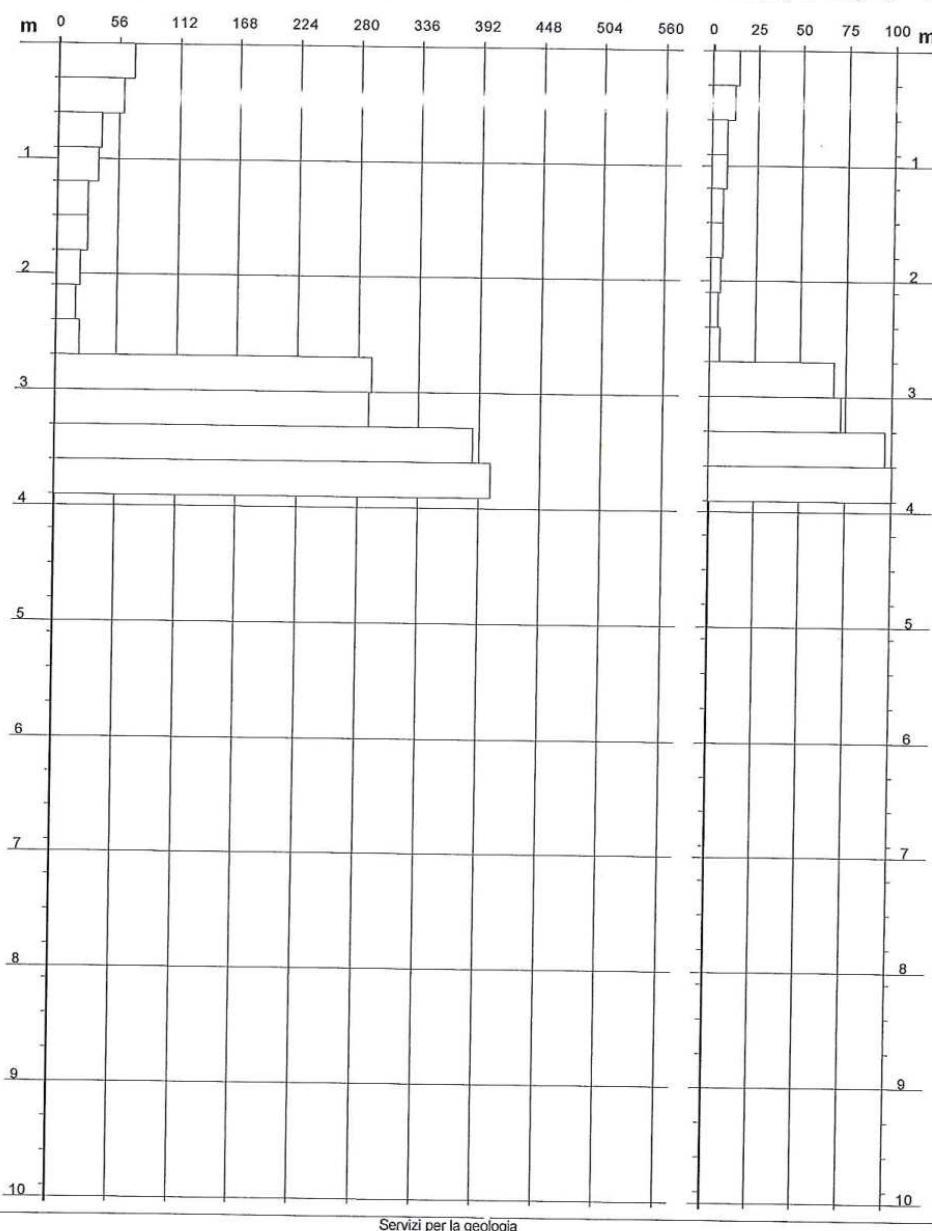
DIN 3

Scala 1: 50

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(30) n° colpi δ = 30



Servizi per la geologia

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

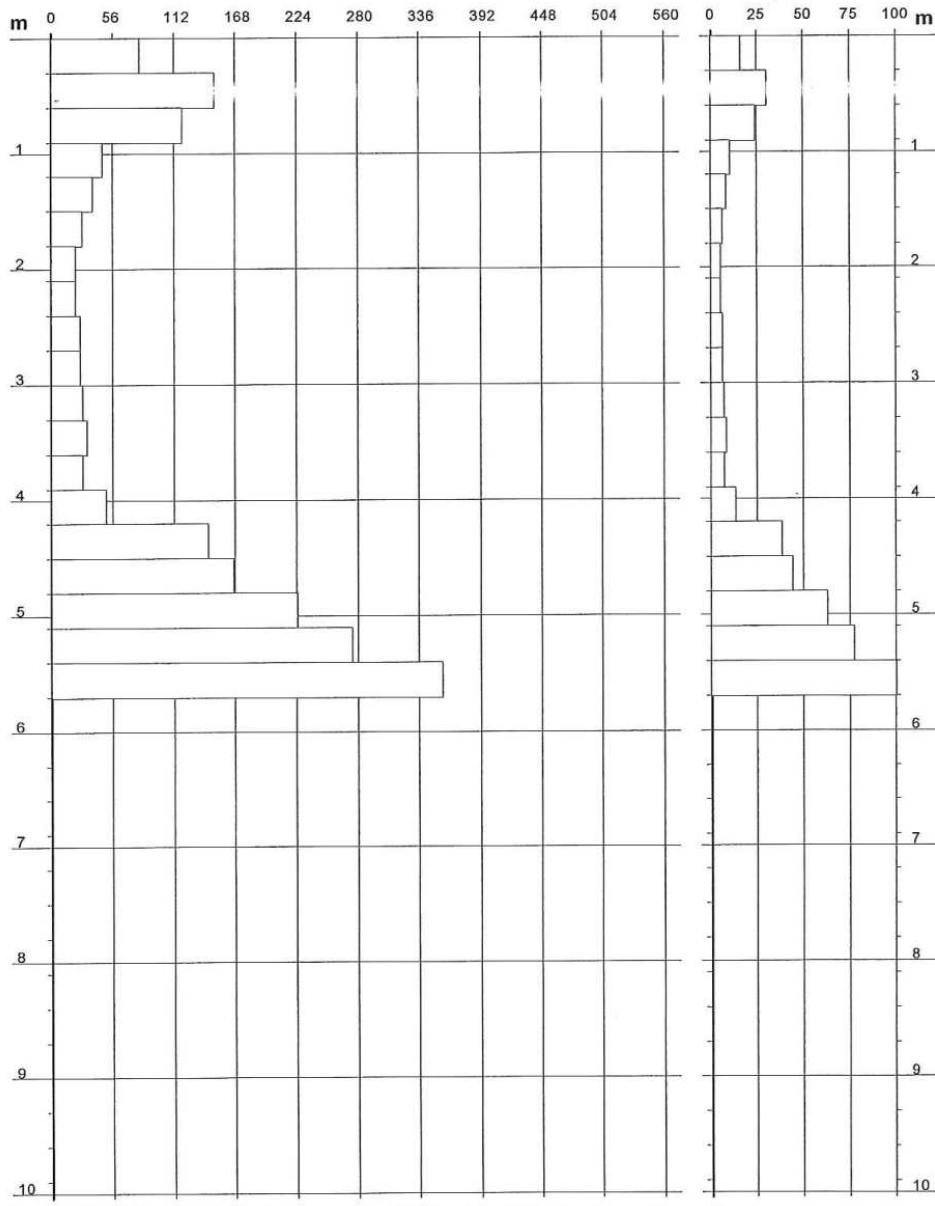
DIN 4

Scala 1: 50

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(30) n° colpi δ = 30



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

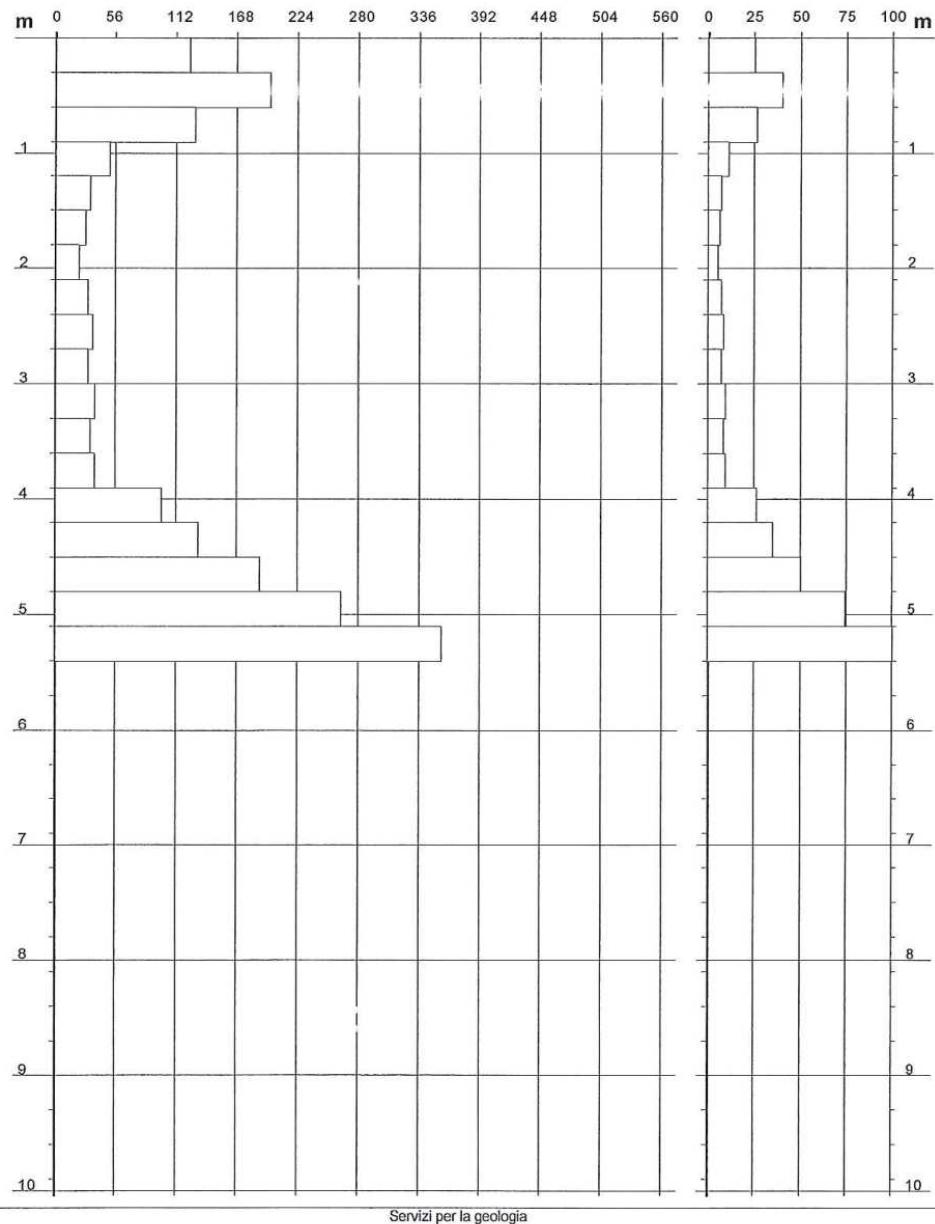
DIN 8

Scala 1: 50

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(30) n° colpi δ = 30



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 3

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 2,70	N Rpd	7,6 35,7	4 17	14 70	5,8 26,4	3,4 18,1	4,2 17,6	11,0 53,7	8 38	1,01 1,01	8 85
			2 342,0	2,70 289	3,90 402	84,0 315,6	68 ---	100 ---	76,0 ---	84 342	1,01 1,01	85

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 30$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm^2)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,01$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 2.70		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
2	2.70 3.90		85	98.1	44.8	847	2.23	1.97	5.31	2.81	-02	-0.060

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (%) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm^2) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm^2) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m^3) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 4

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s		
1	0,00 0,90	N	23,3	16	30	19,7	----	----	----	23	1,01
		Rpd	115,9	80	149	97,7	----	----	----	114	
2	0,90 4,20	N	7,4	5	13	6,2	2,4	5,0	9,7	7	1,01
		Rpd	31,1	21	49	26,3	9,2	21,9	40,4	29	
3	4,20 5,70	N	64,4	38	100	51,2	----	----	----	64	1,01
		Rpd	232,9	144	356	188,2	----	----	----	232	

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 30$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm^2)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,01$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 4

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W
1	0.00 0.90		23	54.5	33.9	369	2.01	1.62	1.44	2.06	23 0.610
2	0.90 4.20		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36 0.972
3	4.20 5.70		65	90.6	43.3	692	2.18	1.90	4.06	2.57	03 0.086

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (%) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm^2) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm^2) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m^3) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 8

- cantiere : Comune di Firenze
- lavoro : Ponte alla Vittoria
- località : Cascine - Firenze

- data prova : 09/05/2012
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 16/05/2012

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				
1	0,00 0,90	N	30,3	25	40	27,7	----	----	30	1,01	30	
		Rpd	150,6	124	199	137,4	----	----	149			
2	0,90 3,90	N	7,7	5	11	6,4	1,7	6,0	9,4	8	1,01	8
		Rpd	33,1	21	51	27,3	7,6	25,5	40,6	34		
3	3,90 5,40	N	57,0	26	100	41,5	----	----	57	1,01	58	
		Rpd	207,8	98	356	153,0	----	----	208			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 30$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm^2)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,01$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 8

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W
1	0.00 0.90		30	65,0	36,0	423	2,05	1,69	1,88	2,14	18
2	0.90 3.90		8	28,3	29,2	253	1,91	1,46	0,50	1,87	35
3	3.90 5.40		58	88,0	42,2	638	2,17	1,88	3,63	2,48	06

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm^2) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 ϵ (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm^2) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m^3) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Allegato B

Sono stati eseguiti n. 2 stendimenti di sismica a rifrazione (denominati rispettivamente Linea sismica 1 e Linea sismica 2) la cui ubicazione è individuata nelle pagine seguenti. Di seguito si riporta un estratto della relazione.

File: Rel Tec Firenze.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/09
SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI"		
PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE		

SOMMARIO

ATTREZZATURE, SPECIFICHE TECNICHE E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
Sismica a rifrazione	3
Schema della prova	3
Elaborazione Tomografica	4
Strumentazione	4
Sismografo	4
Sorgente onde sismiche	4
RISULTATI	5
Sismica a rifrazione	5
PRECISAZIONI	15

File: Rel Tec Firenze.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/2009	
Sez. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE			

GeoTirreno S.r.l. è stata incaricata dal **Comune di Firenze**, di eseguire una campagna di indagini geofisiche presso il Ponte della Vittoria, nel Comune di Firenze (FI). Secondo quanto previsto dal programma d'indagine, sono state realizzate le seguenti indagini: n°4 indagini sismiche a rifrazione in onde di compressione ed in onde di taglio.

Questo documento costituisce la relazione tecnica redatta a chiusura della commessa e riporta la descrizione delle attività svolte in cantiere, le specifiche tecniche delle attrezzature impiegate, i dati di campagna ed i risultati delle prove eseguite in sito.

Attrezzature, specifiche tecniche e normative di riferimento

Sismica a rifrazione

Questo tipo di indagine è finalizzato alla determinazione diretta e continua, lungo la verticale d'esplorazione, della velocità di propagazione delle onde sismiche all'interno del mezzo preso in esame. Dall'analisi dei valori di velocità è possibile ricostruire le geometrie del sottosuolo e ricavare alcune delle proprietà meccaniche del materiale in questione.

Il metodo considera il fenomeno della rifrazione di onde elastiche generate artificialmente in superficie, in corrispondenza di interfacce che separano mezzi a differenti condizioni di densità, assumendo che il terreno esplorato abbia un comportamento tensione-deformazione di tipo elastico lineare¹. Presso la superficie vengono disposti a distanza reciproca nota, e normalmente costante, particolari sensori (geofoni), in grado di avvertire la perturbazione propagatasi nel terreno a seguito della generazione dell'onda elastica; i geofoni traducono la sollecitazione in un segnale elettrico che attraverso un cavo multipolare viene trasferito ad uno strumento di registrazione (sismografo multicanale). Il sismografo digitalizza i segnali ricevuti dai geofoni sotto forma di "sismogrammi", nei quali vengono rappresentati, per ogni canale (uno per geofono), il dominio dei tempi sull'asse verticale, e l'ampiezza del segnale elettrico (\pm mV) sull'asse orizzontale.

La prima perturbazione elastica ricevuta da ogni geofono a seguito della generazione dell'impulso (*shot*) può avere seguito un percorso "diretto" (ossia il tragitto più breve tra sorgente e ricevitore), oppure avere subito una o più "rifrazioni totali" presso superfici di discontinuità tra materiali caratterizzati da differenti stati di addensamento. Oltre una certa distanza definita "critica", i raggi rifratti raggiungono i geofoni in superficie prima dei raggi diretti, malgrado il tragitto più lungo, in virtù del tratto percorso a velocità più elevata presso l'interfaccia. Il metodo presuppone un incremento della velocità di propagazione delle onde elastiche con la profondità: non potranno essere individuate eventuali inversioni di velocità (*blind layer; velocity inversion channel*).

In condizioni ideali, la sismica a rifrazione permette di caratterizzare i terreni presenti al di sotto dello stendimento geofonico fino ad una profondità pari a circa 1/3 dello sviluppo lineare dello stesso.

Schema della prova

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno sollecitazioni dinamiche orizzontali per la generazione delle onde di taglio polarizzate verticalmente (S_H) e sollecitazioni verticali per le onde di compressione (P), nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante sensori (geofoni), rispettivamente a componente verticale ed orizzontale.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde S_H e P si articola in tre fasi fondamentali:

- A. Individuazione del primo arrivo;
- B. ricostruzione delle dromocronie e relativa interpretazione in S_H o P;
- C. inversione dei dati e output tomografico.

I tempi impiegati dagli impulsi elasticci per percorrere, in via diretta o attraverso fenomeni di rifrazione, lo spazio compreso tra il punto sorgente ed i geofoni sono riportati in forma grafica su diagrammi (dromocronie) nei quali risultano leggibili le posizioni dei singoli geofoni in ordinate (proiettate sul piano orizzontale) ed i tempi (espressi in millesimi di secondo) in ascisse. Dalle dromocronie possono essere ricavate analiticamente le velocità reali di propagazione dei fronti d'onda degli impulsi sismici alle varie profondità. Le velocità sismiche sono generalmente proporzionali al grado di densità dei terreni entro i quali la perturbazione elastica si propaga e, nel caso di ammassi rocciosi, possono essere indicative delle condizioni geomeccaniche degli stessi.

I valori delle velocità così ottenuti, unitamente ai tempi-intercetta, alla pendenza delle curve dromocronie ed alle variazioni di tempo sulle stesse, sono utilizzati per il calcolo dello spessore dei singoli livelli rifrangenti fino alla massima profondità

¹

Le deformazioni tangenziali prodotte dalle onde sismiche sono spesso inferiori a 3-10 %, quindi al di sotto della soglia di linearità.

File: Rel Tec Firenze.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/2009
Sez. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE		

consentita dalla geometria dei rispettivi sviluppi. Note le velocità sismiche delle onde di compressione e di taglio entro i singoli livelli rifrangenti e la variazione degli spessori degli orizzonti sismici al di sotto dello sviluppo della stessa può essere ricostruita la sezione sismostratigrafica.

Elaborazione Tomografica

Fino a poco tempo fa l'analisi sismica di rifrazione è stata limitata al metodo reciproco generalizzato (GRM), al *delay times*, o ad altre tecniche che richiedono presupposti limitativi quali la presenza di strati a velocità costante e l'omogeneità laterale (Lankston, 1990) che spesso sono in contrasto con la reale struttura del sottosuolo.

Oggi, la disponibilità di calcolatori più veloci e più potenti ha portato allo sviluppo di varie procedure sismiche che per poter funzionare non hanno la necessità di presupposti limitativi come i metodi citati, e che possono essere proficuamente applicate in aree in cui le tecniche basate sul tempo di ritardo vengono meno (arie con strati a diverso consolidamento, aree di faglia, aree carsiche, etc.). Quando l'esame delle dromocronie non consente di identificare un rifrattore ben delineato, le tecniche classiche di interpretazione non rappresentano lo strumento più appropriato per ricostruire la geometria del sottosuolo, mentre le tecniche tomografiche permettono di ottenere profili di tipo "profondità-velocità". Per l'elaborazione tomografica dei dati acquisiti, viene utilizzato il software RAYFRAC². Il modello iniziale è determinato automaticamente partendo dalle dromocronie dei dati di campagna utilizzando il metodo Delta-t-V, un'implementazione del metodo di Herglotz-Wiechert. Questo metodo fornisce una buona approssimazione iniziale tra i primi arrivi modellizzati e quelli determinati in campagna, persino in caso di inversione di velocità.

Il modello iniziale viene quindi raffinato automaticamente usando l'algoritmo *Wavepath Eikonal Traveltime (WET)* di inversione tomografica, basato sulla modellazione dei percorsi di propagazione multipla dei raggi sismici riconducibili ad un singolo primo arrivo. Tale modello valuta inoltre le differenze tra onde rifratte, difratte e trasmesse e di conseguenza le immagini delle anomalie vengono esaltate.

Strumentazione

Sismografo³

L'apparecchiatura d'indagine utilizzata da GeoTirreno S.r.l. per l'esecuzione di indagini sismiche a rifrazione è costituita da: sismografo Seismic Source, Modello DAQLink III, 24 canali, con risoluzione di acquisizione a 24 bit, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Conversion A/D: convertitori sigma delta ad alte velocità a 24 bit;
Rumore di fondo: 0.2 microVolt RMS (a 7 mese);
Precisione trigger: +/- 1-microsecondo a qualsiasi frequenza di campionamento;
Intervallo di campionamento: da 0.0208 a 16,0 millisecondi;
Frequenza di campionamento: da 48.000 a 62.5 campioni/secondo;

L'attrezzatura per prove sismiche è completata da:

1 set di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 10 Hz;
1 set di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz;
1 set di 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 10 Hz;
2 copie di cavi sismici, passo 1,0 e 5,0 m, dotati ognuno di 12 take out.

Sorgente onde sismiche

La generazione delle onde di compressione "P", delle onde di taglio "S", e delle onde di superficie, avviene mediante idonei strumenti di contrasto, utili per enfatizzare prevalentemente la propagazione delle diverse tipologie di perturbazione elastica. Per quanto riguarda le onde trasversali S, la sorgente è costituita da un trave che viene colpita lateralmente con una massa pesante, solitamente una mazza da 10 kg per gli stendimenti di modesta lunghezza (fino a 60 m circa), o un pendolo da 30 kg per gli stendimenti di lunghezza superiore. Nel caso delle onde longitudinali (onde P) o di superficie (onde di Rayleigh), l'onda

² Validazione: secondo quanto previsto dal Sistema Gestione Qualità, il corretto funzionamento dei software utilizzati viene validato a cadenza annuale, oppure in occasione di aggiornamenti. Ultima verifica Rayfract effettuata il 20 giugno 2011, in occasione dell'aggiornamento alla versione 3.1.

³ Per garantire il corretto stato di efficienza degli strumenti utilizzati, GeoTirreno adotta, secondo quanto previsto dal Sistema Gestione Qualità, un piano di manutenzione e taratura. Modalità e tempiistiche generali sono definite in base alle indicazioni delle case di produzione, ma possono variare in funzione della frequenza di utilizzo. I sismografi impiegati per le indagini geofisiche vengono inviati almeno una volta ogni due anni, alla casa costruttrice per una verifica del corretto funzionamento. SISMografo DAQLink III: ultimo controllo con esito positivo effettuato il 12 maggio 2011, presso sede Idrogeostudi di Catania. Prossimo controllo, salvo imprevisti, entro il 12 maggio 2013.

File: Rel Tec Firenze.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/2009	
Sez. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE			

elastica si genera percuotendo il terreno con una mazza da 8 kg, per stese di modesta lunghezza, oppure, nel caso di stendimenti più lunghi, con gravi di massa adeguata, o anche con un fucile sismico.

Risultati

Sismica a rifrazione

L'elenco completo delle indagini sismiche eseguite è riportato nella tabella successiva. Per ogni stendimento vengono indicate le caratteristiche specifiche, compresi i parametri di acquisizione, mentre i risultati vengono presentati negli elaborati grafici allegati (All. A), cui si rimanda per un'analisi di dettaglio delle singole stese.

Linea	Lunghezza	Geofoni	Array	Passo	Shots	Energizzazione	Acquisizione	Campionamento
V _{P1}	120.0 m	24	Onde P	5.0 m	9	Mazza 8 kg/Piastrella	150 ms	62.5 µs
V _{P2}	120.0 m	24	Onde P	5.0 m	9	Mazza 8 kg/Piastrella	150 ms	62.5 µs
V _{P3}	120.0 m	24	Onde P	5.0 m	9	Mazza 8 kg/Piastrella	150 ms	62.5 µs
V _{P4}	96.0 m	24	Onde P	4.0 m	9	Mazza 8 kg/Piastrella	150 ms	62.5 µs
V _{S1}	120.0 m	24	Onde S	5.0 m	9	Pendolo/Trave	250 ms	125.0 µs
V _{S2}	120.0 m	24	Onde S	5.0 m	9	Pendolo/Trave	250 ms	125.0 µs
V _{S3}	120.0 m	24	Onde S	5.0 m	9	Pendolo/Trave	250 ms	125.0 µs
V _{S4}	96.0 m	24	Onde S	4.0 m	9	Mazza 8 kg/Trave	250 ms	125.0 µs

Tab. 1 Tabella riepilogativa delle indagini sismiche a rifrazione, e relative specifiche, eseguite in situ.

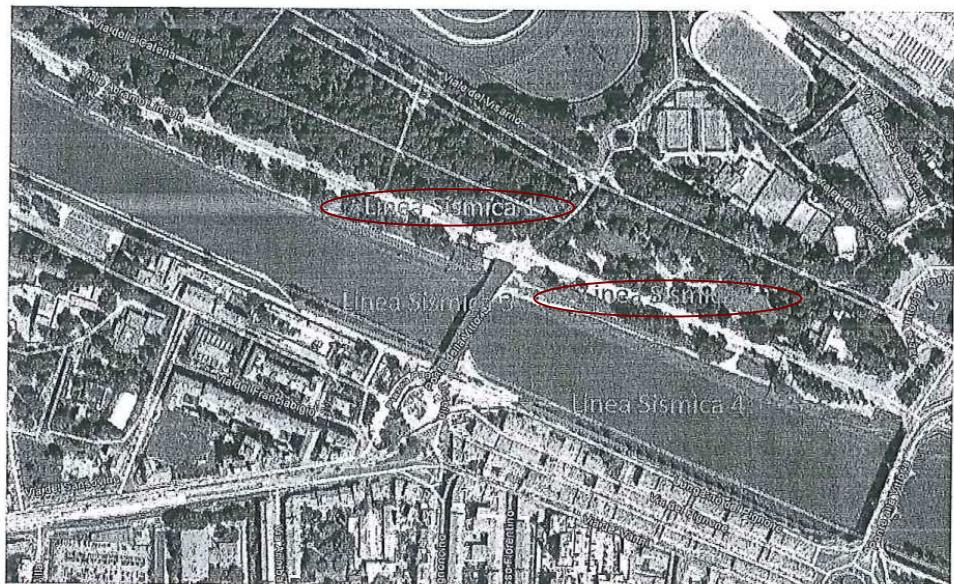
Le tomografie sismiche ottenute dalle dromocronie delle onde P e delle onde S consentono di proporre un modello sismo-stratigrafico semplificato a cinque strati, che dal più superficiale al più profondo rappresenta:

- 1) terreni di copertura e/o materiali di riporto in condizioni di addensamento variabile ($V_p < 600 \text{ m/s}$; $V_s < 300 \text{ m/s}$);
- 2) sedimenti alluvionali anche grossolani, variamente addensati ($V_p 600 \div 1.200 \text{ m/s}$; $V_s 300 \div 600 \text{ m/s}$);
- 3) sedimenti alluvionali anche grossolani, variamente addensati, saturi ($V_p 1.200 \div 2.000 \text{ m/s}$; $V_s 300 \div 600 \text{ m/s}$);
- 4) substrato variamente alterato e fratturato, saturo ($V_p 1.200 \div 2.000 \text{ m/s}$; $V_s 600 \div 800 \text{ m/s}$);
- 5) substrato in buone condizioni geomecaniche ($V_p > 2.000 \text{ m/s}$; $V_s > 800 \text{ m/s}$).

Si ricorda che la presenza d'acqua nei sedimenti maschera gli effettivi valori delle velocità delle onde di compressione, le quali si propagano a velocità proprie della stessa anziché del materiale che la contiene. Inoltre le metodologie di sismica a rifrazione, non essendo sensibili alle inversioni di velocità diffuse, evidenzieranno un trend falsamente accelerato anche una volta che i materiali attraversati non siano più saturi. La propensione a mantenere un determinato trend di accelerazione in funzione della profondità è inoltre marcata dalle limitazioni imposte dall'elaborazione tomografica.

File: Rel Tec Firenze.docx Codifica: Rel. Tec. Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/2009
SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI"
PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE

Ubicazione Indagini

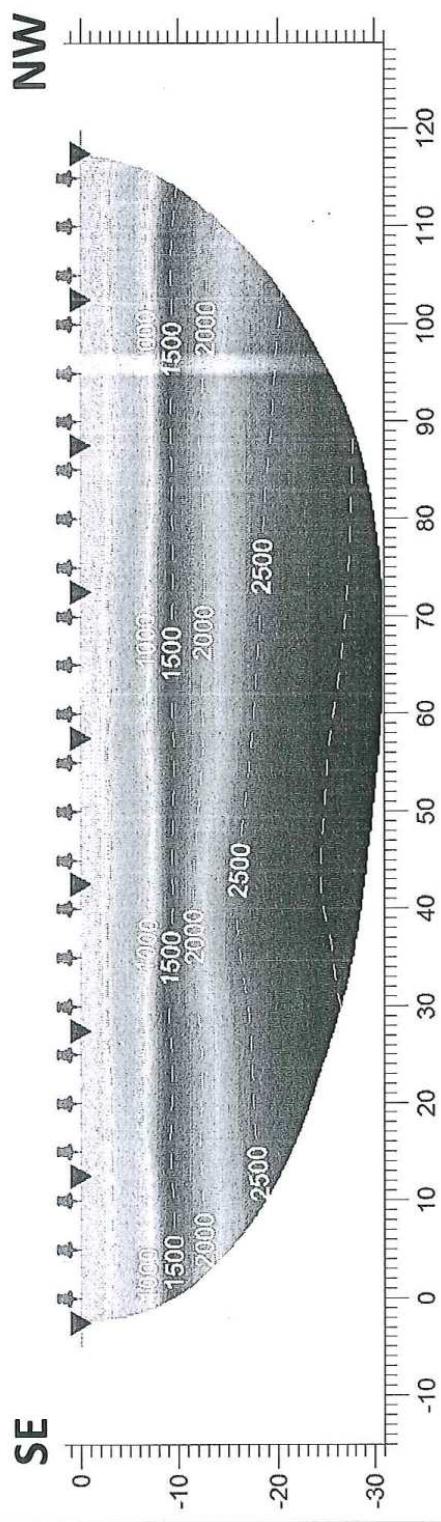


Ubicazione Linee Sismiche

File: Rel Tec Firenze.docx	Codice: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/07/2009	Allegati
SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE			

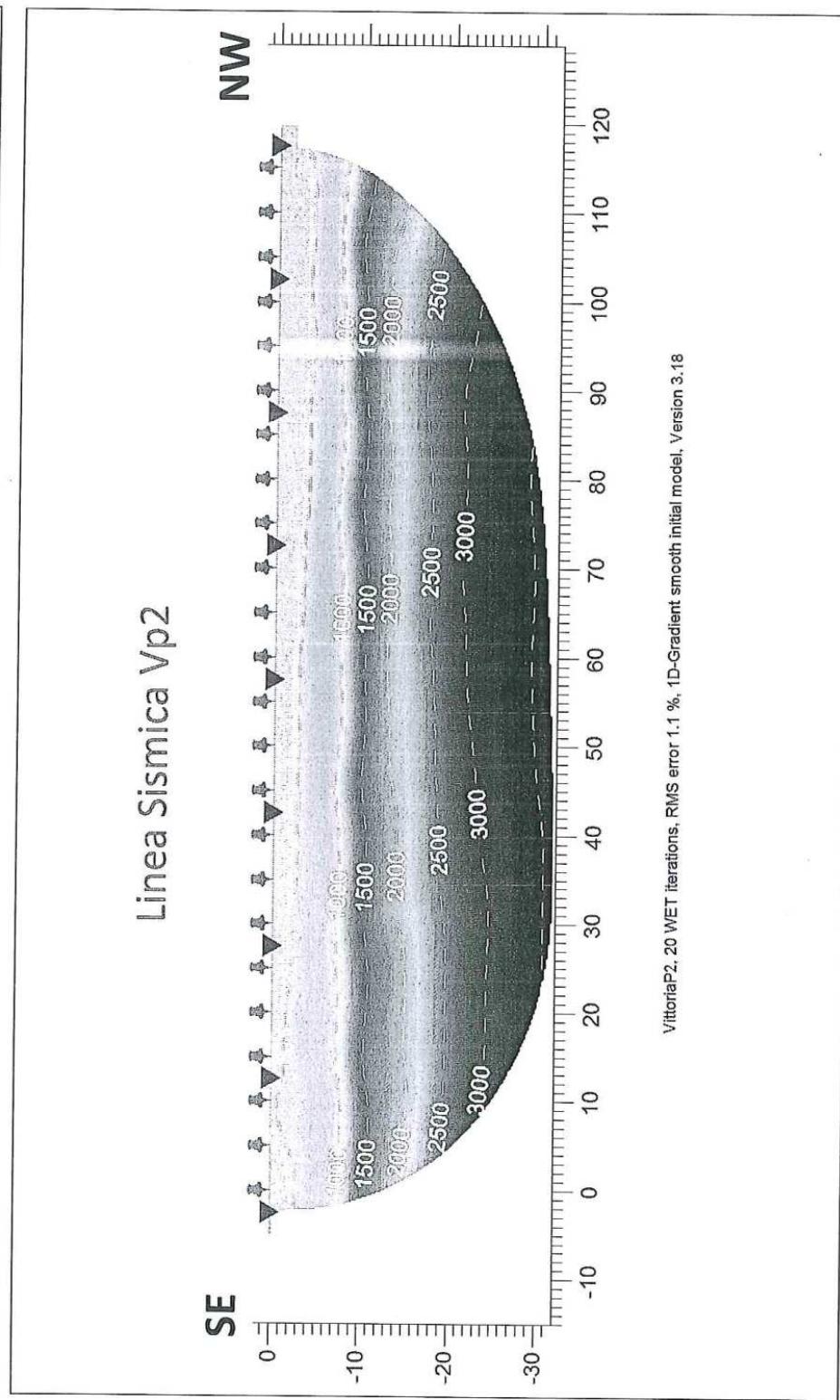
TOMOGRAFIE SISMICHE PONTE DELLA VITTORIA - FIRENZE (fi)

Linea Sismica Vp1



VittoriaP1,20 WET iterations, RMS error 0.8 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.18

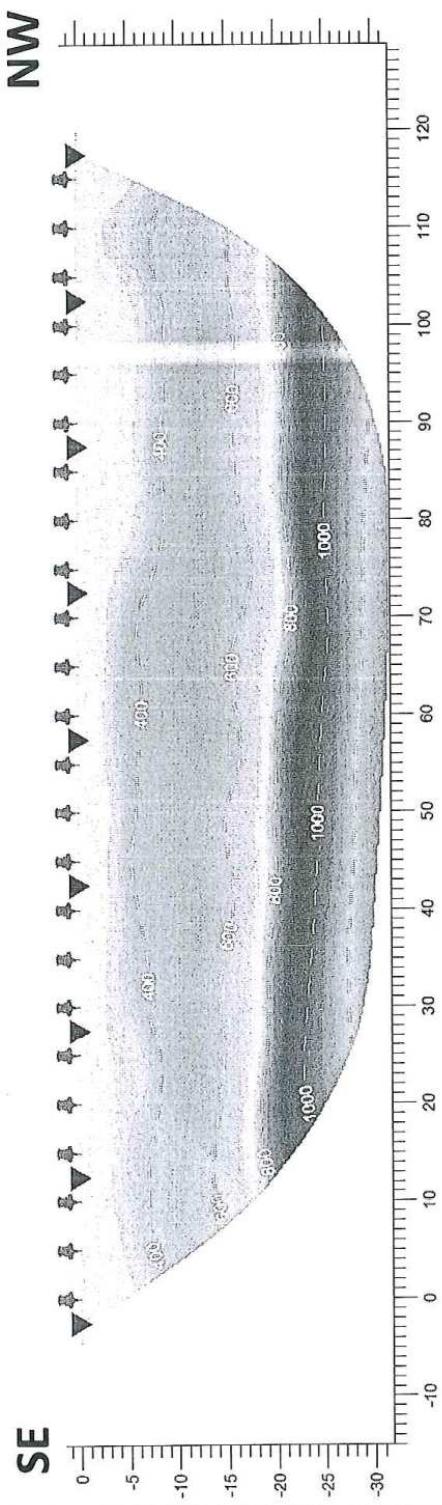
File: RelTec Firenze.docx	Codifica: Rel. Tec.	SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOPHISICHE	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/2009	Allegati
---------------------------	---------------------	--	---	----------



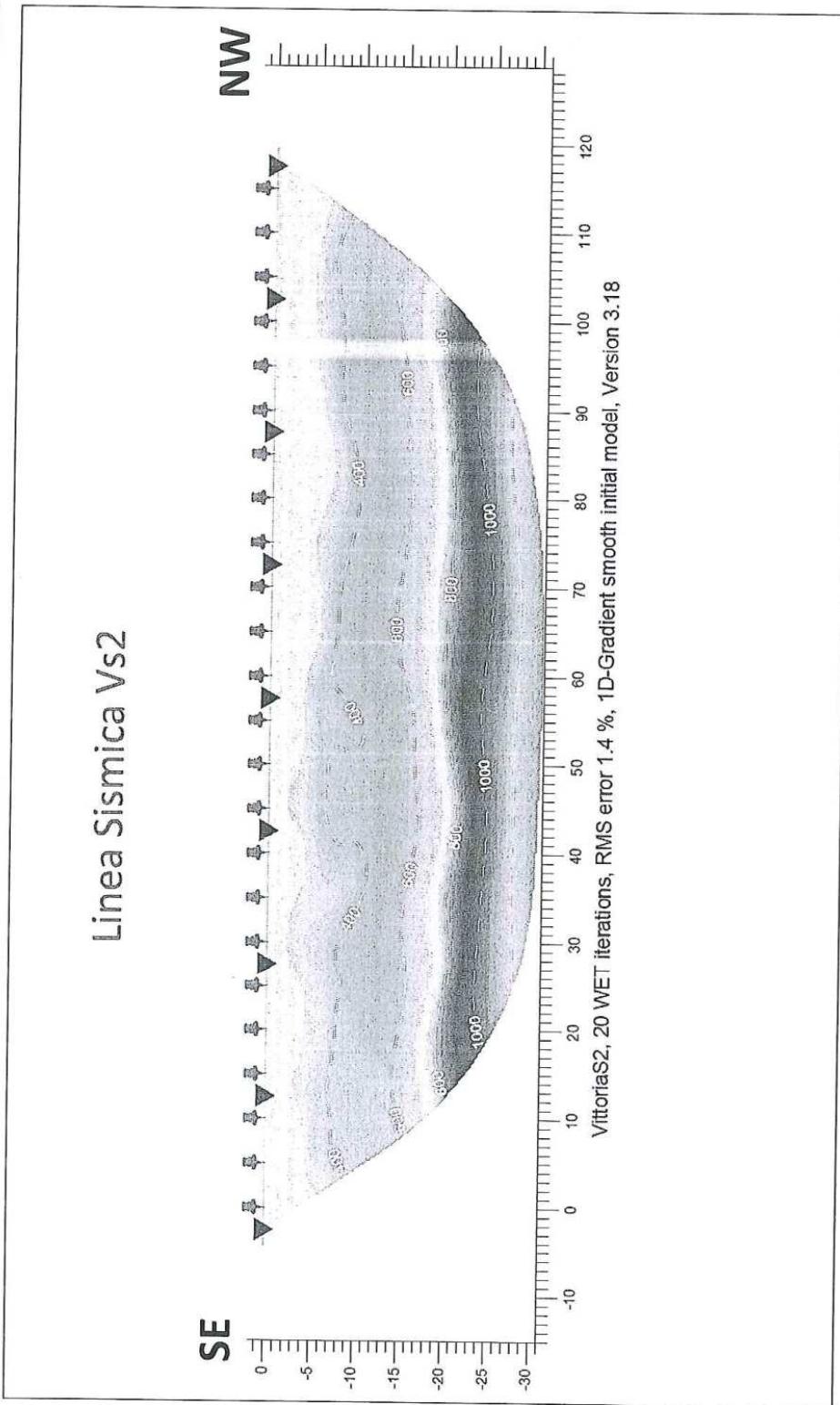
VittoriaP2, 20 WET iterations, RMS error 1.1 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.18

File: Rel.Tec.Firenze.docx	Codifica: Rel.Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/2009	Allegati
SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE			

Linea Sismica Vs1



File: RelTec Firenze.docx	Confindustria Rel.Tec.	sez. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/2009	Allegati
---------------------------	------------------------	---	---	----------



GeoTirreno S.r.l. Servizi per la Geologia e l'Ambiente
Sede legale: Viale Stazione 39, 54100 Massa - Tel/fax 0585.42141
Sede Operativa: Via Frassina 65, 54033 Carrara (MS) - Tel/fax 0585.833730

Azienda con Sistema Qualità certificato
UNI EN ISO 9001:2008

File: Rel Tec Firenze.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 2 del 08/11
SEZ. 7.5: "PRODUZIONE ED EROGAZIONE SERVIZI" PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE		

Precisazioni

Si ritiene opportuno ricordare che la finalità di una relazione tecnica non è quello di fornire un modello geologico, pertanto le suddivisioni sismo-stratigrafiche sopra ipotizzate, ovvero la ricerca di una corrispondenza tra tipologia di materiali presenti *in situ* e parametri geofisici misurati, hanno valore puramente indicativo, in quanto si basano prevalentemente su dati noti dalla letteratura (per le indagini sismiche: REYNOLDS, 1997; REDPATH, 1973; DAL MORO, 2010; etc.), sulle informazioni fornite dalla Committente e su osservazioni di campagna, ma non sono accompagnate da uno studio complessivo dell'area in esame e della finalità delle indagini stesse. Sarà quindi cura del Professionista incaricato della relazione geologica o del progetto, verificare l'attendibilità del modello descritto, e la compatibilità dello stesso con il contesto geologico-idrogeologico-geotecnico, che come già ricordato, è noto solo parzialmente a chi scrive. Inoltre, relativamente ai risultati relativi a profili velocità delle onde di taglio, si precisa che è responsabilità del Geologo o del Progettista l'assegnazione della categoria di suolo in base a proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito

Allegato C

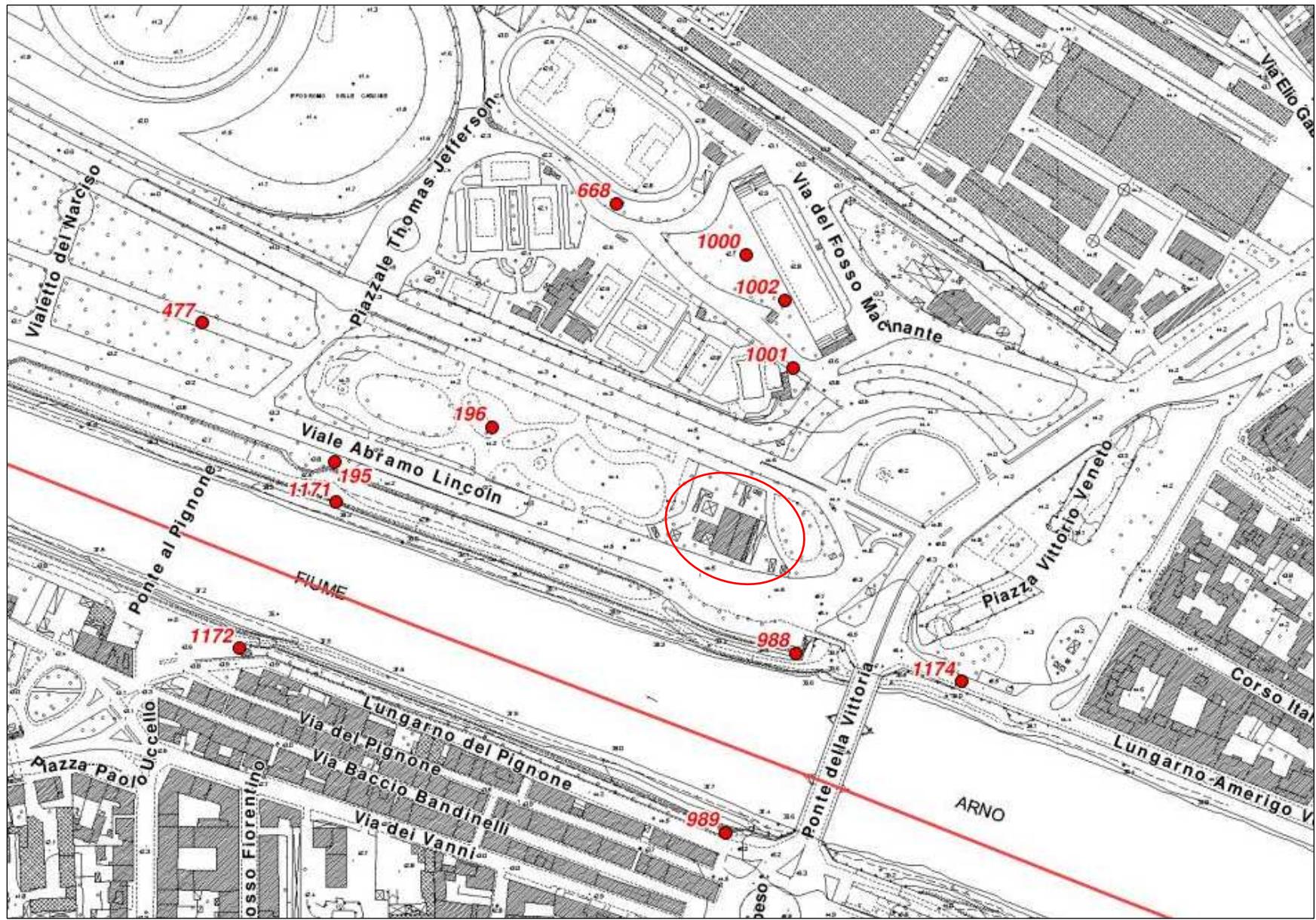


Figura n. 5. Estratto dalla cartografia del Sistema Informativo Geologico Sottosuolo del Comune di Firenze - Ubicazione dei sondaggi esistenti e area di intervento.



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Scheda del Sondaggio n. 1171

Data inizio: 1997-04-02
Data fine: 1997-04-09
Cantiere: Scandicci
Località: Firenze
Quota p.c. (m):
Tipologia: Sondaggio

Stratigrafia			
Descrizione stratigrafia	Profondità iniziale (m)	Profondità finale (m)	Campione
Terreno riportato di natura sabbiosa limosa con frammenti litoidi eterogenei (calcaro, calcareniti, laterizi, ecc. diam max 5 cm) angolari .	0.00	3.00	N
Sabbia media limosa, poco addensata, marrone, umida.	3.00	4.00	N
Ghiaia poligenica media-grossa (diam max 5 cm) con sabbia di color avana. Arrotondata, addensata.	4.00	12.00	N
Sabbia media limosa marrone e ghiaia poligenica media-grossa (diam max 5 cm) , addensata, satura.	12.00	16.30	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigio-rossastro.	16.30	20.60	N
Calcarenite grigio-rossastra; frammenti e carote (max 8 cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	20.60	21.00	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigio-rossastro.	21.00	23.70	N
Calcarenite grigio-rossastra; frammenti e carote (max 15 cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	23.70	24.30	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigiastro.	24.30	25.40	N
Calcarenite grigiastra; frammenti e carote (max 15 cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	25.40	25.70	N



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigastro.	25.70	26.60	N
Calcarenite grigiastra; frammenti e carote (max 9 cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	26.60	28.00	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigastro.	28.00	29.00	N
Calcarenite grigiastra; frammenti e carote (max 8 cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	29.00	30.30	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigastro.	30.30	31.50	N
Calcarenite grigiastra; frammenti e carote (max 35cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	31.50	33.00	N
Calcarenite grigiastra; frammenti e carote (max 35cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	33.00	33.20	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigastro.	33.20	34.40	N
Calcarenite grigiastra; frammenti e carote (max 7cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	34.40	36.00	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari, grigastro.	36.00	36.80	N
Calcarenite grigiastra; frammenti e carote (max 7cm) con piani di frattura ricoperte da spalmature calcitiche.	36.80	37.50	N
Limo sabbioso a luoghi marnoso sottilmente stratificato, alterato, con frammenti litoidi calcarenitici alterati ed angolari e spezzoni di calcarenitici alterati (max 15 cm), grigastro.	37.50	45.50	N
Limo sabbioso marrone chiaro a luoghi alterato rossastro con intercalazioni arenacee e marnose.	45.50	50.00	N



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Scheda del Sondaggio n. 988

Data inizio: 1994-08-03
Data fine: 1994-08-05
Cantiere: Ponte alla Vittoria Viale A.Lin
Località: Firenze
Quota p.c. (m): 44.50
Tipologia: Sondaggio

Stratigrafia			
Descrizione stratigrafia	Profondità iniziale (m)	Profondità finale (m)	Campione
Terreni di riporto:dimensione dei clasti da 1 a 4 cm .La matrice è costituita da sabbia limosa di colore marrone,i clasti sono costituiti da frammenti angolari e subangolari di mattoni e da materiali lapidei vari (arenarie, graniti, ecc.)	0.00	7.00	N
Ciottolami:clasti di dimensione da 3 a 10 cm ed alcuni trovanti, arrotondati e ben arrotondati, costituiti prevalentemente da arenarie tipo macigno la matrice non è stata estratta,	7.00	8.00	N
C.S. ma la totale perdita di acqua durante la perforazione fa supporre che sia costituita da ghiaie con sabbie limose o debolmente limose.	7.00	8.00	N
Ciottolami:clasti di dimensione da 2 a 5 cm ed alcuni trovanti arrotondati e ben arrotondati, costituiti da arenaria tipo macigno e da calcari micritici tipo Alberese,la matrice non è stata estratta,	8.00	9.30	N
C.S. Ma la totale perdita di acqua durante la perforazione fa supporre che sia costituita da ghiaie con sabbie lomse o debolmente limose.	8.00	9.30	N
Non è stato possibile nessun campione nonostante l'uso di polimeri e cestello per trattenere la carota estratta, la totale perdita di acqua durante la perforazione fa supporre che sia costituita da ghiaie con sabbie limose o debolmente limose.	9.30	10.60	N
Ciottolami con ghiaie: clasti di dimensione da 1 a 5 cm, arrotondati e ben arrotondati, costituiti da arenarie tipo macigno e da calcarei micritici tipo Alberese, la matrice non è stata estratta,	10.60	12.40	N



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

C.S. ma la totale perdita di acqua durante la perforazione fa supporre che sia costituita da sabbie limose o debolmente limose.	10.60	12.40	N
Ciottolami : clasti di dimensione da 2 a 10 cm ed alcuni trovanti arrotondati e ben arrotondati, costituiti da calcari micritici tipo Alberese prevalenti e subordinatamente da arenarie tipo macigno e pietraforte, I	12.40	13.80	N
C.S. a matrice è stata estratta solo nell'ultimo tratto, è costituita da sabbie limose.	12.40	13.80	N
Ghiaie: clasti di dimensioni da 0,5 a 1 cm arrotondati e ben arrotondati costituiti da arenarie tipo macigno e da calcari micritici tipo Alberese, la matrice non è stata estratta,	13.80	15.00	N
C.S. Ma la totale perdita di acqua durante la perforazione fa supporre che sia costituita da sabbie limose o debolmente limose.	13.80	15.00	N
Non è stato possibile estrarre nessun campione nonostante l'uso di polimeri e di cestello per trattenere la carota estratta,	15.00	16.00	N
C.S. la totale perdita di acqua durante la perforazione fa supporre che questo livello sia costituito da ghiaie con sabbie-limose o debolmente limose.	15.00	16.00	N
Ciottolami: clasti di dimensione da 2 a 7 cm ed alcuni trovanti, arrotondati e ben arrotondati, costituiti da calcari micritici tipo Alberese prevalenti, la matrice non è stata estratta,	16.00	19.00	N
C.S. ma la totale perdita di acqua durante la perforazione fa supporre che sia costituita da sabbie limose o debolmente limose.	16.00	19.00	N
Roccia : strati da sottili a molto sottili (spessori da 63 a 2 cm) di arenarie fini alternate a strati di siltiti e argilliti.Gli strati arenacei sono di grigio chiaro, marrone nelle zone alterate, presentano laminazioni convolute,hanno cemento calcareo	19.00	23.00	N
C.S. Presenza di vene di calcite (spessore 1-2 mm) con spaziature ravvicinate non presentano fratture, gli strati sono diritti con inclinazione di circa 17°.	19.00	23.00	N



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

C.S. Gli strati sittitici e quelli argillitici sono stati disturbati durante la perforazione si può comunque stimare il rapporto strati arenacei /strati siltitici-argillitici uguale a 3.3 ed un RQD pari al 41%.	19.00	23.00	N
C.S. La roccia perforata è da scriversi alla pietraforte.	19.00	23.00	N



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Scheda del Sondaggio n. 668

Data inizio: 2000-10-10
Data fine: 2000-10-10
Cantiere: velodromo cascine
Località: Firenze
Quota p.c. (m):
Tipologia: Sondaggio

Stratigrafia			
Descrizione stratigrafia	Profondità iniziale (m)	Profondità finale (m)	Campione
riporto	0.00	1.60	N
limo sabbioso nocciola	1.60	2.30	S
sabbia deb limosa nocciola con ghiaia di medie diemnsioni	2.30	9.10	N
limo argilloso nocciola bruno con frequenti livelli calcarei di piccolo diametro e trovanti arenacei	9.10	11.70	S
limo argilloso nocciola bruno con frequenti livelli calcarei (2-3 cm)	11.70	15.00	N

Falda			
Profondità da p.c. (m)	Inizio tratto finestrato (m)	Fine tratto finestrato (m)	Data
	0.00	0.00	

Campioni (ID = 486)		
Sigla	Prof. inizio (m)	Prof. fine (m)
spt1	3.50	0.00
Tipo	Descrizione	
	8/13/17	
Wn (%)	Peso Vol (g/cm³)	LL (%)
0.00	0.000	0.00



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

LP (%)	IP (%)	Classif.di Casagrande
0.00	0.00	
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)
0.00	0.00	0.00

Nessuna prova o valore di granulometria riportata per questo campione.

Campioni (ID = 487)		
Sigla	Prof. inizio (m)	Prof. fine (m)
spt2	7.00	0.00
Tipo	Descrizione	
	7/15/21	
Wn (%)	Peso Vol (g/cm³)	LL (%)
0.00	0.000	0.00
LP (%)	IP (%)	Classif.di Casagrande
0.00	0.00	
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)
0.00	0.00	0.00

Nessuna prova o valore di granulometria riportata per questo campione.

Campioni (ID = 488)		
Sigla	Prof. inizio (m)	Prof. fine (m)
spt3	12.50	0.00
Tipo	Descrizione	
	17/rifiuto	
Wn (%)	Peso Vol (g/cm³)	LL (%)
0.00	0.000	0.00
LP (%)	IP (%)	Classif.di Casagrande
0.00	0.00	
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)
0.00	0.00	0.00

Nessuna prova o valore di granulometria riportata per questo campione.

Campioni (ID = 489)		
Sigla	Prof. inizio (m)	Prof. fine (m)
S1 C1	2.00	2.50
Tipo	Descrizione	
Campione indisturbato		



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Ambiente

via Benedetto Fortini, 37 - 50125 - e.mail: direz.ambiente@comune.fi.it

Wn (%)	Peso Vol (g/cm³)	LL (%)
8.00	1.670	38.00
LP (%)	IP (%)	Classif.di Casagrande
0.00	20.00	CL
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)
2.00	55.00	29.00

Prova su campione

Sigla:	U. Misura	Valore	Tipo prova	Note
c	kPa	0	Taglio Consolidata Drenata (CD)	
phi	°	32	-	
E'	MPa	3	Prova edometrica	
cv	cmq/s	0.004	-	
k	cm/s	3.4e-06	-	

Campioni (ID = 490)

Sigla		Prof. inizio (m)	Prof. fine (m)
S1 C2		9.70	0.00
Tipo		Descrizione	
Campione indisturbato			
Wn (%)	Peso Vol (g/cm³)	LL (%)	
35.00	1.850	56.00	
LP (%)	IP (%)	Classif.di Casagrande	
0.00	29.00	CH	
Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	
0.00	12.00	55.00	

Prova su campione

Sigla:	U. Misura	Valore	Tipo prova	Note
c	kPa	4	Taglio Consolidata Drenata (CD)	
phi	°	30	-	
E'	MPa	7	Prova edometrica	
cv	cmq/s	0.0069	-	
k	cm/s	9e-08	-	