

Asse stradale di collegamento tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest "Declassata di Prato"

Raddoppio di Viale Leonardo da Vinci nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni mediante la realizzazione di un sottopasso

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

IL PROGETTISTA
ing. Daniela Salucci

ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE PER LA PARTE
STRADALE E IDRAULICA
ing. Luca Piacentini

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE
ing. Salvatore Giacomo Morano

IL RESPONSABILE GEOLOGIA
geol. Simone Santoro

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ing. Antonio Scalamandrè

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

C O F I 0 3 P 1 7 0 1

NOME FILE

T00_GE00_GEO_RE00_A

REVISIONE

SCALA:

CODICE
ELAB.

T 0 0 G E 0 0 G E O R E 0 0

A

C					
B					
A	EMISSIONE	Febbraio 2018	Santoro		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

BEGGIATO GIANCARLO

GEOLOGO

"GEOLOGIA TECNICA"

Indagini e relazioni

"IDROGEOLOGIA"

Tel. (0574) 462613

Via A. Negri, 9
59100 PRATO

**RADDOPPIO VIALE L. DA VINCI
(Declassata)
nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni**

RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE SVOLTE CON MODELLOZIONE GEOTECNICA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI INTERESSATI

Marzo 2015



Comune di: PRATO – Servizio "4U"

Mobilità, Politiche Energetiche e Grandi Opere

INDICE

Premesse	Foglio n.	1
1. Inquadramento geomorfologico e geologico	Foglio n.	2
2. Indagine geognostica	Foglio n.	3
3. Idrogeologia	Foglio n.	4
4. Stratigrafia e parametri geotecnici	Foglio n.	5
5. Indagine geofisica – Azione sismica	Foglio n.	7
5.1 – Indagine geofisica	Foglio n.	7
-Sismica Down Hole		
-Rifrazione e Microtremori (HVSR)		
5.2 – Azione sismica	Foglio n.	10
-Vita nominale – Classe e coefficiente d’uso		
-Periodo di riferimento – Categoria di sottosuolo		
-Condizione topografica		
6. Rischio in caso di sisma e pericolosità	Foglio n.	11
7. Considerazioni conclusive – Indicazioni	Foglio n.	13

Allegati

- Ubicazione indagini
- Indagine geognostica
 - Stratigrafie sondaggi S1 – S2 – S3
 - Diagrammi ed elaborazione prove penetrometriche dinamiche DPSH 1 - ...- 8
- Indagine geofisica
 - Sismica Down Hole (Tabelle – Diagrammi – Relazione)
 - Sismica a rifrazione e Microtremori HVSR (Ubicazione basi e Staz. HVSR)
 - Rifrazione (Domocrone – Sezioni tomografiche)
 - Microtremori (Elaborato HVSR)
 - Relazione : Caratterizzazione sismica di sito

- Azione sismica (Determinazione parametri sismici)
- Verifica a liquefazione
- Ubicazione cartografica 1: 10.000
- Carta Geologica Regionale
- Cartografia geologico-tecnica di supporto al P.S.
 - Carta idrogeologica
 - Carta della pericolosità geomorfologica
 - Carta della pericolosità sismica (ZMPSL)
 - Carta della pericolosità idraulica
 - Carta delle problematiche idrogeologiche
- Carta della P.I. del P.A.I. dell'A. di B. del F. Arno
- Certificazioni
 - Documentazione fotografica sondaggi e prove penetrometriche
- Stralci da tavole di progetto

PREMESSE

La presente viene redatta a supporto del progetto esistente in quanto approvato, ma al momento sospeso, che prevede il raddoppio del V.le L. da Vinci ("Declassata") in sopraelevata, con realizzazione quindi di un viadotto, nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni..

Sono state svolte le seguenti indagini:

- **Geognostica**

- N. 8 penetrometrie dinamiche pesanti DPSH
 - DPSH 1 – 2 – 3 – 4 sul lato Sud (Via T. Tasso)
 - DPSH 5 – 6 – 7 – 8 sul lato Nord (Via Marengo)
- S1 (lato Nord Via Marengo) sondaggio a rotazione e carotaggio continuo, attrezzato con tubo in PVC per sismica DH
- S2 (lato Sud Via T. Tasso) sondaggio a rotazione e carotaggio continuo attrezzato con piezometro per verifica livello di falda
- S3 (lato Nord Via Marengo) sondaggio a rotazione e carotaggio continuo attrezzato con piezometro

- **Geofisica**

- N. 1 prospezione sismica Down Hole in S₁ (lato Nord Via Marengo)
- N. 2 basi sismiche a rifrazione in elaborazione tomografica (la N.1 lato Sud Via T. Tasso – la N.2 lato Nord Via Marengo)
- N.1 HSVR Rilievo microtremori (lato Sud Via T. Tasso)

Tutte riguardano il tratto centrale del raddoppio, dove sarà realizzata la sezione viaria in sopraelevato.

Delle indagini e delle elaborazioni ad esse correlate vengono qui allegati:

- Stratigrafie sondaggi
- Diagrammi ed elaborazioni penetrometrie
- Diagrammi e relazione sismica DH
- Caratterizzazione sismica di sito (tomografia e acquisizione HSVR)
- Verifica a liquefazione

1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area è posta in pieno contesto urbano della città di Prato, in prossimità dell'Ippodromo.

Nella **Carta Geologica** si trova nei **depositi alluvionali** recenti ed attuali, in particolare al limite dei depositi di conoide del F. Bisenzio, nella parte centrale del bacino sedimentario di Firenze-Prato-Pistoia (Valdarno Medio), di natura lacustre di età villafranchiana.

Il lago venne ad occupare la depressione tettonica formatasi nel tardo Pliocene, circa 2 milioni di anni fa, come risultato dei movimenti tettonico-distensivi che interessarono la Toscana a partire dall'area tirrenica.

Il progressivo abbassamento del fondo del bacino veniva compensato dal notevole trasporto solito dei corsi d'acqua, fra i quali uno dei principali immissari era il F. Bisenzio che aveva un ruolo preminente, perché proveniente da un'area appenninica in forte sollevamento e quindi in accentuata erosione.

In tempi relativamente recenti il bacino fluvio-lacustre fu svuotato per l'incisione della soglia della Gonfolina (ubicazione dell'emissario del lago) da parte dell'Arno e colmato di sedimenti che prevalsero sulla subsidenza.

Prima che il fenomeno di basculamento del fondo bacino determinasse la deviazione verso Sud del F. Bisenzio, quest'ultimo procedeva su un corso rettilineo verso il Montalbano, lungo la Via Roma. L'area in oggetto è prossima a quest'ultima via e l'indagine svolta ha confermato la presenza di paleoalvei di tale corso d'acqua nell'area di intervento e nel suo intorno; si tratta di materiali granulari, prevalentemente grossolani.

I depositi che caratterizzano l'intera area pratese del bacino possono essere suddivisi in tre unità, relative ad altrettante facies di sedimentazione, che corrispondono a depositi lacustri, depositi di delta-conoide e depositi recenti d'esondazione.

Questi ultimi due sono presenti nell'area in oggetto, rispettivamente con ghiaie e limi.

L'evoluzione sedimentaria del bacino è andata verso un aumento dell'apporto macroclastico; nell'area di Prato le ghiaie sono divenute prevalenti e la conoide è avanzata

nella pianura, fin quasi al margine opposto. Questa fase è terminata probabilmente con l'ultima fase glaciale, con il risultato della diminuzione di apporto di materiale clastico grossolano ed incisione del Bisenzio della sua conoide.

La successione sedimentaria dell'area pratese termina con un piccolo spessore continuo (da 1 a 5 metri massimo di spessore) di limi sabbiosi / argillosi, che corrisponde alla deposizione fluviale al di fuori dell'alveo, quella cioè che si verifica in occasione delle alluvioni.

2. INDAGINE GEOGNOSTICA

Sondaggi – Prove penetrometriche - Litologia

Il lotto in oggetto risulta posizionato in una zona litostratigraficamente omogenea, nella quale si hanno irregolari alternanze di materiali fini, in ridottissimi spessori, all'interno di un ampio orizzonte di sedimenti clastici grossolani prevalenti, come indicano le indagini geognostiche eseguite, confermando tale assetto litostratigrafico.

Si tratta della parte centrale, se pure marginale, dell'ampia conoide del F. Bisenzio.

Tutti gli allegati “**Diagrammi di Resistenza**” evidenziano (dopo un breve riporto superficiale) la natura granulare dei terreni, con presenza, dopo 3,5÷4,5 m ca. di sedimenti fini, di ghiaie in matrice limo-sabbiosa.

Le prove, sondaggi e penetrometrie, hanno rilevato infatti un primo livello, costituito da limi sabbiosi, limi sabbioso-argillosi e/o limi con sabbia; alla base di esso inizia il vasto orizzonte costituito da materiali grossolani, ghiaie eterometriche con rari ciottoli in matrice limo-sabbiosa più o meno abbondante, presente fino a fondo fori (30 m).

In quest'ultimo ampio orizzonte grossolano, si rilevano intervalli sottili di ghiaie piccole e ghiaietto in abbondante matrice sabbioso-limosa. E' questa una alternanza tipica e riconducibile ad un paleoalveo del F. Bisenzio ed evidenziata dalle frequenti sfrangiature dei profili in corrispondenza dei sottili livelli di materiali a più fine granulometria.

3. IDROGEOLOGIA

Partendo dal rilievo della **Carta idrogeologica di P.S.** , che indica un rilievo al Marzo 2011 a -13,50 m da p.c., è stato condotto un lungo monitoraggio del livello di falda nell'area; i piezometri di riferimento sono quelli con cui sono stati attrezzati i sondaggi S3 (lato N Via Marengo) ed S2 (lato S Via Tasso).

Il primo rilievo in S2 è stato eseguito il 10/2/2012, un mese ca. dal termine della perforazione; è stato misurato un livello a -13,50 m dal p.c. Successivamente è stato eseguito (Aprile 2012) il sondaggio S3, anch'esso attrezzato con piezometro.

E' poi seguita una lunga campagna di monitoraggi piezometrici, che viene descritta in altro fascicolo.

Vengono qui riportati i livelli (in m) più prossimi al p.c. rilevati negli anni 2012 – 2013 – 2014 (in parentesi le quote assolute s.l.m.).

S3 (lato N)	S2 (lato S)
(2012 Sond. non ancora eseguito)	- 13,50 (36,34) 10/02/2012
- 12,14 (38,54) 17/04/2013	- 11,45 (38,39) 17/04/2013
- 10,50 (40,18) 13/02/14	- 9,75 (40,09) 13/02/2014

N.B.

Nell'anno 2014 (fino a fine Ottobre) la quota più lontana da p.c. è stata verificata il 31/10/2014 con -13,70 m in S3 e -12,90 in S2.

Anche se il primo livello rilevato in S2 (-13,50 m) possa ora essere considerato molto basso rispetto al più recente (-9,75 m), in realtà era già notevolmente risalito rispetto ai -25 m ca. dei primi anni '90.

Il trend di generale risalita della falda nell'area pratese è avvenuto e sta ancora avvenendo sia per una drastica riduzione degli emungimenti da parte delle industrie e contemporaneo incremento dell'utilizzo, sempre da parte delle stesse, delle acque depu-

rate dell'anello industriale, sia per un regime di piogge più intenso nell'ultimo quinquennio.

Avendo a disposizione un piezometro anche a monte del rilevato (S₃), il monitoraggio ha confermato lo scorrimento della falda da N verso S, come da Carta delle problematiche idrogeologiche del P.S., e nel contempo ha indicato una certa riduzione della trasmissività in corrispondenza dell'attuale rilevato (vedi fascicolo Monitoraggio falda).

Nella **Carta idrogeologica** di P.S. viene indicata per l'area una permeabilità primaria (per porosità) medio-bassa, in virtù evidentemente della copertura del livello superficiale, fino a -4 m ca., di limo sabbioso/sabbia limosa, con una, seppure modesta, frazione coesiva.

In conseguenza di tale grado di permeabilità la **Carta delle problematiche idrogeologiche** di P.S. definisce per l'area una vulnerabilità medio-bassa per le acque sotterranee.

Quest'ultime sono abbondantemente presenti nel vasto acquifero rilevato nell'area, come hanno indicato i sondaggi, da -4 m a oltre i -20 m.

4. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI (*valori caratteristici*)

Nelle "**Tabelle Valori Resistenza**" il terreno è stato diviso in 5 strati, ca. coincidenti per le prove DPSH più significative, il più possibile omogenei per numero di colpi e per litologia.

Nelle allegate "**Elaborazioni statistiche**" il numero di colpi N₂₀ è stato poi riportato a N_{SPT} e mediato con i valori degli N_{SPT} eseguiti su fondo foro nel corso dei sondaggi.

Successivamente, in funzione di tale numero colpi N_{SPT}, ricavato come valore medio per strati ca. corrispondenti, sono stati elaborati i parametri geotecnici per i terreni dal p.c. fino a -23,00 m.

La successione stratigrafica è qui di seguito riportata, precisando che i parametri suddetti sono stati calcolati nei loro valori caratteristici (in parentesi i valori medi).

0,00 – 0,60 m	T.V. e/o RIPORTO		
1,00 – 4,00 m	Limo sabbioso/sabbia limosa , debolmente argillosa, mediamente addensata		
S.P.T. -3,30 m 18/35-50 (11 cm)	$\gamma \cong 1,90$ t/mc	$\gamma_{\text{sat}} \cong 1,95$ t/mc	(peso di volume)
	$c_u \cong 0,09$ (0,2) Kg/cmq		(coesione non drenata)
	$c' \cong 0,04$ (0,06)		(coesione efficace)
	$\varphi' \cong 33^\circ$ (35°)		(angolo efficace di attrito interno)
	$D_r \cong 60\%$		(densità relativa)
	$E_{\text{ed}} \cong 200$ Kg/cmq		(modulo edometrico)
	$E' \cong 180$ Kg/cmq		(Modulo di Young drenato)
4,00 – 6,00 m	Ghiaie eterometriche in abbondante matrice limo- sabbiosa , moderatamente addensate.		
S.P.T -4,50 m 43/50(11 cm)	$\gamma \cong 1,85$	$\gamma_{\text{sat}} \cong 1,90$	
	$c_u \cong 0,02$ (0,04)	$c' = 0,00$ (0,00)	
	$\varphi' \cong 35^\circ$ (37°)	$D_r \cong 50\%$	
	$E_{\text{ed}} \cong 180$	$E' \cong 140$	
6,00 – 13,00 m	Ghiaie medie e medio piccole in abbondante matrice limo- sabbiosa, talora prevalente , moderatamente addensate		
S.P.T. -6,80 m 5/7-6	$\gamma \cong 1,85$	$\gamma_{\text{sat}} \cong 1,90$	
S.P.T. -7,50 m 10/12-12	$c_u \cong 0,05$ (0,06)	$c' \cong 0,01$ (0,02)	
S.P.T. -9,50 m 10/15-10	$\varphi' \cong 34^\circ$ (36°)	$D_r \cong 45\%$	
S.P.T. -11 m 14/11-4	$E_{\text{ed}} \cong 200$	$E' \cong 180$	
13,00 – 19,00 m	Ghiaie eterometriche, con rari ciottoli, in scarsa matrice limo- sabbiosa , addensate		
S.P.T. -15,5 m 6/8-10	$\gamma \cong 1,80$	$\gamma_{\text{sat}} \cong 1,85$	
	$c_u = 0,00$ (0,01)	$c' = 0,00$ (0,00)	
S.P.T. -18,0 m 36/35-20	$\varphi' \cong 37^\circ$ (39°)	$D_r \cong 65\%$	
	$E_{\text{ed}} \cong 300$	$E' \cong 260$	

19,00 – 23,00 m **Ghiaie, anche grossolane, con ciottoli, addensate, in scarsa matrice limo-sabbiosa, addensate**

S.P.T. -23 m 18/32-50 (9 cm)	$\gamma \cong 1,80$	$\gamma_{\text{sat}} \cong 1,85$
	$c_u = 0,00 (0,00)$	$c' = 0,00 (0,00)$
	$\varphi' \cong 39^\circ (41^\circ)$	$Dr \cong 75\%$
	$E_{ed} \cong 360$	$E' \cong 300$

5. INDAGINE GEOFISICA – AZIONE SISMICA

5.1 – Indagine geofisica

L'indagine geofisica si è articolata in due fasi. In un primo momento è stata eseguita la prospezione sismica DH per la definizione della categoria di sottosuolo, successivamente è stata svolta una campagna con due basi di sismica a rifrazione ed una acquisizione di microtremitori HVSR.

Sismica Down Hole (in S1 lato Nord – Via Marengo)

Nel foro di sondaggio S1 (31 m), attrezzato con tubo in PVC spessorato e cementato è stata eseguita una prospezione sismica DH per la verifica delle V_{S30} .

Dopo una modesta velocità iniziale di 150 m/s, la V_S cresce regolarmente fino a ca. 700 m/s a -15 m, con una sola breve e modesta “inversione” tra -7 e -8 m; più importante invece l'inversione registrata tra -15 e -18 m, con una V_S che scende a 350 m/s, in corrispondenza di uno strato granulare a minore grado di addensamento. La V_S risale poi, e su tali valori si mantiene, a 550÷600 m/s fino a -28 m, dove con una brusca risalita va a sfiorare, con i 766 m/s registrati a -30 m, la velocità di substrato sismico (800 m/s); si rileva però una caduta a 659 m/s ad appena a -31 m.

E' stata determinata una velocità media delle V_S nei primi 30 m, con calcolo effettuato da p.c., di 384 m/s, valore che consente di definire per il sottosuolo dell'area interessata dall'intervento una **categoria “ B ”**.

Negli allegati viene riportata la Relazione Sismica con le < **Considerazioni sul cantiere svolto** > da parte del tecnico geofisico esecutore della prova.

Rifrazione e microtremori (HVSR)

Rifrazione

Sono state eseguite N. 2 basi di sismica a rifrazione, tra loro parallele e disposte su lati opposti, alla base del rilevato su cui corre l'attuale viabilità.

La *BASE 1* è stata posata sull'unico spazio, limitato in lunghezza a 45,5 m, disponibile sul lato S, lungo la Via T. Tasso, ad una distanza di ca. 10 m dalla base del rilevato.

La *BASE 2* è stata disposta sul lato N, su uno spazio maggiore (65 m), al limite del prato che costeggia la Via Marengo, a contatto con il sondaggio S1 del DH ed in perfetta adiacenza alla base del rilevato viario.

E' stata eseguita una elaborazione tomografica del segnale, con modalità esecutive che hanno consentito di ridurre al minimo il disturbo dell'incessante traffico veicolare, anche pesante.

Dai diagrammi delle due tomografie si rileva la presenza di un "alto morfologico" sepolto, disposto trasversalmente rispetto al tracciato viario, con andamento NE-SW e con il punto medio dei due "alti" che coincide con i 32 m di entrambe le basi.

Nella *BASE 1* (la più lontana dal rilevato) l'"alto morfologico" è costituito da un deposito in cui la $V_p \cong 833$ m/s, nello spazio tra 27 e 39 m della base, da -8 m ca. sale a -1÷-2 m da p.c.

Nella *BASE 2* (alla base del rilevato ed è quella che più riflette l'assetto in corrispondenza dello stesso) si osserva un "alto" tra 20 e 49 m con una $V_p \cong 1.617$ m/s che da -25 sale a -10 m ca., mentre la $V_p \cong 1.067$ m/s, nell'ampio intervallo da 8 a 56 m, sale da -11 a -5 m ed infine, nello stesso intervallo, la $V_p \cong 883$ m/s da -5 m arriva a -3 m da p.c.

Come prima considerazione si fa rilevare che il sondaggio S1, su cui è stato eseguito il Down Hole, è in posizione centrale nella *BASE 2* (in corrispondenza dell'alto

morfologico) e si osserva buona corrispondenza tra la sezione tomografica ed il diagramma del DH. Ulteriore e importante nota è che in corrispondenza della *BASE 1* (la più lontana dal rilevato) si osserva uno spessore maggiore di terreni a bassa velocità (< 830 m/s) rispetto a quelli in *BASE 2* (la più vicina alla base del rilevato); nelle prime tali terreni giungono fino a $-8\div-9$ m, nella seconda invece sono limitati fino a $-5\div-6$ m. Proprio per la estrema vicinanza della *BASE 2* al rilevato, si può interpretare tale differenza di spessori ad un'azione di pressione, con una conseguente azione di compattazione e addensamento dei terreni di fondazione alla base del rilevato (vedi *Relazione di caratterizzazione di sito* in Allegati).

Microtremori (HVSR)

E' stata posta una stazione di acquisizione in corrispondenza della *BASE 1*. Malgrado l'elevato disturbo creato dal traffico veicolare, è stato possibile acquisire elementi sufficienti per un eventuale modello da utilizzare in una Risposta Sismica Locale.

L'HVSR è un metodo sismico passivo, con acquisizioni di vibrazioni sia di origine naturale che antropica. Vengono acquisite sia le onde di superficie sia quelle interne al deposito (P compressionali e S di taglio).

In generale, cercando di escludere un evento direzionato, proveniente cioè da una sorgente unica e persistente, nel passaggio da un materiale rigido, con una certa frequenza ed ampiezza, a materiali meno rigidi, si verifica una diminuzione della frequenza ed un aumento dell'ampiezza (NAKAMURA) e la presenza di un picco di risonanza può indicare la possibile amplificazione locale di un sisma. Un certo spessore di terreno, soprastante il substrato sismico, può entrare in vibrazione con una amplificazione che dipende dalle sue caratteristiche elasto-meccaniche e dal suo spessore (*impedenza sismica, come prodotto tra la densità dello strato e la velocità V_S delle onde S*). Quando si raggiunge il valore minimo del 25% tra l'impedenza sismica del substrato e quella della copertura, è possibile determinare un picco nel rapporto H/V.

Il progetto SESAME fornisce i criteri alle cui specifiche si deve ottemperare per validare la rispondenza ad elementi sismo-stratigrafici significativi e definire la

robustezza statistica dei dati in funzione della frequenza di picco individuata. Per una migliore verifica viene indicata una classificazione qualitativa delle curve H/V (Alborello et alii): qualità A (A1 e A2, criteri SESAME soddisfatti e presenza di un “occhio” tra i vari spettri; assenza di direzionalità) – B (B1 e B2 presenza di una certa direzionalità) – C (picco legato a disturbi antropici).

Nel cantiere in oggetto la “Procedura di acquisizione”, il “Processing” e l’“Interpretazione dei dati” sono stati eseguiti secondo la normativa. L’elaborazione è risultata complessa per il disturbo del traffico veicolare, per una elevata direzionalità del segnale e per una discontinuità nel termine H/V, ma con una adeguata finestratura del segnale è stato possibile determinare un picco a bassa frequenza $f_0 \cong 0,363$ Hz.

Si precisa però che l’acquisizione e la successiva elaborazione, per le difficoltà in precedenza riportate, non soddisfano pienamente i criteri SESAME, e la curva H/V risulta di classe C.

Il picco di sito sopra riportato può fornire comunque indicazioni per evitare fenomeni di risonanza con eventuali strutture in progetto e, tramite l’uso di abachi, individua a ca. -200 m la presenza del substrato sismico (vedi *Relazione di caratterizzazione di sito* in Allegati).

5.2 – Azione sismica

Vita nominale – Classe e coefficiente d’uso – Periodo di riferimento

Vita nominale V_N

Opera in oggetto: tipo di costruzione “3”

Opera di importanza strategica $V_N \geq 100$ anni

Classe d’uso IV

Coefficiente d’uso $C_U = 2$

Periodo di riferimento $V_R = 100 \times 2 \geq 200$ anni

Categoria di sottosuolo e condizione topografica

Categoria di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica di progetto è necessaria l'individuazione della Categoria di sottosuolo.

Opera in oggetto: categoria di sottosuolo "B" (vedi Sismica Down Hole in precedenza descritta).

Condizione topografica

Superficie pianeggiante: **Categoria T1**.

Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1$.

6. RISCHIO IN CASO DI SISMA E PERICOLOSITA'

I fenomeni di amplificazione degli eventi sismici sono riconducibili, in aree di pianura non caratterizzate dalla presenza di accumuli detritici, ma di depositi alluvionali, a tre principali configurazioni litostratigraficamente predisponenti al rischio sismico:

- *Addensamento (A)* di sedimenti granulari (per amplificazione stratigrafica)
- *Softening (S)* dei sedimenti coesivi (con effetti di cedimenti diffusi)
- *Liquefazione (L)* di terreni sabbiosi in falda.

Si ritiene che nessuno dei fenomeni elencati possa interessare l'area in studio; infatti l'indagine geognostica, con le dinamiche DPSH ed i sondaggi, consente di escludere la presenza di livelli suscettibili di particolari fenomeni in caso di sisma.

Come si rileva in particolare dalla stratigrafia non sono infatti stati rinvenuti né livelli puramente granulari sciolti, suscettibili di **Addensamento**, né orizzonti coesivi sia potenzialmente soggetti a **Softening** sia particolarmente scadenti (argille e limi molto soffici). L'unico strato in cui si ritiene debbano essere fatte alcune considerazioni è quello tra -4,00 e -5,20 m ("Sabbia medio-fine con limo" per i primi 30 cm, "Limo con sabbia e sabbioso-argilloso" per i restanti 90 cm).

Si precisa che si tratta dell'unico livello di sedimenti totalmente a fine granulome-

tria rinvenuto nei tre sondaggi e per le intere profondità raggiunte (30 m).

Non avendo puntuali S.P.T. nel sondaggio, sono stati comunque rilevati gli N_{SPT} delle prove penetrometriche dello stesso intervallo, scartando quelli delle DPSH 3-6-7-8 in quanto eccessivamente elevati (> 30) per presenza prevalente di ghiaie; la media degli N_{SPT} per le altre prove è risultata appena >7 . L'elaborazione con tale valore consente di calcolare, per terreni granulari fini, un modulo edometrico di ca. 60 Kg/cmq; modulo che garantisce cedimenti ridotti per tensioni trasmesse che presentino valori $\max \cong 1,0$ Kg/cmq; per tensioni più elevate andrà calcolato il cedimento.

In relazione alla **Liquefazione**, anche se tale fenomeno potrebbe essere escluso, malgrado la presenza di falda, per l'assenza di sabbie monogranulari entro i primi 15 m dal p.c., si ritiene necessaria la verifica per il livello sopra menzionato tra -4 e -5,20 m dal momento che si tratta di uno strato di sedimenti fini, se pure a carattere granulare-coesivo.

In funzione del numero medio $N_{SPT} = 7$, rilevato tra i minimi delle prove DPSH nello stesso intervallo, è stata eseguita la verifica alla profondità di -4 m, ipotizzando la falda alla medesima profondità ed immettendo nel calcolo una minima percentuale di argilla (del solo 5%).

Come richiesto nella condizione 4 del punto 7.11.3.4.2 delle N.T.C., la verifica effettuata col metodo di calcolo di Seed e Idriss ha accertato la non liquefacibilità dello strato.

Altro strato di sedimenti fini (limo sabbioso/sabbia limosa, debolmente argillosa) è la copertura superficiale da base "riporto" (-1 m) a -4 m, per la quale è stato calcolato un numero medio (dalle prove DPSH) di $N_{SPT} = 13$, valore che garantisce la non liquefacibilità dello strato, oltre ad un modulo edometrico più che sufficientemente elevato.

Tutto il resto dell'assetto litologico risulta costituito, come si rileva dalla descrizione stratigrafica, da ghiaie eterometriche in matrice limo-sabbiosa/limo-argillosa abbondante e talora prevalente; ne deriva una curva granulometrica estesa dai limi alle ghiaie, che consente di escludere la verifica alla liquefazione per tali orizzonti (condizione 5 del punto 7.11.3.4.2 delle N.T.C.).

Nella "**Carta della Pericolosità Geomorfologica (Geologica)**" l'area risulta posta in **pericolosità di classe "1" (bassa)**, confermando le risultanze dell'indagine geo-

gnostica. Si può escludere inoltre il fenomeno di subsidenza per l'assenza di "uso intensivo" della falda per la recente e notevole riduzione degli emungimenti ad uso industriale, per l'incremento dell'uso delle acque dell'anello industriale e per il forte aumento delle precipitazioni; elementi questi che hanno determinato una forte ricarica della falda presente nell'intera conoide e conseguente innalzamento del suo livello (vedi punto 3).

In relazione al Rischio Sismico, tutti gli elementi di conoscenza dell'area di intervento, derivati dalla cartografia geologico-tecnica disponibile e dall'indagine geognostico-geofisica a tal fine eseguita, consentono di fornire indicazioni per una indicazione di una «zona stabile suscettibile di amplificazione» in quanto «il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche».

Nella "Carta della pericolosità sismica locale" l'area è posta infatti in **S.3 (pericolosità sismica locale elevata)** in quanto «Area costituita da conoidi alluvionali». Non si può infatti escludere il fenomeno di amplificazione stratigrafica, consistente in una amplificazione del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura. Anche se l'indagine sismica non ha individuato un substrato sismico entro i 20 m dal p.c., si ritiene che tale substrato sia comunque presente entro alcune decine di m dal p.c. (**N.B.:** è stato sfiorato il substrato sismico a -30 m con una $V_S = 766$ m/s, subito scesa però a 659 m/s a -31 m; l'elaborazione dell'Acquisizione dei microtrempi HVSR ha invece indicato il substrato sismico a -200 m ca.).

In relazione alla **Pericolosità idraulica** l'area è posta nella relativa Carta di P.S. in **I.1 (pericolosità bassa)**, mentre nella **Carta della P.I. del P.A.I. dell'A. di B. del F. Arno** viene indicato per l'area il grado di pericolosità **P.I. 1 (moderata)**.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE – INDICAZIONI

L'indagine geognostico-geofisica svolta, mentre ha consentito di confermare il grado di pericolosità sismica, definita "elevata", ha per contro permesso di escludere sia la necessità di bonifica dei terreni di fondazione.

L'intervento è pertanto condizionato da un progetto strutturale eseguito in funzione del grado di pericolosità sismica sopra definita.

Per le strutture fondali su pali, si indica la necessità di rivestimento del perforo al fine di evitare franamenti per la forte frazione granulare e per la modesta coesione dei sedimenti fini presenti nei primi 4 – 6 m.

In relazione alla falda, uno degli ultimi rilievi ne ha indicato la soggiacenza a -9,75 m ca. da p.c. (in S2 al 13/02/2014), ma, come accade frequentemente nei depositi di conoide, possono essere presenti falde sospese, anche prossime al p.c., in periodi di precipitazioni intense e prolungate, quali quelle recentemente verificatesi.

Si fa comunque notare che eventuali strutture di fondazione profonde del tipo paratie di pali e/o di micropali, perforati e gettati ad interasse ridotto, potrebbero determinare un “effetto barriera” per le acque di falda, il cui flusso da NE verso SW risulta perpendicolare all’attuale rilevato.

E’ infatti del tutto verosimile che nei depositi di natura granulare, quali quelli presenti nell’area, avvenga una fusione dei getti di calcestruzzo per le frequenti ed estese “sbulbature” che caratterizzano le perforazioni in questi terreni.

Prato, 21 Marzo 2015

Geol. BEGGIATO Giancarlo



BEGGIATO GIANCARLO

GEOLOGO

"GEOLOGIA TECNICA"

Indagini e relazioni

"IDROGEOLOGIA"

Tel. (0574) 462613

335 6945904

Via A. Negri, 9

59100 PRATO

ALLEGATI

alla

RELAZIONE GEOLOGICA

per

RADDOPPIO VIALE L. DA VINCI

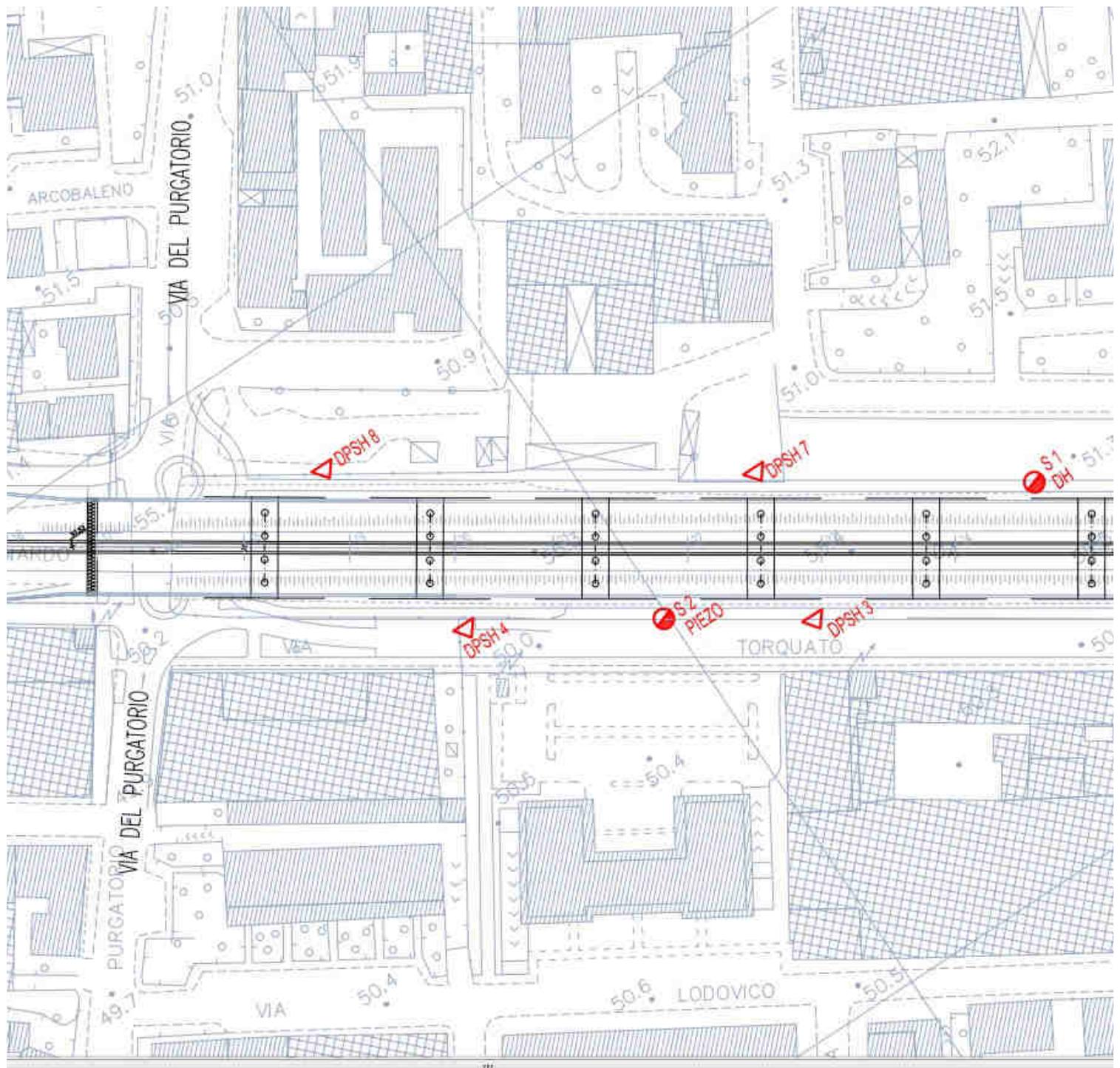
(Declassata)

nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni

Marzo 2015



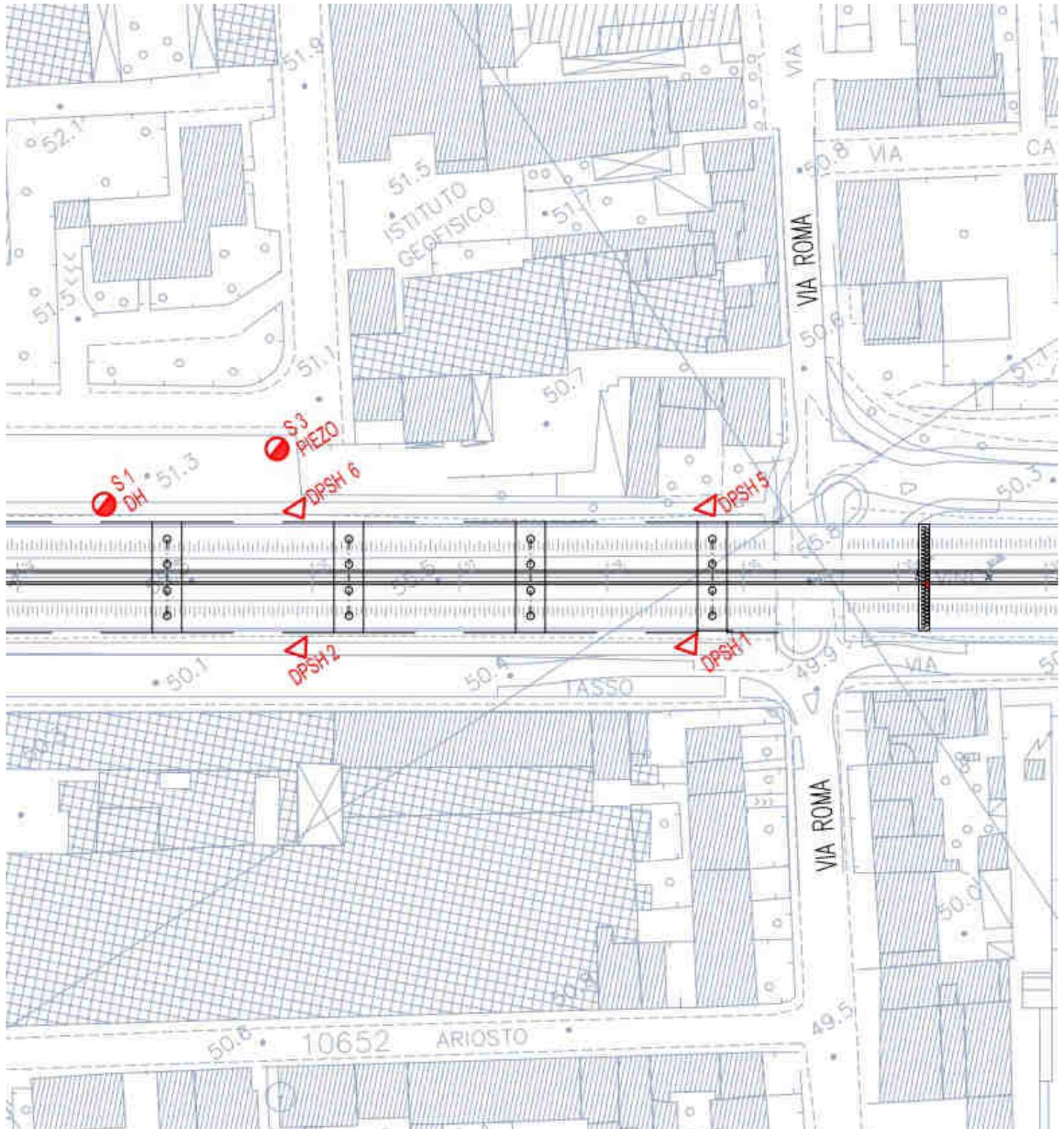
UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

-  DPSH Prova penetrometrica dinamica pesante
-  S1 Sondaggio per D.H.
-  S2 Sondaggio con piezometro
-  S3 Sondaggio con piezometro

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

-  DPSH Prova penetrometrica dinamica pesante
-  S1 Sondaggio per D.H.
-  S2 Sondaggio con piezometro
-  S3 Sondaggio con piezometro

INDAGINE GEOGNOSTICA

Stratigrafie sondaggi S1 – S2 – S3

**Diagrammi ed elaborazioni
prove penetrometriche dinamiche
DPSH 1 - ... - 8**

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato
 Committente: Beggiato per Comune di Prato
 Data inizio perforazione: 16-1-2012
 Data fine perforazione: 18-1-2012

Sondaggio: S1
 Richiedente: Geol. G. Beggiato
 Lunghezza (m): 30.0
 Scala grafica: 1:200
 Inclinazione (°): 0

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrom. (KPa)		Pocket Vane Test (KPa)		Piezometro Livello/i
						100	300	50	150	
1,4			Limo sabbioso ghiaioso con minuti frammenti di laterizio (Terreno di riporto)				300	132		
			Limo argilloso sabbioso con passaggi di limo sabbioso argilloso, marrone.				230	100		
4,4			Limo sabbioso e con sabbia argilloso, marrone, con passaggi di limo argilloso sabbioso.							
			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, clasti eterogenei, arrotondati, talvolta alterati, Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-sabbiosa marrone raramente abbondante (clasti 60-90%).	SPT	4.5 m 43-50 11 cm					
				SPT	6.8 m 5-7-6					
				SPT	9.5 m 10-15-10					
17,0				SPT	15.5 m 6-8-10					
			Limo sabbioso argillosa, marrone.							
			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, con clasti eterogenei, arrotondati, Dmax>10 cm, Dmed 3-4 cm, talvolta alterati, in matrice limoso-sabbiosa, marrone ed avana (clasti 70-90%).							
24,5				SPT	23.0 m 18-32-50 9 cm					
			Sabbia media con ghiaia, marrone, con clasti Dmax 4 cm (clasti 30-50%).							
26,8			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, con clasti preval. arenacei, Dmax>10 cm, Dmed 3-4 cm, in matrice limoso-sabbiosa, marrone e marrone-ocra (clasti 80%).				300	140		
			Limo con argilla sabbioso marrone-ocra.							

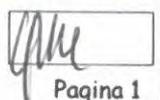
Diametro perforazione (mm): 101 Diametro rivestimenti (mm): 127 Macchina perforatrice: Comacchio C600

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi



Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti



Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato per l'esecuzione di prove sismiche tipo down-hole. La strumentazione è protetta p.c. da chiuso in ferro.

n° pagine certificato: 2

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Sondaggio: S1

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato
 Committente: Beggiato per Comune di Prato

Richiedente: Geol. G. Beggiato
 Lunghezza (m): 30.0

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m.)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)		Pocket Vane Test (KPa)		Piezometro
						100	300	50	150	
30,0			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, clasti preval. arenacei, molto alterati e talvolta degradati, arrotond., Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-argillosa e limoso-sabbiosa marrone-ocra spesso abbondante (clasti 60-80%)							

S1 lat.43°52'15.48" long. 11°5'11.94" S2 lat. 43°52'16.46" long.11°5'7.69"



COPIA AUTENTICA ALL'ORIGINALI

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato
Committente: Beggiato per Comune di Prato
Data inizio perforazione: 19-1-2012
Data fine perforazione: 23-1-2012

Sondaggio: S2
Richiedente: Geol. G. Beggiato
Lunghezza (m): 30.0
Scala grafica: 1:200
Inclinazione (°): 0

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrom. (KPa)		Pocket Vane Test (KPa)		Piezometro Livello/i
						100	300	50	150	
1.6			Limo sabbioso ghiaioso con minuti frammenti di laterizio (Terreno di riporto)				290	124		
3.4			Limo argilloso sabbioso, marrone.							
			Limo con sabbia e sabbia con limo, ghiaiosa nella parte bassa, con calsti Dmax 3 cm, marrone con resti vegetali nella parte bassa. (clasti 0-30%)	SPT	3.3 m 18-35-50 11 cm					
			Limo sabbioso e con sabbia argilloso, marrone, con passaggi di limo argilloso sabbioso.							
7.0			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, clasti eterogenei, arrotondati, talvolta alterati, Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-sabbiosa marrone (clasti 70-90%)	SPT	7.5 m 10-12-12					
			Limo sabbioso argilloso, marrone.							
10.0			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, clasti eterogenei, arrotondati, spesso alterati alterati, Dmax>10 cm, Dmed 2-3 cm, in matrice limoso-sabbiosa marrone (clasti 60-90%)	SPT	11.0 m 14-11-4					
			Sabbia media con limo ghiaiosa marrone (clasti 20%).							
13.2			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, con clasti eterogenei, arrotondati, alterati, Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in abbondante matrice limoso-sabbiosa, marrone e marrone-ocra a tratti prevalente (clasti 30-80%) Presenti passaggi centim. di limo con sabbia.							
			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, con clasti eterogenei, arrotondati, Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-sabbiosa, marrone e marrone-ocra talvolta abbondante (clasti 70-90%)	SPT	18.0 m 36-35-20					
24.7			Ghiaia eterometrica con ciottoli, clasti preval. arenacei, molto alterati e talvolta degradati, arrotondati, Dmax>10 cm, Dmed 3-4 cm, in matrice limoso-argilloso e limoso-sabbiosa marrone-ocra spesso abbondante (clasti 50-80%)							

L. 13.50 m dal p.c. (2-2012)

Diametro perforazione (mm): 101 Diametro rivestimenti (mm): 127 Macchina perforatrice: Comacchio C600

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato per l'esecuzione di prove sismiche tipo down-hole. La strumentazione è protetta p.c. da chiuso in ferro

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 2

Pagina 1

Certificato n°: A/016/2012

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Sondaggio: S2

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato

Richiedente: Geol. G. Beggiato

Committente: Beggiato per Comune di Prato

Lunghezza (m): 30.0

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m.)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)		Pocket Vane Test (KPa)		Piezometro
						100	300	50	150	
30.0										

S1 lat.43°52'15.48" long. 11°5'11.94"

S2 lat. 43°52'16.46" long.11°5'7.69"



Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato
Committente: Beggiato per Comune di Prato
Data inizio perforazione: 18-4-2012
Data fine perforazione: 20-4-2012

Sondaggio: S3
Richiedente: Geol. G. Beggiato
Lunghezza (m): 20.0
Scala grafica: 1:200
Inclinazione (°): 0

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrom. (KPa)		Pocket Vane Test (KPa)		Piezometro Livello/i
						100	300	50	150	
1,0			Limo sabbioso ghiaioso con abbond. frammenti di laterizio nella parte bassa (Terreno di riporto)							
4,0			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, clasti eterogenei, arrotondati, talvolta alterati, Dmax 8 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-sabbiosa e sabbiosa marrone, abbond. nella parte alta (clasti 60-90%).							
4,3			Sabbia medio-fine con limo , marrone.							
5,2			Limo con sabbia e sabbioso argilloso , marrone.							
			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, clasti eterogenei, arrotondati, talvolta alterati, Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-sabbiosa marrone e marrone-ocra (clasti 70-90%).							

Diametro perforazione (mm): 101 Diametro rivestimenti (mm): 127 Macchina perforatrice: Comacchio C600

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto. La strumentazione è protetta p.c. da chiusino in ferro.

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 1

Pagina 1

Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Sondaggio: S3

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato
 Committente: Beggiato per Comune di Prato

Richiedente: Geol. G. Beggiato
 Lunghezza (m): 20.0

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m.)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)		Pocket Vane Test (KPa)		Piezometro
						100	300	50	150	
16,5										<p>16.25 m dal p.c. (4-2012)</p>
19,7			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, con clasti preval. arenacei, arrotond. e subarrotond., spesso molto alterati, Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-sabbiosa e limoso-argillosa spesso abbondante, marrone e marrone-ocra (clasti 60-80%).							
20,0			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, con clasti eterogenei, arrotondati, Dmax>10 cm, Dmed 3 cm, in matrice limoso-sabbiosa, marrone ed avana (clasti 80%).							

S3 (119/2012) lat.43°52'15.28" long. 11°5'13.45"

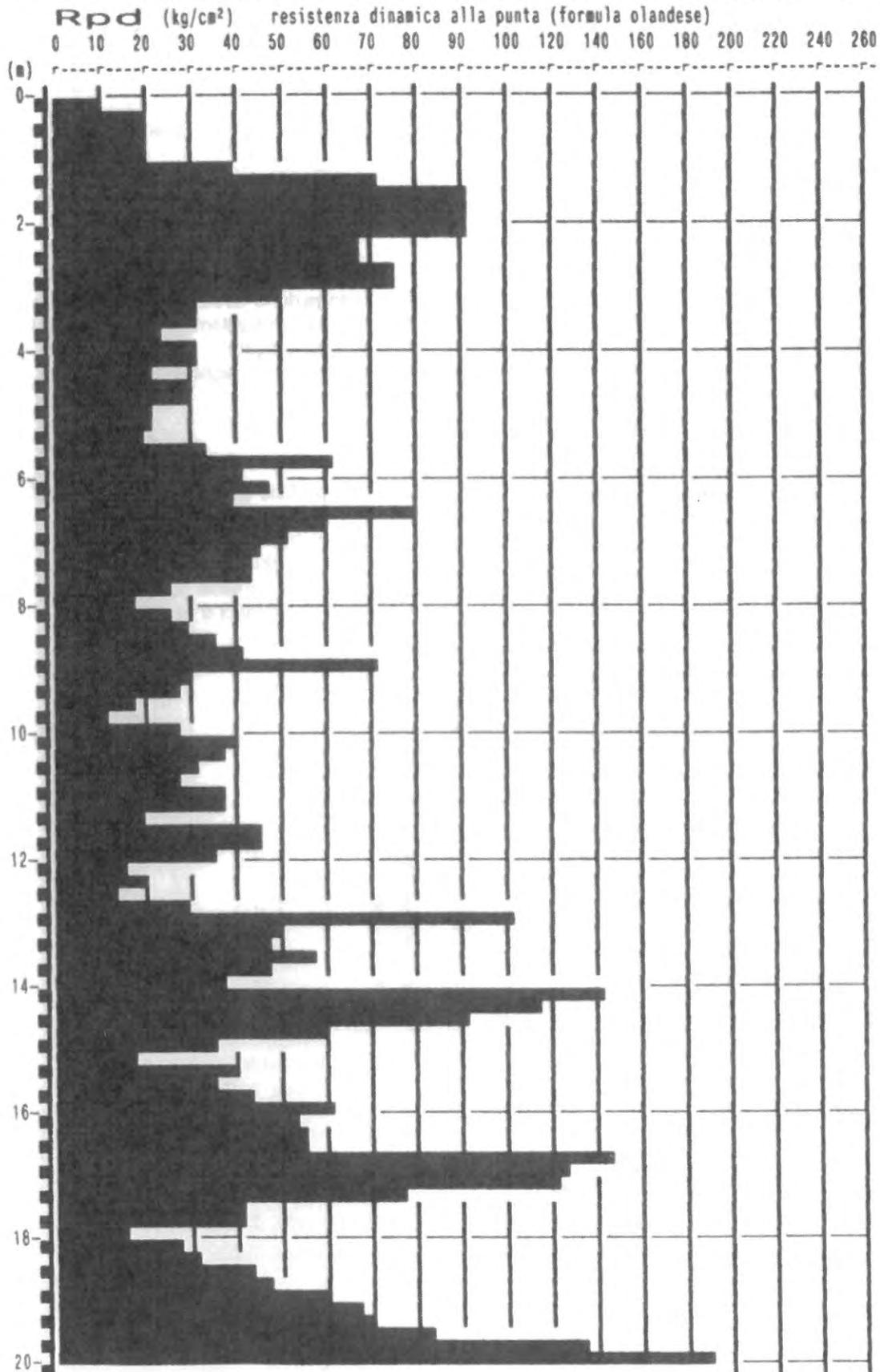


**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

n. 1
GPD-7-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) °δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 13 / 11 / 2011

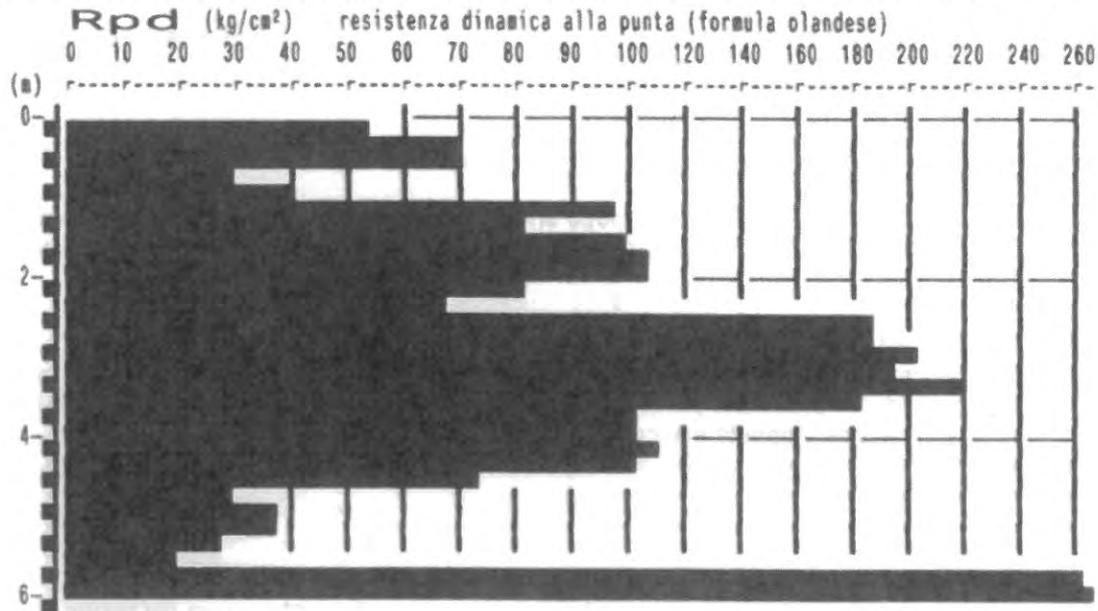


**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

n. 2
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) *δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 13 / 11 / 2011

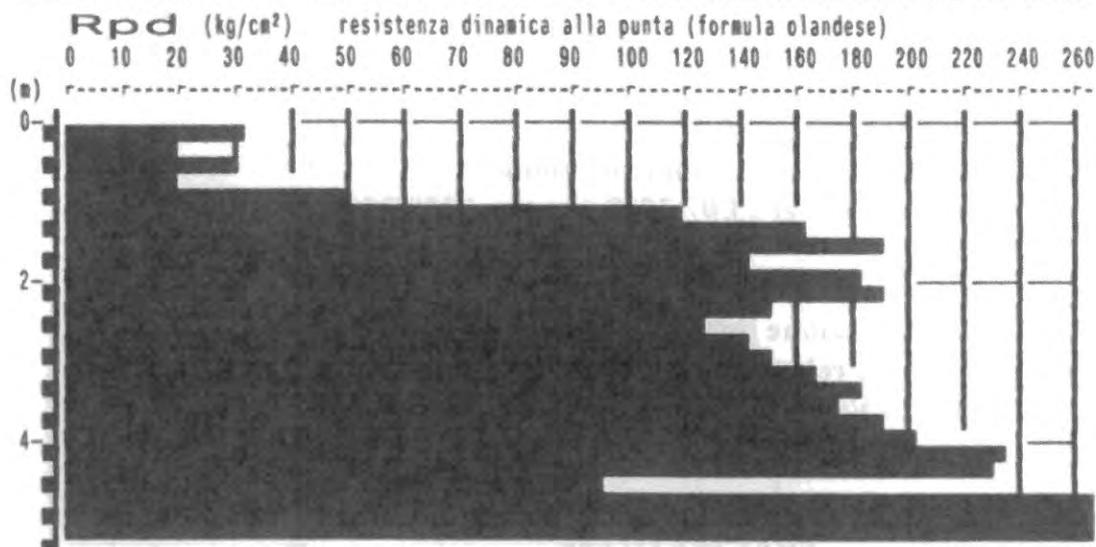


**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

n. 3
GPD-2-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
Cantiere : Declassata raddoppio
Località : Soccorso - PRATO
note : lato Sud - Via T.Tasso

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
N = N(20) 'δ = 20 cmé
quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
prof. falda = 13.50 m da quota inizio
data : 14 / 11 / 2011

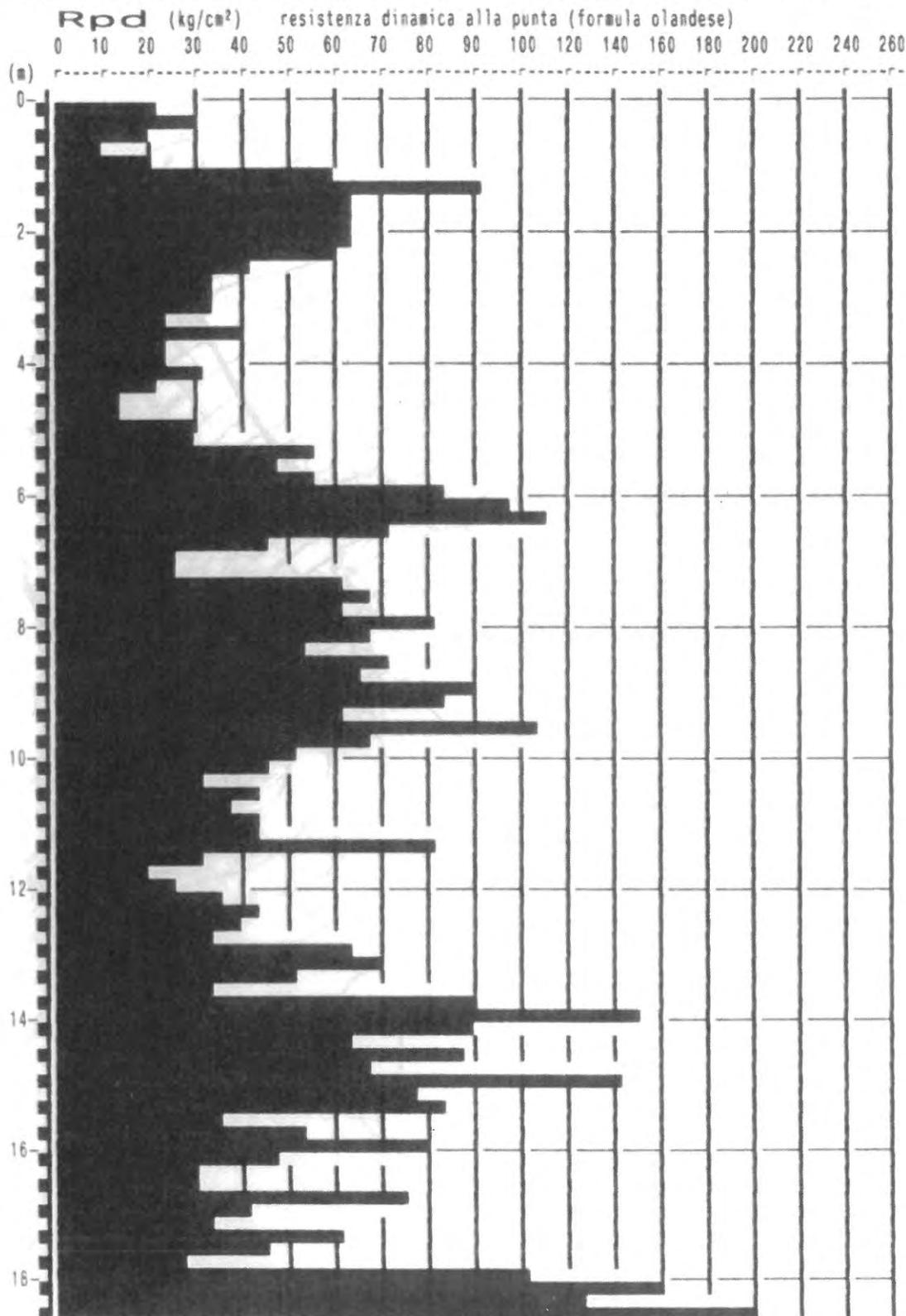


PROVA PENETROMETR. DINAMICA
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA

n. 4
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
Cantiere : Declassata raddoppio
Località : Soccorso - PRATO
note : lato Sud - Via T.Tasso

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
N = N(20) 'δ = 20 cmé
quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
prof. falda =13.50 m da quota inizio
data : 14 / 11 / 2011

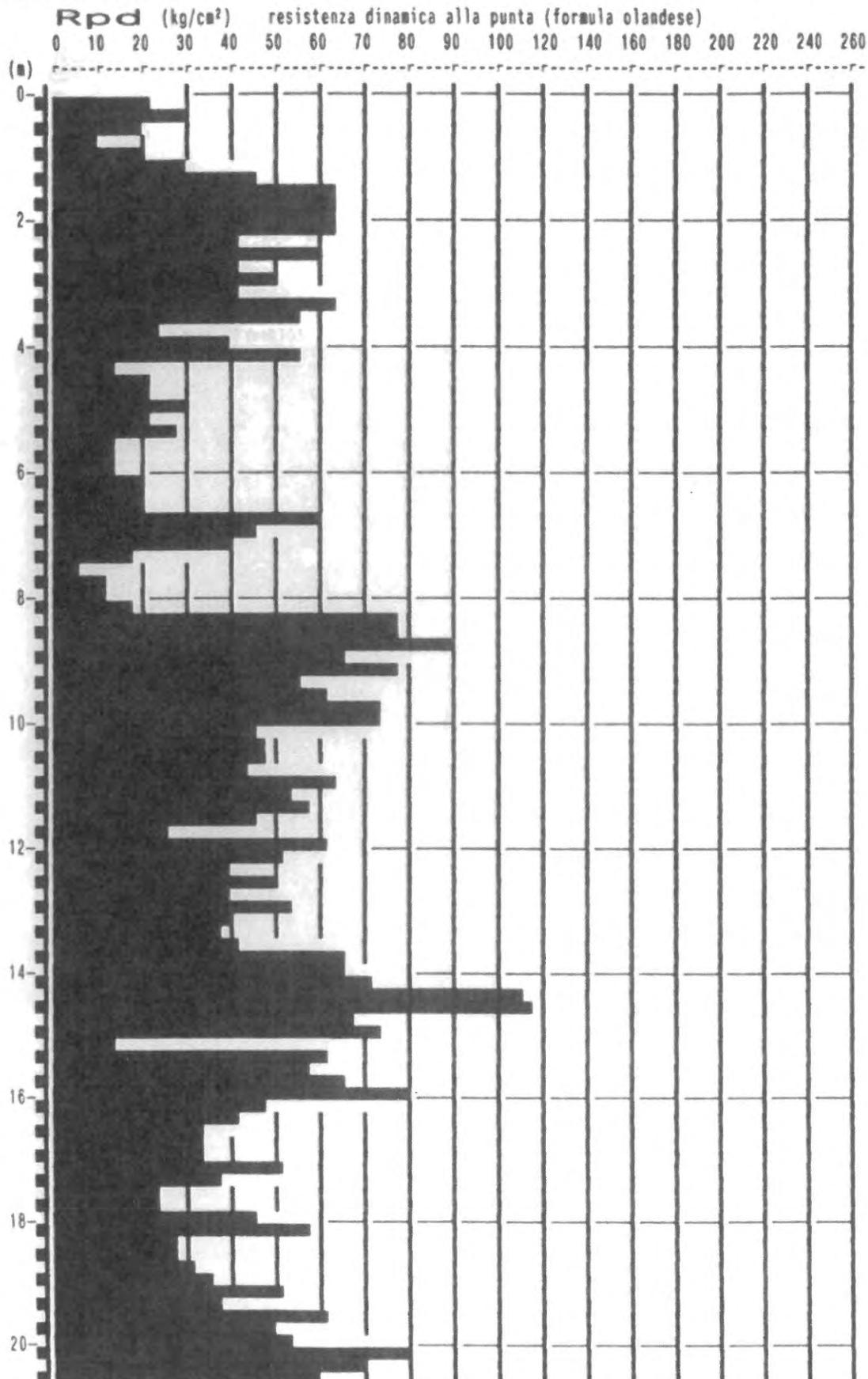


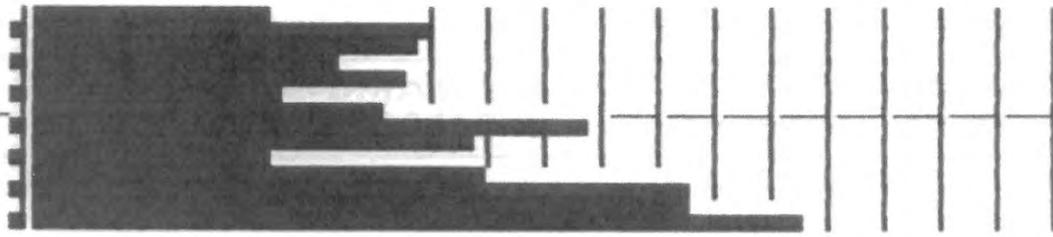
PROVA PENETROMETR. DINAMICA
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA

n. 5
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
Cantiere : Declassata raddoppio
Località : Soccorso - PRATO
note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
N = N(20) *δ = 20 cmé
quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
prof. falda =13.50 m da quota inizio
data : 15 / 11 / 2011



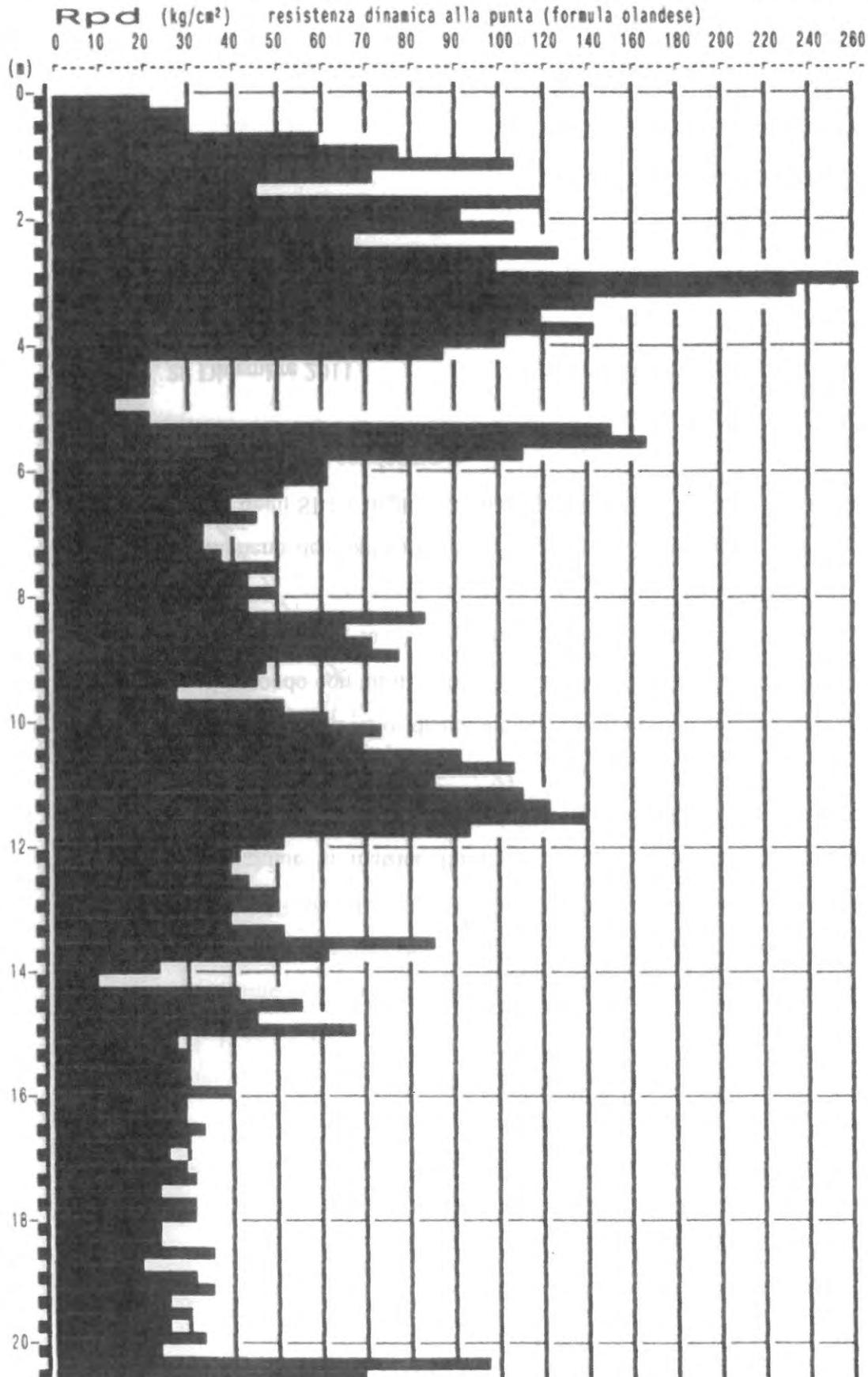


**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

n. 6
GPD-7-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
Cantiere : Declassata raddoppio
Località : Soccorso - PRATO
note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
N = N(20) *δ = 20 cmé
quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
prof. falda =13.50 m da quota inizio
data : 14 / 11 / 2011

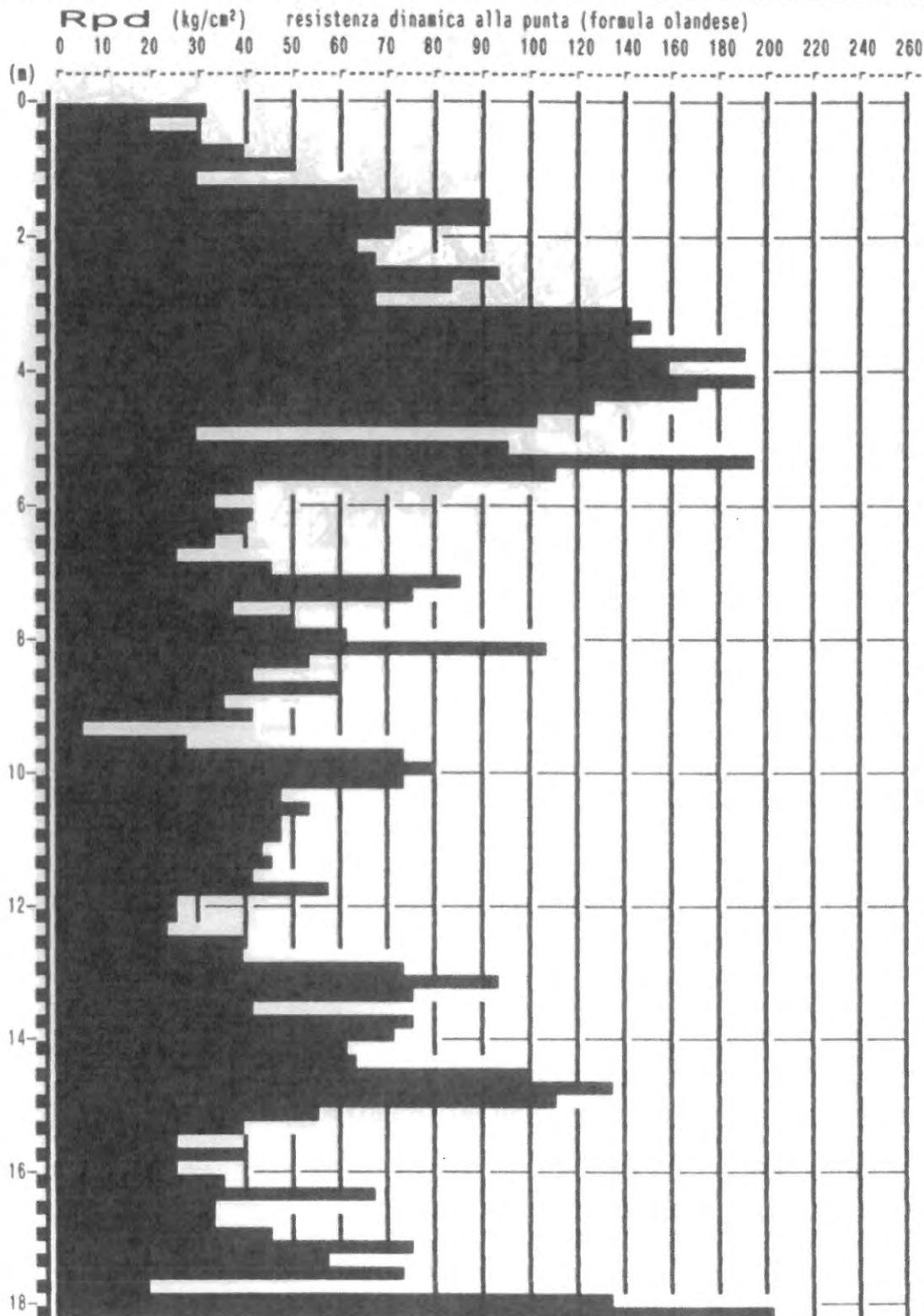


PROVA PENETROMETR. DINAMICA DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA

n. 7
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
Cantiere : Declassata raddoppio
Località : Soccorso - PRATO
note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
N = N(20) °δ = 20 cmé
quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
prof. falda =13.50 m da quota inizio
data : 15 / 11 / 2011

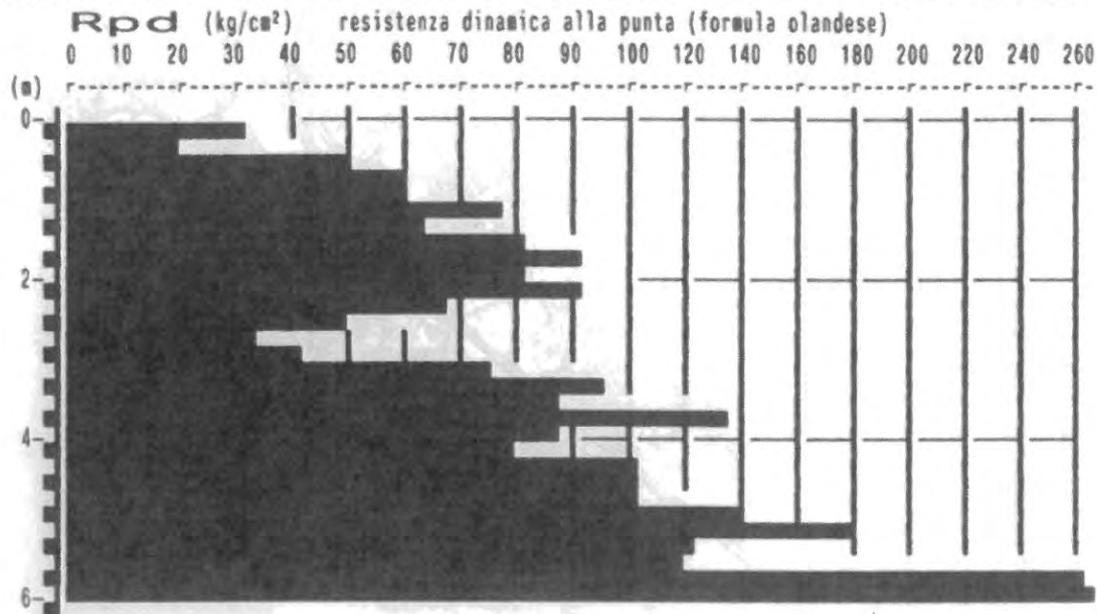


**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

n. 8
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
Cantiere : Declassata raddoppio
Località : Soccorso - PRATO
note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
N = N(20) °δ = 20 cmé
quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
prof. falda =13.50 m da quota inizio
data : 15 / 11 / 2011



**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA**
n. 1
 GPD-Z-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) °δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda = 13.50 m da quota inizio
 data : 13 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	1.0	10.8	1	8.00- 8.20	4.0	25.1	9
0.20- 0.40	2.0	19.7	2	8.20- 8.40	5.0	29.8	10
0.40- 0.60	2.0	19.7	2	8.40- 8.60	6.0	35.7	10
0.60- 0.80	2.0	19.7	2	8.60- 8.80	7.0	41.7	10
0.80- 1.00	2.0	19.7	2	8.80- 9.00	12.0	71.4	10
1.00- 1.20	4.0	39.5	2	9.00- 9.20	5.0	29.8	10
1.20- 1.40	8.0	73.0	3	9.20- 9.40	5.0	28.4	11
1.40- 1.60	10.0	91.2	3	9.40- 9.60	3.0	17.0	11
1.60- 1.80	10.0	91.2	3	9.60- 9.80	2.0	11.3	11
1.80- 2.00	10.0	91.2	3	9.80-10.00	5.0	28.4	11
2.00- 2.20	10.0	91.2	3	10.00-10.20	7.0	39.7	11
2.20- 2.40	8.0	67.8	4	10.20-10.40	7.0	37.9	12
2.40- 2.60	8.0	67.8	4	10.40-10.60	6.0	32.5	12
2.60- 2.80	9.0	76.3	4	10.60-10.80	5.0	27.1	12
2.80- 3.00	9.0	76.3	4	10.80-11.00	7.0	37.9	12
3.00- 3.20	6.0	50.9	4	11.00-11.20	7.0	37.9	12
3.20- 3.40	4.0	31.7	5	11.20-11.40	4.0	20.7	13
3.40- 3.60	4.0	31.7	5	11.40-11.60	9.0	46.6	13
3.60- 3.80	3.0	23.8	5	11.60-11.80	9.0	46.6	13
3.80- 4.00	4.0	31.7	5	11.80-12.00	7.0	36.3	13
4.00- 4.20	4.0	31.7	5	12.00-12.20	3.0	15.5	13
4.20- 4.40	3.0	22.3	6	12.20-12.40	4.0	19.9	14
4.40- 4.60	4.0	29.7	6	12.40-12.60	3.0	14.9	14
4.60- 4.80	4.0	29.7	6	12.60-12.80	6.0	29.8	14
4.80- 5.00	3.0	22.3	6	12.80-13.00	21.0	104.3	14
5.00- 5.20	3.0	22.3	6	13.00-13.20	10.0	49.7	14
5.20- 5.40	3.0	21.0	7	13.20-13.40	10.0	47.7	15
5.40- 5.60	5.0	35.0	7	13.40-13.60	12.0	57.2	15
5.60- 5.80	9.0	62.9	7	13.60-13.80	10.0	47.7	15
5.80- 6.00	6.0	42.0	7	13.80-14.00	8.0	38.2	15
6.00- 6.20	7.0	49.0	7	14.00-14.20	30.0	143.1	15
6.20- 6.40	6.0	39.7	8	14.20-14.40	25.0	114.7	16
6.40- 6.60	12.0	79.3	8	14.40-14.60	20.0	91.8	16
6.60- 6.80	9.0	59.5	8	14.60-14.80	13.0	59.6	16
6.80- 7.00	8.0	52.9	8	14.80-15.00	8.0	36.7	16
7.00- 7.20	7.0	46.3	8	15.00-15.20	4.0	18.4	16
7.20- 7.40	7.0	43.8	9	15.20-15.40	9.0	39.8	17
7.40- 7.60	7.0	43.8	9	15.40-15.60	8.0	35.3	17
7.60- 7.80	4.0	25.1	9	15.60-15.80	10.0	44.2	17
7.80- 8.00	3.0	18.8	9	15.80-16.00	14.0	61.9	17

s e g u e

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
16.00-16.20	12.0	53.0	17	18.00-18.20	7.0	28.8	19
16.20-16.40	13.0	55.4	18	18.20-18.40	8.0	31.8	20
16.40-16.60	13.0	55.4	18	18.40-18.60	11.0	43.8	20
16.60-16.80	35.0	149.2	18	18.60-18.80	12.0	47.8	20
16.80-17.00	30.0	127.9	18	18.80-19.00	15.0	59.7	20
17.00-17.20	29.0	123.6	18	19.00-19.20	17.0	67.6	20
17.20-17.40	19.0	78.2	19	19.20-19.40	18.0	69.3	21
17.40-17.60	10.0	41.2	19	19.40-19.60	22.0	84.7	21
17.60-17.80	10.0	41.2	19	19.60-19.80	35.0	134.8	21
17.80-18.00	4.0	16.5	19	19.80-20.00	50.0	192.6	21

PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA
n. 2
 GPD-Z-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) ²δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 13 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	5.0	53.8	1	3.00- 3.20	23.0	194.9	4
0.20- 0.40	7.0	69.1	2	3.20- 3.40	28.0	221.7	5
0.40- 0.60	7.0	69.1	2	3.40- 3.60	23.0	182.1	5
0.60- 0.80	3.0	29.6	2	3.60- 3.80	13.0	102.9	5
0.80- 1.00	4.0	39.5	2	3.80- 4.00	13.0	102.9	5
1.00- 1.20	10.0	98.7	2	4.00- 4.20	14.0	110.8	5
1.20- 1.40	9.0	82.1	3	4.20- 4.40	14.0	104.0	6
1.40- 1.60	11.0	100.3	3	4.40- 4.60	10.0	74.3	6
1.60- 1.80	12.0	109.4	3	4.60- 4.80	4.0	29.7	6
1.80- 2.00	12.0	109.4	3	4.80- 5.00	5.0	37.1	6
2.00- 2.20	9.0	82.1	3	5.00- 5.20	5.0	37.1	6
2.20- 2.40	8.0	67.8	4	5.20- 5.40	4.0	28.0	7
2.40- 2.60	22.0	186.5	4	5.40- 5.60	3.0	21.0	7
2.60- 2.80	22.0	186.5	4	5.60- 5.80	38.0	265.8	7
2.80- 3.00	24.0	203.4	4	5.80- 6.00	50.0	349.7	7

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA**
**n. 3
GPD-2-92**

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) °δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 14 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	3.0	32.3	1	2.60- 2.80	17.0	144.1	4
0.20- 0.40	2.0	19.7	2	2.80- 3.00	18.0	152.6	4
0.40- 0.60	3.0	29.6	2	3.00- 3.20	20.0	169.5	4
0.60- 0.80	2.0	19.7	2	3.20- 3.40	23.0	182.1	5
0.80- 1.00	5.0	49.4	2	3.40- 3.60	22.0	174.2	5
1.00- 1.20	12.0	118.4	2	3.60- 3.80	24.0	190.0	5
1.20- 1.40	18.0	164.2	3	3.80- 4.00	26.0	205.8	5
1.40- 1.60	21.0	191.5	3	4.00- 4.20	30.0	237.5	5
1.60- 1.80	16.0	145.9	3	4.20- 4.40	31.0	230.2	6
1.80- 2.00	20.0	182.4	3	4.40- 4.60	13.0	96.5	6
2.00- 2.20	21.0	191.5	3	4.60- 4.80	37.0	274.6	6
2.20- 2.40	18.0	152.6	4	4.80- 5.00	42.0	311.9	6
2.40- 2.60	15.0	127.1	4	5.00- 5.20	50.0	371.3	6

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA**
n. 4
 GPD-2-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm

Cantiere : Declassata raddoppio

Località : Soccorso - PRATO

note : lato Sud - Via T.Tasso

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

N = N(20) *δ = 20 cmé

quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.

prof. falda =13.50 m da quota inizio

data : 14 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	2.0	21.5	1	8.00- 8.20	11.0	68.9	9
0.20- 0.40	3.0	29.6	2	8.20- 8.40	9.0	53.6	10
0.40- 0.60	2.0	19.7	2	8.40- 8.60	12.0	71.4	10
0.60- 0.80	1.0	9.9	2	8.60- 8.80	11.0	65.5	10
0.80- 1.00	2.0	19.7	2	8.80- 9.00	15.0	89.3	10
1.00- 1.20	6.0	59.2	2	9.00- 9.20	14.0	83.3	10
1.20- 1.40	10.0	91.2	3	9.20- 9.40	11.0	62.4	11
1.40- 1.60	7.0	63.8	3	9.40- 9.60	19.0	107.8	11
1.60- 1.80	7.0	63.8	3	9.60- 9.80	12.0	68.1	11
1.80- 2.00	7.0	63.8	3	9.80-10.00	9.0	51.0	11
2.00- 2.20	7.0	63.8	3	10.00-10.20	8.0	45.4	11
2.20- 2.40	7.0	59.3	4	10.20-10.40	6.0	32.5	12
2.40- 2.60	5.0	42.4	4	10.40-10.60	8.0	43.3	12
2.60- 2.80	4.0	33.9	4	10.60-10.80	7.0	37.9	12
2.80- 3.00	4.0	33.9	4	10.80-11.00	8.0	43.3	12
3.00- 3.20	4.0	33.9	4	11.00-11.20	8.0	43.3	12
3.20- 3.40	3.0	23.8	5	11.20-11.40	16.0	82.9	13
3.40- 3.60	5.0	39.6	5	11.40-11.60	6.0	31.1	13
3.60- 3.80	3.0	23.8	5	11.60-11.80	4.0	20.7	13
3.80- 4.00	3.0	23.8	5	11.80-12.00	5.0	25.9	13
4.00- 4.20	4.0	31.7	5	12.00-12.20	7.0	36.3	13
4.20- 4.40	3.0	22.3	6	12.20-12.40	9.0	44.7	14
4.40- 4.60	2.0	14.9	6	12.40-12.60	8.0	39.7	14
4.60- 4.80	2.0	14.9	6	12.60-12.80	7.0	34.8	14
4.80- 5.00	4.0	29.7	6	12.80-13.00	13.0	64.6	14
5.00- 5.20	4.0	29.7	6	13.00-13.20	14.0	69.5	14
5.20- 5.40	8.0	56.0	7	13.20-13.40	11.0	52.5	15
5.40- 5.60	7.0	49.0	7	13.40-13.60	7.0	33.4	15
5.60- 5.80	8.0	56.0	7	13.60-13.80	19.0	90.6	15
5.80- 6.00	12.0	83.9	7	13.80-14.00	32.0	152.6	15
6.00- 6.20	14.0	97.9	7	14.00-14.20	19.0	90.6	15
6.20- 6.40	17.0	112.3	8	14.20-14.40	14.0	64.2	16
6.40- 6.60	11.0	72.7	8	14.40-14.60	19.0	87.2	16
6.60- 6.80	7.0	46.3	8	14.60-14.80	15.0	68.8	16
6.80- 7.00	4.0	26.4	8	14.80-15.00	31.0	142.2	16
7.00- 7.20	4.0	26.4	8	15.00-15.20	17.0	78.0	16
7.20- 7.40	10.0	62.6	9	15.20-15.40	19.0	84.0	17
7.40- 7.60	11.0	68.9	9	15.40-15.60	8.0	35.3	17
7.60- 7.80	10.0	62.6	9	15.60-15.80	12.0	53.0	17
7.80- 8.00	13.0	81.4	9	15.80-16.00	18.0	79.5	17

s e g u e

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
16.00-16.20	11.0	48.6	17	17.40-17.60	11.0	45.3	19
16.20-16.40	7.0	29.8	18	17.60-17.80	7.0	28.8	19
16.40-16.60	7.0	29.8	18	17.80-18.00	25.0	102.9	19
16.60-16.80	18.0	76.7	18	18.00-18.20	39.0	160.5	19
16.80-17.00	10.0	42.6	18	18.20-18.40	32.0	127.3	20
17.00-17.20	8.0	34.1	18	18.40-18.60	50.0	199.0	20
17.20-17.40	15.0	61.7	19				

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA**
n. 5
 GPD-Z-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Nord - Via Marengo

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) 'δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 15 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	2.0	21.5	1	8.00- 8.20	3.0	18.8	9
0.20- 0.40	3.0	29.6	2	8.20- 8.40	13.0	77.4	10
0.40- 0.60	2.0	19.7	2	8.40- 8.60	13.0	77.4	10
0.60- 0.80	1.0	9.9	2	8.60- 8.80	15.0	89.3	10
0.80- 1.00	2.0	19.7	2	8.80- 9.00	11.0	65.5	10
1.00- 1.20	3.0	29.6	2	9.00- 9.20	13.0	77.4	10
1.20- 1.40	5.0	45.6	3	9.20- 9.40	10.0	56.7	11
1.40- 1.60	7.0	63.8	3	9.40- 9.60	11.0	62.4	11
1.60- 1.80	7.0	63.8	3	9.60- 9.80	13.0	73.7	11
1.80- 2.00	7.0	63.8	3	9.80-10.00	13.0	73.7	11
2.00- 2.20	7.0	63.8	3	10.00-10.20	8.0	45.4	11
2.20- 2.40	5.0	42.4	4	10.20-10.40	9.0	48.7	12
2.40- 2.60	7.0	59.3	4	10.40-10.60	9.0	48.7	12
2.60- 2.80	5.0	42.4	4	10.60-10.80	8.0	43.3	12
2.80- 3.00	6.0	50.9	4	10.80-11.00	12.0	65.0	12
3.00- 3.20	5.0	42.4	4	11.00-11.20	10.0	54.2	12
3.20- 3.40	8.0	63.3	5	11.20-11.40	11.0	57.0	13
3.40- 3.60	7.0	55.4	5	11.40-11.60	9.0	46.6	13
3.60- 3.80	3.0	23.8	5	11.60-11.80	5.0	25.9	13
3.80- 4.00	5.0	39.6	5	11.80-12.00	12.0	62.2	13
4.00- 4.20	7.0	55.4	5	12.00-12.20	10.0	51.8	13
4.20- 4.40	2.0	14.9	6	12.20-12.40	8.0	39.7	14
4.40- 4.60	3.0	22.3	6	12.40-12.60	10.0	49.7	14
4.60- 4.80	3.0	22.3	6	12.60-12.80	8.0	39.7	14
4.80- 5.00	4.0	29.7	6	12.80-13.00	11.0	54.6	14
5.00- 5.20	3.0	22.3	6	13.00-13.20	8.0	39.7	14
5.20- 5.40	4.0	28.0	7	13.20-13.40	8.0	38.2	15
5.40- 5.60	2.0	14.0	7	13.40-13.60	9.0	42.9	15
5.60- 5.80	2.0	14.0	7	13.60-13.80	14.0	66.8	15
5.80- 6.00	2.0	14.0	7	13.80-14.00	14.0	66.8	15
6.00- 6.20	3.0	21.0	7	14.00-14.20	15.0	71.6	15
6.20- 6.40	3.0	19.8	8	14.20-14.40	24.0	110.1	16
6.40- 6.60	3.0	19.8	8	14.40-14.60	25.0	114.7	16
6.60- 6.80	9.0	59.5	8	14.60-14.80	15.0	68.8	16
6.80- 7.00	7.0	46.3	8	14.80-15.00	16.0	73.4	16
7.00- 7.20	6.0	39.7	8	15.00-15.20	3.0	13.8	16
7.20- 7.40	3.0	18.8	9	15.20-15.40	14.0	61.9	17
7.40- 7.60	1.0	6.3	9	15.40-15.60	13.0	57.4	17
7.60- 7.80	2.0	12.5	9	15.60-15.80	15.0	66.3	17
7.80- 8.00	2.0	12.5	9	15.80-16.00	18.0	79.5	17

s e g u e

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
16.00-16.20	11.0	48.6	17	19.80-20.00	14.0	53.9	21
16.20-16.40	10.0	42.6	18	20.00-20.20	21.0	80.9	21
16.40-16.60	8.0	34.1	18	20.20-20.40	19.0	70.9	22
16.60-16.80	8.0	34.1	18	20.40-20.60	16.0	59.7	22
16.80-17.00	8.0	34.1	18	20.60-20.80	11.0	41.0	22
17.00-17.20	12.0	51.1	18	20.80-21.00	19.0	70.9	22
17.20-17.40	9.0	37.0	19	21.00-21.20	18.0	67.2	22
17.40-17.60	6.0	24.7	19	21.20-21.40	15.0	54.3	23
17.60-17.80	6.0	24.7	19	21.40-21.60	18.0	65.1	23
17.80-18.00	11.0	45.3	19	21.60-21.80	12.0	43.4	23
18.00-18.20	14.0	57.6	19	21.80-22.00	17.0	61.5	23
18.20-18.40	7.0	27.9	20	22.00-22.20	27.0	97.7	23
18.40-18.60	7.0	27.9	20	22.20-22.40	22.0	77.3	24
18.60-18.80	8.0	31.8	20	22.40-22.60	12.0	42.2	24
18.80-19.00	9.0	35.8	20	22.60-22.80	23.0	80.8	24
19.00-19.20	13.0	51.7	20	22.80-23.00	38.0	133.5	24
19.20-19.40	10.0	38.5	21	23.00-23.20	38.0	133.5	24
19.40-19.60	16.0	61.6	21	23.20-23.40	50.0	170.7	25
19.60-19.80	13.0	50.1	21				

PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA
n. 6
 GPD-Z-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Nord - Via Marengo

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) °δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 14 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	2.0	21.5	1	8.00- 8.20	7.0	43.8	9
0.20- 0.40	3.0	29.6	2	8.20- 8.40	14.0	83.3	10
0.40- 0.60	3.0	29.6	2	8.40- 8.60	11.0	65.5	10
0.60- 0.80	6.0	59.2	2	8.60- 8.80	12.0	71.4	10
0.80- 1.00	8.0	79.0	2	8.80- 9.00	13.0	77.4	10
1.00- 1.20	11.0	108.6	2	9.00- 9.20	8.0	47.6	10
1.20- 1.40	8.0	73.0	3	9.20- 9.40	8.0	45.4	11
1.40- 1.60	5.0	45.6	3	9.40- 9.60	5.0	28.4	11
1.60- 1.80	13.0	118.6	3	9.60- 9.80	9.0	51.0	11
1.80- 2.00	10.0	91.2	3	9.80-10.00	11.0	62.4	11
2.00- 2.20	12.0	109.4	3	10.00-10.20	13.0	73.7	11
2.20- 2.40	8.0	67.8	4	10.20-10.40	13.0	70.4	12
2.40- 2.60	15.0	127.1	4	10.40-10.60	17.0	92.1	12
2.60- 2.80	12.0	101.7	4	10.60-10.80	20.0	108.3	12
2.80- 3.00	31.0	262.8	4	10.80-11.00	16.0	86.7	12
3.00- 3.20	28.0	237.3	4	11.00-11.20	21.0	113.7	12
3.20- 3.40	18.0	142.5	5	11.20-11.40	24.0	124.4	13
3.40- 3.60	15.0	118.8	5	11.40-11.60	27.0	139.9	13
3.60- 3.80	18.0	142.5	5	11.60-11.80	18.0	93.3	13
3.80- 4.00	13.0	102.9	5	11.80-12.00	10.0	51.8	13
4.00- 4.20	11.0	87.1	5	12.00-12.20	8.0	41.5	13
4.20- 4.40	3.0	22.3	6	12.20-12.40	8.0	39.7	14
4.40- 4.60	3.0	22.3	6	12.40-12.60	9.0	44.7	14
4.60- 4.80	3.0	22.3	6	12.60-12.80	10.0	49.7	14
4.80- 5.00	2.0	14.9	6	12.80-13.00	10.0	49.7	14
5.00- 5.20	3.0	22.3	6	13.00-13.20	8.0	39.7	14
5.20- 5.40	22.0	153.9	7	13.20-13.40	11.0	52.5	15
5.40- 5.60	24.0	167.9	7	13.40-13.60	18.0	85.9	15
5.60- 5.80	16.0	111.9	7	13.60-13.80	13.0	62.0	15
5.80- 6.00	9.0	62.9	7	13.80-14.00	5.0	23.9	15
6.00- 6.20	9.0	62.9	7	14.00-14.20	2.0	9.5	15
6.20- 6.40	8.0	52.9	8	14.20-14.40	9.0	41.3	16
6.40- 6.60	6.0	39.7	8	14.40-14.60	12.0	55.1	16
6.60- 6.80	7.0	46.3	8	14.60-14.80	10.0	45.9	16
6.80- 7.00	5.0	33.0	8	14.80-15.00	15.0	68.8	16
7.00- 7.20	5.0	33.0	8	15.00-15.20	6.0	27.5	16
7.20- 7.40	6.0	37.6	9	15.20-15.40	7.0	30.9	17
7.40- 7.60	8.0	50.1	9	15.40-15.60	7.0	30.9	17
7.60- 7.80	7.0	43.8	9	15.60-15.80	7.0	30.9	17
7.80- 8.00	8.0	50.1	9	15.80-16.00	9.0	39.8	17

s e g u e

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
16.00-16.20	7.0	30.9	17	18.60-18.80	5.0	19.9	20
16.20-16.40	7.0	29.8	18	18.80-19.00	8.0	31.8	20
16.40-16.60	8.0	34.1	18	19.00-19.20	9.0	35.8	20
16.60-16.80	7.0	29.8	18	19.20-19.40	7.0	27.0	21
16.80-17.00	6.0	25.6	18	19.40-19.60	8.0	30.8	21
17.00-17.20	7.0	29.8	18	19.60-19.80	7.0	27.0	21
17.20-17.40	8.0	32.9	19	19.80-20.00	9.0	34.7	21
17.40-17.60	6.0	24.7	19	20.00-20.20	6.0	23.1	21
17.60-17.80	8.0	32.9	19	20.20-20.40	26.0	97.0	22
17.80-18.00	8.0	32.9	19	20.40-20.60	19.0	70.9	22
18.00-18.20	6.0	24.7	19	20.60-20.80	18.0	67.2	22
18.20-18.40	6.0	23.9	20	20.80-21.00	16.0	59.7	22
18.40-18.60	9.0	35.8	20	21.00-21.20	50.0	186.6	22

PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA
n. 7
 GPD-2-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm

Cantiere : Declassata raddoppio

Località : Soccorso - PRATO

note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

N = N(20) °δ = 20 cmé

quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.

prof. falda =13.50 m da quota inizio

data : 15 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	3.0	32.3	1	8.00- 8.20	17.0	106.5	9
0.20- 0.40	2.0	19.7	2	8.20- 8.40	9.0	53.6	10
0.40- 0.60	3.0	29.6	2	8.40- 8.60	7.0	41.7	10
0.60- 0.80	4.0	39.5	2	8.60- 8.80	10.0	59.5	10
0.80- 1.00	5.0	49.4	2	8.80- 9.00	6.0	35.7	10
1.00- 1.20	3.0	29.6	2	9.00- 9.20	7.0	41.7	10
1.20- 1.40	7.0	63.8	3	9.20- 9.40	1.0	5.7	11
1.40- 1.60	10.0	91.2	3	9.40- 9.60	5.0	28.4	11
1.60- 1.80	10.0	91.2	3	9.60- 9.80	13.0	73.7	11
1.80- 2.00	8.0	73.0	3	9.80-10.00	14.0	79.4	11
2.00- 2.20	7.0	63.8	3	10.00-10.20	13.0	73.7	11
2.20- 2.40	8.0	67.8	4	10.20-10.40	9.0	48.7	12
2.40- 2.60	11.0	93.2	4	10.40-10.60	10.0	54.2	12
2.60- 2.80	10.0	84.8	4	10.60-10.80	9.0	48.7	12
2.80- 3.00	8.0	67.8	4	10.80-11.00	9.0	48.7	12
3.00- 3.20	17.0	144.1	4	11.00-11.20	8.0	43.3	12
3.20- 3.40	19.0	150.4	5	11.20-11.40	9.0	46.6	13
3.40- 3.60	18.0	142.5	5	11.40-11.60	8.0	41.5	13
3.60- 3.80	24.0	190.0	5	11.60-11.80	11.0	57.0	13
3.80- 4.00	20.0	158.3	5	11.80-12.00	5.0	25.9	13
4.00- 4.20	25.0	197.9	5	12.00-12.20	5.0	25.9	13
4.20- 4.40	23.0	170.8	6	12.20-12.40	5.0	24.8	14
4.40- 4.60	17.0	126.3	6	12.40-12.60	8.0	39.7	14
4.60- 4.80	14.0	104.0	6	12.60-12.80	8.0	39.7	14
4.80- 5.00	4.0	29.7	6	12.80-13.00	15.0	74.5	14
5.00- 5.20	13.0	96.5	6	13.00-13.20	19.0	94.4	14
5.20- 5.40	28.0	195.8	7	13.20-13.40	16.0	76.3	15
5.40- 5.60	16.0	111.9	7	13.40-13.60	9.0	42.9	15
5.60- 5.80	6.0	42.0	7	13.60-13.80	16.0	76.3	15
5.80- 6.00	5.0	35.0	7	13.80-14.00	15.0	71.6	15
6.00- 6.20	6.0	42.0	7	14.00-14.20	13.0	62.0	15
6.20- 6.40	6.0	39.7	8	14.20-14.40	14.0	64.2	16
6.40- 6.60	5.0	33.0	8	14.40-14.60	22.0	100.9	16
6.60- 6.80	4.0	26.4	8	14.60-14.80	30.0	137.6	16
6.80- 7.00	7.0	46.3	8	14.80-15.00	24.0	110.1	16
7.00- 7.20	13.0	85.9	8	15.00-15.20	12.0	55.1	16
7.20- 7.40	12.0	75.2	9	15.20-15.40	9.0	39.8	17
7.40- 7.60	6.0	37.6	9	15.40-15.60	6.0	26.5	17
7.60- 7.80	8.0	50.1	9	15.60-15.80	9.0	39.8	17
7.80- 8.00	10.0	62.6	9	15.80-16.00	6.0	26.5	17

s e g u e

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
16.00-16.20	8.0	35.3	17	17.20-17.40	14.0	57.6	19
16.20-16.40	16.0	68.2	18	17.40-17.60	18.0	74.1	19
16.40-16.60	8.0	34.1	18	17.60-17.80	5.0	20.6	19
16.60-16.80	8.0	34.1	18	17.80-18.00	33.0	135.8	19
16.80-17.00	11.0	46.9	18	18.00-18.20	50.0	205.8	19
17.00-17.20	18.0	76.7	18				

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
TABELLE VALORI RESISTENZA**
n. 8
 GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm

Cantiere : Declassata raddoppio

Località : Soccorso - PRATO

note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

N = N(20) "δ = 20 cmé

quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.

prof. falda =13.50 m da quota inizio

data : 15 / 11 / 2011

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00- 0.20	3.0	32.3	1	3.00- 3.20	9.0	76.3	4
0.20- 0.40	2.0	19.7	2	3.20- 3.40	12.0	95.0	5
0.40- 0.60	5.0	49.4	2	3.40- 3.60	11.0	87.1	5
0.60- 0.80	6.0	59.2	2	3.60- 3.80	17.0	134.6	5
0.80- 1.00	6.0	59.2	2	3.80- 4.00	11.0	87.1	5
1.00- 1.20	8.0	79.0	2	4.00- 4.20	10.0	79.2	5
1.20- 1.40	7.0	63.8	3	4.20- 4.40	14.0	104.0	6
1.40- 1.60	9.0	82.1	3	4.40- 4.60	14.0	104.0	6
1.60- 1.80	10.0	91.2	3	4.60- 4.80	14.0	104.0	6
1.80- 2.00	9.0	82.1	3	4.80- 5.00	19.0	141.1	6
2.00- 2.20	10.0	91.2	3	5.00- 5.20	24.0	178.2	6
2.20- 2.40	8.0	67.8	4	5.20- 5.40	18.0	125.9	7
2.40- 2.60	6.0	50.9	4	5.40- 5.60	17.0	118.9	7
2.60- 2.80	4.0	33.9	4	5.60- 5.80	38.0	265.8	7
2.80- 3.00	5.0	42.4	4	5.80- 6.00	50.0	349.7	7

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 1
 GPD-Z-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) *δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 13 / 11 / 2011

M = valore medio min = valore minimo Max = valore massimo s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 1.00	N	1.8	1.0	2.0	1.4	---	---	---	2	2.00	4
	Rpd	18	11	20	14	---	---	---	18		
1.00- 3.00	N	8.6	4.0	10.0	6.3	1.8	6.8	10.4	9	2.00	17
	Rpd	77	39	91	58	16	60	93	77		
3.00- 5.60	N	3.8	3.0	6.0	3.4	0.9	2.9	4.7	4	2.00	8
	Rpd	29	21	51	25	8	22	37	29		
5.60-12.80	N	6.2	2.0	12.0	4.1	2.4	3.8	8.5	6	2.00	12
	Rpd	37	11	79	24	16	21	52	37		
12.80-19.40	N	14.4	4.0	35.0	9.2	7.8	6.6	22.2	14	2.00	29
	Rpd	63	16	149	40	35	28	98	63		
19.40-20.00	N	35.7	22.0	50.0	28.8	---	---	---	36	1.52	54
	Rpd	137	85	193	111	---	---	---	137		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)

 Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

 β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico β_t = 1.52)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N * TENTATIVO DI CORRELAZIONE é

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 2
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) *δ = 20 cm²
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 13 / 11 / 2011

M = valore medio min = valore minimo Max = valore massimo s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 1.00	N	5.2	3.0	7.0	4.1	---	---	---	5	2.00	10
	Rpd	52	30	69	41	---	---	---	52		
1.00- 2.40	N	10.1	8.0	12.0	9.1	1.6	8.6	11.7	10	2.00	20
	Rpd	93	68	109	80	16	77	109	92		
2.40- 4.60	N	18.7	10.0	28.0	14.4	6.0	12.7	24.7	19	2.00	37
	Rpd	152	74	222	113	52	99	204	152		
4.60- 5.60	N	4.2	3.0	5.0	3.6	---	---	---	4	2.00	8
	Rpd	31	21	37	26	---	---	---	31		
5.60- 6.00	N	44.0	38.0	50.0	41.0	---	---	---	44	1.52	67
	Rpd	308	266	350	287	---	---	---	308		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)
 Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico βt = 1.52)
 Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N * TENTATIVO DI CORRELAZIONE é

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 3
 GPD-Z-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) *δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 14 / 11 / 2011

M = valore medio min = valore minimo Max = valore massimo s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 1.00	N	3.0	2.0	5.0	2.5	---	---	---	3	2.00	6
	Rpd	30	20	49	25	---	---	---	30		
1.00- 3.00	N	17.6	12.0	21.0	14.8	2.8	14.8	20.4	18	2.00	35
	Rpd	157	118	192	138	25	132	182	157		
3.00- 4.60	N	23.6	13.0	31.0	18.3	5.7	17.9	29.4	24	2.00	47
	Rpd	186	97	238	141	44	142	230	186		
4.60- 5.20	N	43.0	37.0	50.0	40.0	---	---	---	43	1.52	65
	Rpd	319	275	371	297	---	---	---	319		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)

 Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico βt = 1.52)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N * TENTATIVO DI CORRELAZIONE è

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 4
GPD-Z-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Sud - Via T.Tasso

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) *δ = 20 cmé
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 14 / 11 / 2011

M = valore medio min = valore minimo Max = valore massimo s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 1.00	N	2.0	1.0	3.0	1.5	---	---	---	2	2.00	4
	Rpd	20	10	30	15	---	---	---	20		
1.00- 2.60	N	7.0	5.0	10.0	6.0	1.4	5.6	8.4	7	2.00	14
	Rpd	63	42	91	53	13	50	77	63		
2.60- 5.20	N	3.5	2.0	5.0	2.7	0.9	2.6	4.3	4	2.00	7
	Rpd	27	15	40	21	8	20	35	28		
5.20-12.80	N	9.6	4.0	19.0	6.8	3.6	6.0	13.3	10	2.00	19
	Rpd	58	21	112	39	23	34	81	57		
12.80-18.00	N	14.9	7.0	32.0	10.9	6.8	8.0	21.7	15	2.00	30
	Rpd	67	29	153	48	32	35	99	67		
18.00-18.60	N	40.3	32.0	50.0	36.2	---	---	---	40	1.52	61
	Rpd	162	127	199	145	---	---	---	162		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)
 Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico β_t = 1.52)
 Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N * TENTATIVO DI CORRELAZIONE è

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 5
 GPD-2-92

 PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■
 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm
 Cantiere : Declassata raddoppio
 Località : Soccorso - PRATO
 note : lato Nord - Via Marengo

 uso rivestimento/fanghi iniezione : NO
 N = N(20) *δ = 20 cm²
 quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.
 prof. falda =13.50 m da quota inizio
 data : 15 / 11 / 2011

M = valore medio min = valore minimo Max = valore massimo s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 1.20	N	2.2	1.0	3.0	1.6	0.8	1.4	2.9	2	2.00	4
	Rpd	22	10	30	16	7	14	29	22		
1.20- 4.20	N	6.1	3.0	8.0	4.5	1.3	4.7	7.4	6	2.00	12
	Rpd	52	24	64	38	12	40	64	52		
4.20- 6.60	N	2.8	2.0	4.0	2.4	0.7	2.1	3.6	3	2.00	6
	Rpd	20	14	30	17	5	15	25	20		
6.60-13.60	N	8.9	1.0	15.0	4.9	3.5	5.3	12.4	9	2.00	18
	Rpd	49	6	89	28	20	29	69	49		
13.60-19.00	N	11.9	3.0	25.0	7.4	5.2	6.7	17.0	12	2.00	24
	Rpd	52	14	115	33	25	27	77	52		
19.00-22.80	N	16.6	10.0	27.0	13.3	4.5	12.1	21.1	17	2.00	33
	Rpd	62	39	98	50	16	46	77	61		
22.80-23.40	N	42.0	38.0	50.0	40.0	---	---	---	42	1.52	64
	Rpd	146	134	171	140	---	---	---	146		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)

 Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

 β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico β_t = 1.52)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N * TENTATIVO DI CORRELAZIONE è

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 6
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm

Cantiere : Declassata raddoppio

Località : Soccorso - PRATO

note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

N = N(20) δ = 20 cmé

quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.

prof. falda =13.50 m da quota inizio

data : 14 / 11 / 2011

M = valore medio

min = valore minimo

Max = valore massimo

s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 0.80	N	3.5	2.0	6.0	2.8	---	---	---	4	2.00	7
	Rpd	35	22	59	28	---	---	---	35		
0.80- 2.80	N	10.2	5.0	15.0	7.6	3.0	7.2	13.2	10	2.00	20
	Rpd	92	46	127	69	26	67	118	92		
2.80- 5.80	N	14.0	2.0	31.0	8.0	9.7	4.3	23.7	14	2.00	28
	Rpd	109	15	263	62	79	30	188	109		
5.80-13.80	N	11.3	5.0	27.0	8.1	5.3	6.0	16.5	11	2.00	23
	Rpd	63	28	140	46	26	36	89	63		
13.80-20.20	N	7.5	2.0	15.0	4.8	2.2	5.3	9.8	8	2.00	15
	Rpd	32	10	69	21	10	22	42	32		
20.20-21.20	N	25.8	16.0	50.0	20.9	---	---	---	26	1.52	39
	Rpd	96	60	187	78	---	---	---	96		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)

Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico β_t = 1.52)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N

* TENTATIVO DI CORRELAZIONE é

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 7
 GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm

Cantiere : Declassata raddoppio

Località : Soccorso - PRATO

note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

N = N(20) °δ = 20 cmé

quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.

prof. falda =13.50 m da quota inizio

data : 15 / 11 / 2011

M = valore medio

min = valore minimo

Max = valore massimo

s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 1.20	N	3.3	2.0	5.0	2.7	1.0	2.3	4.4	3	2.00	7
	Rpd	33	20	49	27	10	23	43	33		
1.20- 3.00	N	8.8	7.0	11.0	7.9	1.5	7.3	10.3	9	2.00	18
	Rpd	77	64	93	71	13	65	90	78		
3.00- 5.60	N	18.3	4.0	28.0	11.2	6.2	12.1	24.5	18	2.00	37
	Rpd	140	30	198	85	47	93	187	140		
5.60-12.80	N	8.2	1.0	17.0	4.6	3.3	4.9	11.4	8	2.00	16
	Rpd	48	6	106	27	20	28	68	48		
12.80-17.80	N	13.6	5.0	30.0	9.3	6.1	7.5	19.7	14	2.00	27
	Rpd	62	21	138	41	29	33	91	62		
17.80-18.20	N	41.5	33.0	50.0	37.3	---	---	---	42	1.52	63
	Rpd	171	136	206	153	---	---	---	171		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)

 Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico βt = 1.52)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N * TENTATIVO DI CORRELAZIONE é

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**
n. 8
 GPD-2-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

 M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm² - D = 50.5 mm

Cantiere : Declassata raddoppio

Località : Soccorso - PRATO

note : lato Nord - Via Marengo

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

N = N(20) °δ = 20 cmé

quota inizio : base rilev./+1m ca.da p.str.

prof. falda =13.50 m da quota inizio

data : 15 / 11 / 2011

M = valore medio

min = valore minimo

Max = valore massimo

s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
0.00- 1.00	N	4.4	2.0	6.0	3.2	---	---	---	4	2.00	9
	Rpd	44	20	59	32	---	---	---	44		
1.00- 3.20	N	7.7	4.0	10.0	5.9	2.0	5.7	9.7	8	1.52	12
	Rpd	69	34	91	52	19	50	89	69		
3.20- 5.60	N	15.1	10.0	24.0	12.5	4.1	11.0	19.2	15	2.00	30
	Rpd	113	79	178	96	28	85	141	113		
5.60- 6.00	N	44.0	38.0	50.0	41.0	---	---	---	44	1.52	67
	Rpd	308	266	350	287	---	---	---	308		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)

 Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico βt = 1.52)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) ; Nspt = β N * TENTATIVO DI CORRELAZIONE é

Dr.Geol.GIANCARLO BEGGIATO - Prato - Tel.0574-38385 St.- 462613 Ab.

Località : Soccorso PRATO - Declassata

PROVA S.P.T. n. 1

verticale n. 1

quota inizio : base rilev.a +1m da p.strada

press.vert.eff.consol. p'vo = 0.46 kg/cm²

profond.prova = 2.50 m

profond.falda = 13.50 m

peso di volume : terreno sopra falda γ (t/m³) = 1.85 terreno sotto falda γ' (t/m³) = 0.85

descrizione/note : media Nspt mezzeria strato da -1.00 a -4.00 m

Nspt (colpi/30cm) = 25 (nessuna correzione applicata)

TERRENO NATURA GRANULARE NORMALMENTE CONSOLIDATO N.C.

1 - DENSITA' RELATIVA Dr %

Terzaghi - Peck (1948) : sabbie profund.limitata	Dr % = 58
Gibbs - Holtz (1957) : sabbie grosse/fini lim.	Dr % = 97
Peck - Bazaraa (1969) : correz.met.Gibbs-Holtz	Dr % = 66
Marcuson-Bieganouski(1977) : sabbie fini/grosse N.C.	Dr % = ---
Marcuson-Bieganouski(1977) : sabbie fini/grosse S.C.	Dr % = ---
Baldi-Jamiolkowski (1985) : sabbie N.C.camera calibr.	Dr % = 99
valutaz. grado di addensamento (Raccomandazioni A.G.I. 1977) :	MODERATAMENTE ADDENSATO

2 - ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE ϕ' (gradi)

Peck-Hanson-Thorburn (1953) : sabbia prof.limit.	ϕ' (gr.) = 35
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine > 5%)	ϕ' (gr.) = 34
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine < 5%)	ϕ' (gr.) = 39
De Mello (1974) : sabbia prof. > 2 m	ϕ' (gr.) = 47
Schmertmann (1977) : *** sabbia fine uniforme	ϕ' (gr.) = 37
sabbia media unif./sabbia fine ben graduata	ϕ' (gr.) = 39
sabbia grossa unif./sabb.media ben graduata	ϕ' (gr.) = 41
ghiaietto unif./sabbia e ghiaia poco limosa	ϕ' (gr.) = 43
***** (Dr % secondo Peck-Bazaraa 1969)	
Shioi-Fukui 1982 (J.Road Bridge Specification)	ϕ' (gr.) = -- (p'vo > 1.5 kg/cm ²)
Shioi-Fukui 1982 (Japanese National Railway)	ϕ' (gr.) = -- (p'vo > 1.5 kg/cm ²)

4 - MODULO EDOMETRICO DI DEFORMAZIONE M_0 (kg/cm²)

Trofimenkov (1974) : sabbie - valore minimo	M_0 (kg/cm ²) = 489
Trofimenkov (1974) : sabbie - valore massimo	M_0 (kg/cm ²) = 699
Begemann (1974) : limi con sabbia (Grecia)	M_0 (kg/cm ²) = 82
Begemann (1974) : ghiaie con sabbia (Grecia)	M_0 (kg/cm ²) = 337
Webb (1969) : sabbie argillose	M_0 (kg/cm ²) = 100
Webb (1969) : sabbie sature	M_0 (kg/cm ²) = ---

5 - MODULO DI DEFORMAZIONE (YOUNG) DRENATO E' (kg/cm²)

D'Appolonia e al.(1970) : sabbie e ghiaie N.C.	E' (kg/cm ²) = 384
D'Appolonia e al.(1970) : sabbie sovr.cons.S.C.	E' (kg/cm ²) = ---
Webb (1970) : sabbie argillose	E' (kg/cm ²) = 97
Webb (1970) : sabbie sature	E' (kg/cm ²) = ---
Pasqualini (1983) : sabbie fini/s.fini.lim.	E' (kg/cm ²) = 357

Località : Soccorso PRATO - Declassata

PROVA S.P.T. n. 2

verticale n. 1

quota inizio : base rilev.a +1m da p.strada

press.vert.eff.consol. p'vo = 0.93 kg/cm²

profond.prova = 5.00 m

profond.falda = 13.50 m

peso di volume : terreno sopra falda γ (t/m³) = 1.85 terreno sotto falda γ' (t/m³) = 0.85

descrizione/note : media Nspt mezzeria strato da -4.00 a -6.00 m

Nspt (colpi/30cm) = 20

(nessuna correzione applicata)

TERRENO NATURA GRANULARE NORMALMENTE CONSOLIDATO N.C.

1 - DENSITA' RELATIVA Dr %

Terzaghi - Peck (1948) : sabbie profond.limitata	Dr % = 50
Gibbs - Holtz (1957) : sabbie grosse/fini lim.	Dr % = 74
Peck - Bazaraa (1969) : correz.met.Gibbs-Holtz	Dr % = 49
Marcuson-Bieganouski(1977) : sabbie fini/grosse N.C.	Dr % = ---
Marcuson-Bieganouski(1977) : sabbie fini/grosse S.C.	Dr % = ---
Baldi-Jamiolkowski (1985) : sabbie N.C.camera calibr.	Dr % = 81
valutaz. grado di addensamento (Raccomandazioni A.G.I. 1977) :	MODERATAMENTE ADDENSATO

2 - ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE ϕ' (gradi)

Peck-Hanson-Thorburn (1953) : sabbia prof.limit.	ϕ' (gr.) = 33
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine > 5%)	ϕ' (gr.) = 33
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine < 5%)	ϕ' (gr.) = 38
De Mello (1974) : sabbia prof. > 2 m	ϕ' (gr.) = 42
Schmertmann (1977) : *** sabbia fine uniforme	ϕ' (gr.) = 35
sabbia media unif./sabbia fine ben graduata	ϕ' (gr.) = 37
sabbia grossa unif./sabb.media ben graduata	ϕ' (gr.) = 39
ghiaietto unif./sabbia e ghiaia poco limosa	ϕ' (gr.) = 42
***** (Dr % secondo Peck-Bazaraa 1969)	
Shioi-Fukui 1982 (J.Road Bridge Specification)	ϕ' (gr.) = -- (p'vo > 1.5 kg/cm ²)
Shioi-Fukui 1982 (Japanese National Railway)	ϕ' (gr.) = -- (p'vo > 1.5 kg/cm ²)

4 - MODULO EDOMETRICO DI DEFORMAZIONE Mo (kg/cm²)

Trofimenkov (1974) : sabbie - valore minimo	Mo(kg/cm ²) = 455
Trofimenkov (1974) : sabbie - valore massimo	Mo(kg/cm ²) = 651
Begemann (1974) : limi con sabbia (Grecia)	Mo(kg/cm ²) = 73
Begemann (1974) : ghiaie con sabbia (Grecia)	Mo(kg/cm ²) = 295
Webb (1969) : sabbie argillose	Mo(kg/cm ²) = 83
Webb (1969) : sabbie sature	Mo(kg/cm ²) = ---

5 - MODULO DI DEFORMAZIONE (YOUNG) DRENATO E' (kg/cm²)

D'Appolonia e al.(1970) : sabbie e ghiaie N.C.	E'(kg/cm ²) = 345
D'Appolonia e al.(1970) : sabbie sovr.cons.S.C.	E'(kg/cm ²) = ---
Webb (1970) : sabbie argillose	E'(kg/cm ²) = 81
Webb (1970) : sabbie sature	E'(kg/cm ²) = ---
Pasqualini (1983) : sabbie fini/s.fini.lim.	E'(kg/cm ²) = 319

Dr. Geol. GIANCARLO BEGGIATO - Prato - Tel. 0574-38385 St. - 462613 Ab.

Località : Soccorso PRATO - Declassata

PROVA S.P.T. n. 3

verticale n. 1

quota inizio : base rilev. a +1m da p.strada

press. vert. eff. consol. p'vo = 1.76 kg/cm²

profond. prova = 9.50 m

profond. falda = 13.50 m

peso di volume : terreno sopra falda γ (t/m³) = 1.85 terreno sotto falda γ' (t/m³) = 0.85

descrizione/note : media Nspt mezzeria strato da -6.00 a -13.00 m

Nspt (colpi/30cm) = 17

(nessuna correzione applicata)

TERRENO NATURA GRANULARE NORMALMENTE CONSOLIDATO N.C.

1 - DENSITA' RELATIVA Dr %

Terzaghi - Peck (1948) : sabbie profund. limitata	Dr % = 46
Gibbs - Holtz (1957) : sabbie grosse/fini lim.	Dr % = 55
Peck - Bazaraa (1969) : correz. met. Gibbs-Holtz	Dr % = 41
Marcuson-Bieganouski (1977) : sabbie fini/grosse N.C.	Dr % = ---
Marcuson-Bieganouski (1977) : sabbie fini/grosse S.C.	Dr % = ---
Baldi-Jamiolkowski (1985) : sabbie N.C. camera calibr.	Dr % = 65
valutaz. grado di addensamento (Raccomandazioni A.G.I. 1977) :	MODERATAMENTE ADDENSATO

2 - ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE ϕ' (gradi)

Peck-Hanson-Thorburn (1953) : sabbia prof. limit.	ϕ' (gr.) = 32
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine > 5%)	ϕ' (gr.) = 32
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine < 5%)	ϕ' (gr.) = 37
De Mello (1974) : sabbia prof. > 2 m	ϕ' (gr.) = 36
Schmertmann (1977) : *** sabbia fine uniforme	ϕ' (gr.) = 34
sabbia media unif./sabbia fine ben graduata	ϕ' (gr.) = 36
sabbia grossa unif./sabb. media ben graduata	ϕ' (gr.) = 39
ghiaietto unif./sabbia e ghiaia poco limosa	ϕ' (gr.) = 41
***** (Dr % secondo Peck-Bazaraa 1969)	
Shioi-Fukui 1982 (J. Road Bridge Specification)	ϕ' (gr.) = 31 (p'vo > 1.5 kg/cm ²)
Shioi-Fukui 1982 (Japanese National Railway)	ϕ' (gr.) = 32 (p'vo > 1.5 kg/cm ²)

4 - MODULO EDOMETRICO DI DEFORMAZIONE Mo (kg/cm²)

Trofimenkov (1974) : sabbie - valore minimo	Mo (kg/cm ²) = 431
Trofimenkov (1974) : sabbie - valore massimo	Mo (kg/cm ²) = 615
Begemann (1974) : limi con sabbia (Grecia)	Mo (kg/cm ²) = 67
Begemann (1974) : ghiaie con sabbia (Grecia)	Mo (kg/cm ²) = 269
Webb (1969) : sabbie argillose	Mo (kg/cm ²) = 73
Webb (1969) : sabbie sature	Mo (kg/cm ²) = ---

5 - MODULO DI DEFORMAZIONE (YOUNG) DRENATO E' (kg/cm²)

D'Appolonia e al. (1970) : sabbie e ghiaie N.C.	E' (kg/cm ²) = 322
D'Appolonia e al. (1970) : sabbie sovr. cons. S.C.	E' (kg/cm ²) = ---
Webb (1970) : sabbie argillose	E' (kg/cm ²) = 71
Webb (1970) : sabbie sature	E' (kg/cm ²) = ---
Pasqualini (1983) : sabbie fini/s. fini. lim.	E' (kg/cm ²) = 294

Località : Soccorso PRATO - Declassata

PROVA S.P.T. n. 4

verticale n. 1

quota inizio : base rilev.a +1m da p.strada

profond.prova = 16.00 m

press.vert.eff.consol. p'vo = 2.71 kg/cm²

profond.falda = 13.50 m

terreno immerso (sotto falda) !

peso di volume : terreno sopra falda γ (t/m³) = 1.85 terreno sotto falda γ' (t/m³) = 0.85

descrizione/note : media Nspt mezzeria strato da -13.00 a -19.00 m

Nspt (colpi/30cm) = 28

(nessuna correzione applicata)

TERRENO NATURA GRANULARE NORMALMENTE CONSOLIDATO N.C.

1 - DENSITA' RELATIVA Dr %

Terzaghi - Peck (1948) : sabbie profond.limitata	Dr % = 62
Gibbs - Holtz (1957) : sabbie grosse/fini lim.	Dr % = 60
Peck - Bazaraa (1969) : correz.met.Gibbs-Holtz	Dr % = 48
Marcuson-Bieganouski(1977) : sabbie fini/grosse N.C.	Dr % = ---
Marcuson-Bieganouski(1977) : sabbie fini/grosse S.C.	Dr % = ---
Baldi-Jamiolkowski (1985) : sabbie N.C.camera calibr.	Dr % = 73
valutaz. grado di addensamento (Raccomandazioni A.G.I. 1977) :	MODERATAMENTE ADDENSATO

2 - ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE ϕ' (gradi)

Peck-Hanson-Thorburn (1953) : sabbia prof.limit.	ϕ' (gr.) = 35
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine > 5%)	ϕ' (gr.) = 35
Meyerhof (1956) : sabbia (frazione fine < 5%)	ϕ' (gr.) = 40
De Mello (1974) : sabbia prof. > 2 m	ϕ' (gr.) = 37
Schwertmann (1977) : *** sabbia fine uniforme	ϕ' (gr.) = 35
sabbia media unif./sabbia fine ben graduata	ϕ' (gr.) = 37
sabbia grossa unif./sabb.media ben graduata	ϕ' (gr.) = 39
ghiaietto unif./sabbia e ghiaia poco limosa	ϕ' (gr.) = 42
***** (Dr % secondo Peck-Bazaraa 1969)	
Shioi-Fukui 1982 (J.Road Bridge Specification)	ϕ' (gr.) = 35 (p'vo > 1.5 kg/cm ²)
Shioi-Fukui 1982 (Japanese National Railway)	ϕ' (gr.) = 35 (p'vo > 1.5 kg/cm ²)

4 - MODULO EDOMETRICO DI DEFORMAZIONE M_o (kg/cm²)

Trofimenkov (1974) : sabbie - valore minimo	M_o (kg/cm ²) = 507
Trofimenkov (1974) : sabbie - valore massimo	M_o (kg/cm ²) = 724
Begemann (1974) : limi con sabbia (Grecia)	M_o (kg/cm ²) = 88
Begemann (1974) : ghiaie con sabbia (Grecia)	M_o (kg/cm ²) = 363
Webb (1969) : sabbie argillose	M_o (kg/cm ²) = 110
Webb (1969) : sabbie sature	M_o (kg/cm ²) = 215

5 - MODULO DI DEFORMAZIONE (YOUNG) DRENATO E' (kg/cm²)

D'Appolonia e al.(1970) : sabbie e ghiaie N.C.	E' (kg/cm ²) = 407
D'Appolonia e al.(1970) : sabbie sovr.cons.S.C.	E' (kg/cm ²) = ---
Webb (1970) : sabbie argillose	E' (kg/cm ²) = 106
Webb (1970) : sabbie sature	E' (kg/cm ²) = 210
Pasqualini (1983) : sabbie fini/s.fini.lim.	E' (kg/cm ²) = 378

INDAGINE GEOFISICA

Down Hole

(Tabelle – Diagrammi – Relazione)

**Sismica a rifrazione e Microtremori
Ubicazione basi e Staz. HVSR**

Rifrazione : Domocrone – Sezioni tomografiche

Microtremori : Elaborato HVSR

**Relazione
Caratterizzazione sismica di sito**

Lpgeognostica di Lando Pacinivia Garibaldi 34
51011 - Buggiano (PT)**Sondaggio Sismico Down-Hole**

Data: 13.02.2012

Down-Hole: DH1

Profondità: (m) 31

Sondaggio: S1

Distanza foro sorgente (onde P): 2,9

Quota: P.C.

Distanza foro sorgente (onde S): 2,9

Committente: Dott. Geol. Beggiato Giancarlo

Riferimento: Dott. Geol. Beggiato Giancarlo

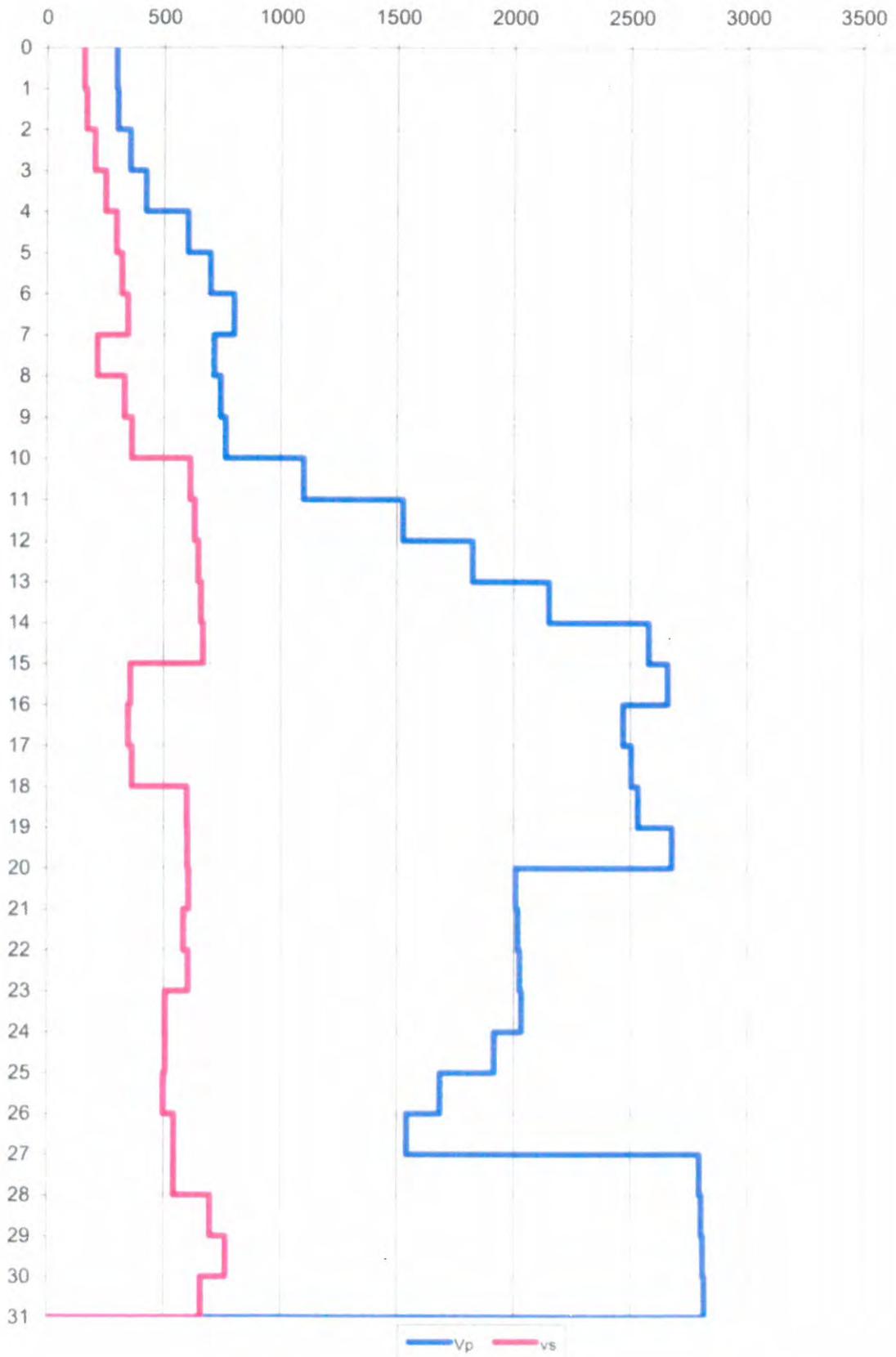
Località: via Marengo (PO)

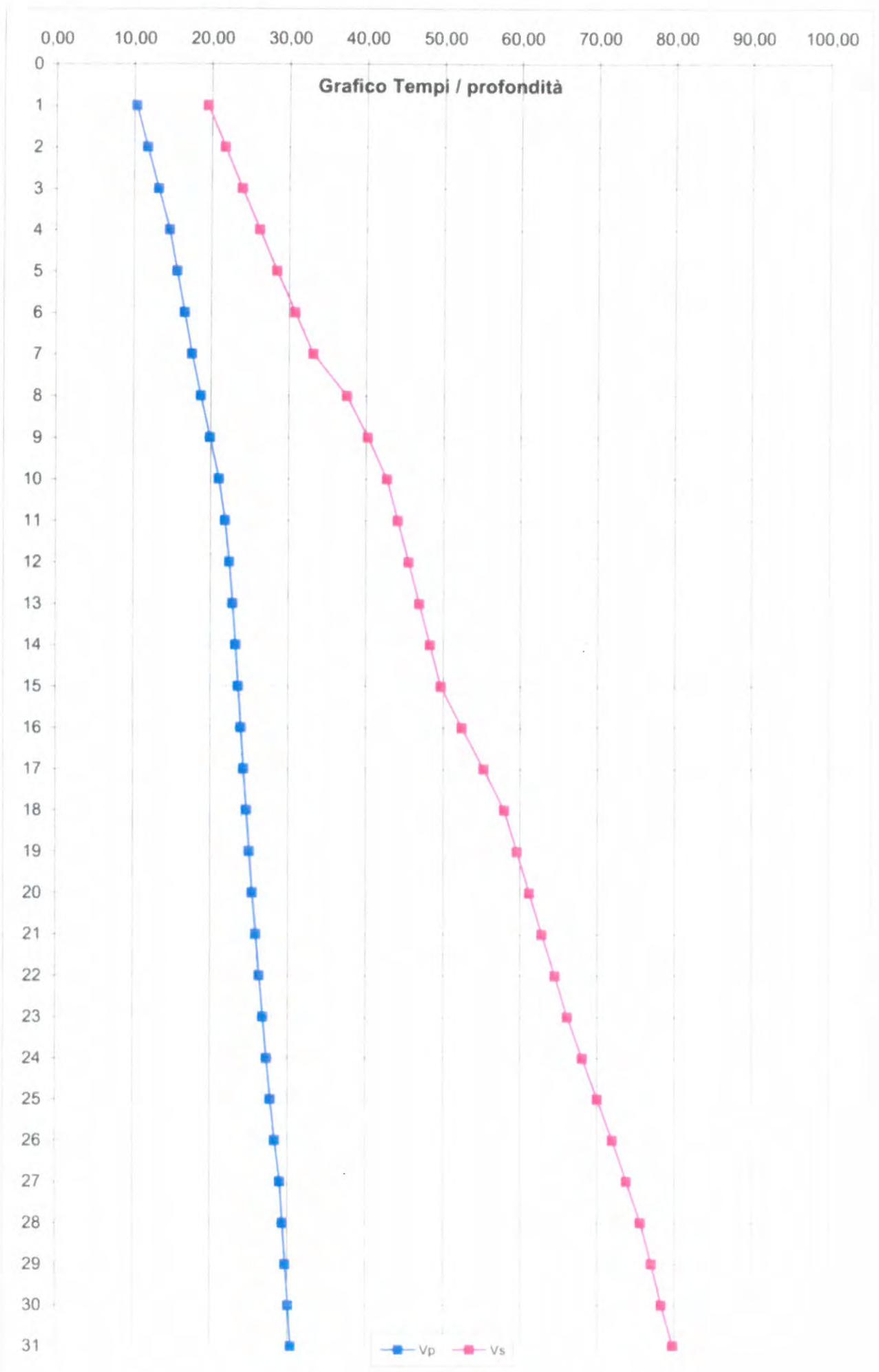
Vs30 = m/s

384

Profondità	Tempi misurati onde P	Tempi misurati onde S	Tempi corretti onde P	Tempi corretti onde S	Velocità intervallo onde P	Velocità intervallo onde S	Coeff. Poisson
m	ms	ms	ms	ms	m/s	m/s	
1,0	10,31	19,48	3,36	6,35	297	157	0,31
2,0	11,76	21,72	6,67	12,33	302	167	0,28
3,0	13,20	23,95	9,49	17,22	355	204	0,25
4,0	14,64	26,18	11,85	21,20	424	251	0,23
5,0	15,61	28,41	13,51	24,57	604	296	0,34
6,0	16,59	30,76	14,93	27,70	699	320	0,37
7,0	17,52	33,12	16,18	30,60	800	345	0,39
8,0	18,70	37,48	17,58	35,24	716	216	0,45
9,0	19,88	40,19	18,92	38,26	745	331	0,38
10,0	21,06	42,69	20,23	41,00	766	364	0,35
11,0	21,86	44,09	21,14	42,63	1100	613	0,27
12,0	22,42	45,49	21,79	44,22	1527	632	0,40
13,0	22,89	46,89	22,34	45,76	1824	647	0,43
14,0	23,29	48,28	22,81	47,28	2151	658	0,45
15,0	23,62	49,68	23,19	48,78	2579	668	0,46
16,0	23,95	52,42	23,57	51,58	2661	357	0,49
17,0	24,32	55,24	23,97	54,45	2469	348	0,49
18,0	24,69	57,94	24,37	57,20	2504	364	0,49
19,0	25,06	59,55	24,77	58,87	2533	598	0,47
20,0	25,40	61,17	25,14	60,54	2678	601	0,47
21,0	25,88	62,78	25,64	62,19	2007	606	0,45
22,0	26,36	64,46	26,14	63,90	2017	583	0,45
23,0	26,84	66,08	26,63	65,56	2025	603	0,45
24,0	27,32	68,03	27,12	67,54	2032	506	0,47
25,0	27,83	69,98	27,64	69,51	1916	506	0,46
26,0	28,41	71,96	28,24	71,51	1685	499	0,45
27,0	29,05	73,78	28,89	73,36	1541	543	0,43
28,0	29,40	75,60	29,24	75,20	2797	543	0,48
29,0	29,75	77,01	29,60	76,63	2805	697	0,47
30,0	30,10	78,30	29,96	77,94	2811	766	0,46
31,0	30,44	79,80	30,31	79,45	2816	659	0,47

Grafico Vp-Vs / profondità





Cantiere: **PRATO – Base rilevato Declassata lato Nord - Via Marengo** data: 13.02.2012

Committente: **Dott. Geol. BEGGIATO GIANCARLO** Dir. Tecnica: **Dott. Geol. BEGGIATO G.**

Tra le prospezioni geofisiche le misure sismiche in foro risultano avere specifica efficacia in quanto capaci di dettagliare al meglio le stratigrafie complesse.

L'uso di un perforo di sondaggio, debitamente attrezzato, permette anche la caratterizzazione degli spessori non interessati da SPT o prelievo di campioni indisturbati, ampliando la capacità di investigazione dei terreni interessati in primis mediante la visione diretta.

PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO

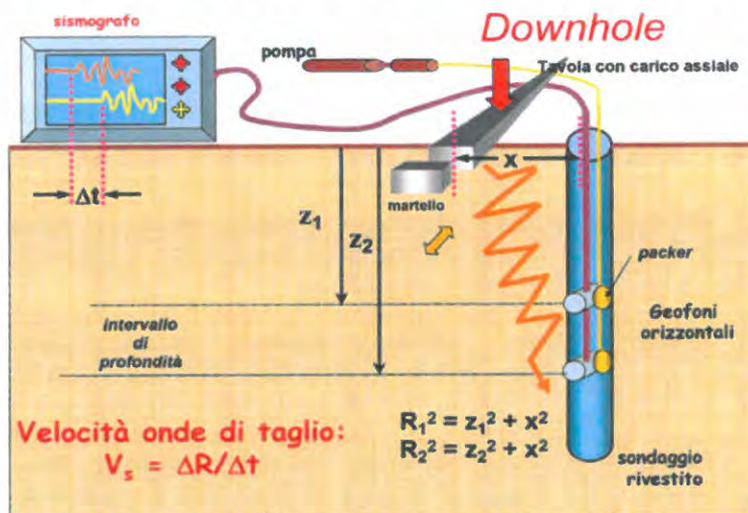
Lo scopo di tali prove consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione all'interno del litotipo in esame, mediante produzione di onde di compressione (onde *P*), di taglio (onde *S*) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità derivati (*VP*, *VS*), alcune proprietà meccaniche delle litologie investigate.

Le indagini sismiche che utilizzano i sondaggi sono utili per avere una sismostratigrafia dettagliata del sottosuolo. Si applicano vari metodi di indagine in foro:

- 1) Up hole
- 2) Down hole
- 3) Cross hole

Il metodo down hole, il più utilizzato, prevede la sistemazione della sorgente in superficie e la misura del tempo di percorso delle onde d'arrivo in foro sia delle onde *P* che delle *S*.

Per misurare le onde *P* ed *S* si provvede all'inserimento di una o più terne geofoniche, ciascuna terna composta da un geofono *P*, disposto in senso longitudinale all'asse del foro di sondaggio, e due geofoni orizzontali *S*, posizionati perpendicolarmente tra loro e con piano di scuotimento perpendicolare all'asse del foro, ovvero orizzontale; tale terna viene resa solidale al tubo di rivestimento mediante sistemi pneumatici o elettrici.



Il tubo di rivestimento può essere costituito da tubazione in PVC o da un tubo inclinometrico.

La buona cementazione del tubo di rivestimento al foro di sondaggio, garantisce la buona riuscita delle registrazioni. In alternativa, per particolari condizioni stratigrafiche, è ammissibile realizzare la misura in tubazione resa continua con le pareti del foro a mezzo di riempimento con acqua o boiaccia di bentonite. Al fine di impedire il sollevamento del tubo di rivestimento, in questi ultimi due casi si deve provvedere al contrappeso in testa. In alcune situazioni di particolare interesse e stratigrafie capaci di buona "tenuta" del foro di sondaggio, si può

operare senza tubazione di rivestimento. Ognuno dei metodi sopra esposti pone problemi nell'ottenere segnali completi e facilmente leggibili, propri del tipo e della qualità d'accoppiamento terna/terreno.

L'acquisizione dei dati si articola in due fasi: generazione ed acquisizione delle onde di compressione P e delle onde SH. Le onde P trovano produzione mediante massa battente in direzione verticale su piattello solidale al terreno; le onde SH sono prodotte dall'impatto di massa battente su traverso sovraccaricato al fine di renderlo solidale col terreno. La sorgente sismica è costituita, per sondaggi spinti a non oltre 50 m, da una massa battente (mazza dal peso di 10kg). Laddove necessario si potrà considerare l'utilizzo di masse maggiori con necessità di sollevamento mediante sistemi a carrucola che devono, comunque, garantire una silenziosità e controllo di caduta in fase di rilascio.

Per terreni con difficoltosa definizione del primo arrivo delle onde S, oltre alla sommatoria di n battute, si può attuare la sovrapposizione dei segnali generati mediante impatto con direzione inversa sul traverso. Tale tecnica produce l'inversione di fase dell'onda e la sovrapposizione tra due acquisizioni alla medesima profondità permette la migliore definizione del primo arrivo onde S.

L'analisi dei dati sismici provenienti da una prova Down Hole, consiste nel diagrammare i tempi di tragitto, misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore, in funzione della profondità, determinando la velocità verticale dei terreni incontrati nella perforazione ed i loro moduli elastici.

Il metodo più semplice per calcolare la velocità media negli intervalli tra due posizioni geofoniche contigue è quello di presupporre che le onde viaggino quasi verticalmente e che quindi la loro velocità apparente sia dz/dt dove dz è l'incremento infinitesimo di profondità e dt il corrispondente incremento dei tempi di arrivo.

Infatti il fronte d'onda ed il relativo raggio sismico non subiranno variazioni in presenza di eventuali discontinuità solo nel caso di incidenza normale, cioè quando la sorgente è molto prossima al pozzo, ed inoltre le superfici di discontinuità sono perpendicolari all'asse della perforazione stessa.

CORREZIONE

Mediante una applicazione su foglio elettronico (vedi tabulati allegati), i tempi letti sono corretti in funzione dello scarto di trigger (in più o in meno rispetto al tempo di trigger massimo) ed infine corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) attraverso la formula:

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

dove z è la profondità del ricevitore, d è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore, R la distanza superficiale tra sorgente e dentro del foro, t il tempo determinato dalle tracce di registrazione e t* il tempo corretto.

In genere però la condizione di grande prossimità tra sorgente e bocca-pozzo non è mai verificata, non solo per motivi logistici ma anche per evitare che l'onda elastica si trasmetta lungo il materiale di condizionamento del pozzo provocando fenomeni di disturbo ai segnali (onde di tubo).

Quindi la sorgente si colloca sempre ad una certa distanza d (non trascurabile), per cui è necessario correggere i tempi di arrivo in modo tale da ottenere i valori che si riscontrerebbero se il percorso dei raggi fosse verticale.

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio non inferiore al decimo di millisecondo. Ogni ritardo fra il momento dell'energizzazione fornita al terreno e l'inizio della registrazione sul sismografo si traduce in un errore significativo nei valori di velocità misurati.

Per annullare ogni effetto di ritardo, viene posizionato un geofono esterno, detto geofono spia, a distanza costante lungo l'intero step di acquisizione; non è necessario che il geofono spia sia collocato in prossimità del foro di sondaggio, anzi, al fine di ovviare l'intralcio alle operazioni di corda, se ne ritiene opportuna una distanza di almeno 3 m dal foro e altrettanto dalla zona di energizzazione.

La forma d'onda restituita da questo geofono viene acquisita su un canale del sismografo e viene analizzata separatamente rispetto a quello che avanza in profondità, in modo da poter valutare ogni possibile anticipo o ritardo del treno d'onda.

Il valore del tempo del primo fronte di arrivo a questo geofono è e deve essere sempre lo stesso per tutte le battute. Laddove sia presente un di scostamento dei valori di start deve esser provveduto ad un riassetto dei ritardi sui

canali delle terne geofoniche.

L'analisi dei dati prevede che le battute eseguite in diversi momenti, avanzando in profondità, vengano raccolte a ricostruire un unico sismogramma, identico a quello che sarebbe stato ricevuto da una catena di tanti geofoni quante sono le posizioni di misura nel foro. In particolare vengono raggruppate in un sismogramma le forme d'onda relative al geofono verticale P (asse z) e in un altro sismogramma le forme d'onda relative ai geofoni orizzontali S (assi x e y).

Il passo tra una lettura e l'altra è generalmente fissata in funzione della stratigrafia, preferendo comunque la permanenza del passo costante lungo l'intero foro di sondaggio. A meno di specifiche necessità geotecniche (ricerca del passaggio litologico di estremo dettaglio) il passo consigliato è definito in 1 m.

Il metodo geofisico down-hole consente la caratterizzazione meccanica dei terreni investigati mediante stima diretta della velocità di propagazione delle onde elastiche di compressione VP e di taglio VS, inoltre, qualora si conosca anche la densità "ρ", le caratteristiche meccaniche dei terreni investigati:

• $\nu = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$	rapporto di Poisson
• $G = \rho \cdot V_s^2$	modulo di taglio
• $E = 2 \cdot G \cdot (1 + \nu)$	modulo di Young
• $M = \frac{(\gamma \cdot V_p^2)}{g}$	modulo di compressibilità

Anche per quanto riguarda i profili sismici verticali, occorre precisare che non sempre gli spessori coincidono con quelli dei litotipi, poiché possono esserci strati contigui litologicamente diversi caratterizzati da valori simili delle velocità delle onde elastiche e così pure strati litologicamente omogenei in cui la velocità varia per una variazione di uno dei parametri fisici come ad esempio la porosità o il contenuto d'acqua che lo caratterizzano.

2.1.1. Onde S

Dopo la lettura dei tempi di arrivo del segnale sismico relativi ai percorsi scoppio-geofono ed una elaborazione preliminare del segnale (filtraggi, aggiustamenti in ampiezza, ecc.) si procede al calcolo della velocità. I tempi di primo arrivo letti dai sismogrammi sono posti in funzione della profondità della sorgente su un diagramma spazio-tempo eseguendo così la dromocrona e calcolando le velocità in funzione delle pendenze ottenute tramite le rette di regressione interpolanti. Al fine di rendere indipendente la velocità calcolata dai suoli attraversati, sono successivamente calcolate le velocità intervallari con intervalli di un metro, utilizzando la seguente formula:

$$v_{int} = \frac{z_{i+1} - z_i}{t_{i+1} \cos \vartheta_{i+1} - t_i \cos \vartheta_i}$$

Ove con z_i sono indicate le profondità del geofono alla generica profondità z , con t_i i rispettivi tempi di primo arrivo e con $\cos \vartheta_i$ l'angolo che il raggio sismico forma con la normale alla superficie a quella profondità.

2.1.2 Onde P

Analogamente a quanto sopra, si procede al calcolo della velocità delle onde compressionali P.

Anche in questo caso i tempi di primo arrivo letti dai sismogrammi sono posti in funzione della profondità della sorgente su un diagramma spazio-tempo eseguendo così la dromocrona e calcolando le velocità in funzione delle pendenze ottenute tramite le rette di regressione interpolanti.

Anche per le onde P sono calcolate le velocità intervallari, ma si ritengono poco significative in quanto, a causa del basso valore dei tempi registrati, dovuti alle relative elevate velocità delle onde stesse, l'andamento risulta fortemente variabile anche con piccole variazioni nelle letture dei tempi nella seconda e terza cifra decimale.

Generalmente le acquisizioni in onde P risultano essere di peggior qualità rispetto alle acquisizioni in S. Tale condizione deriva da alcuni fattori:

- minimo ritardo tra i vari geofoni con conseguente difficoltà di lettura (problema generalmente risolvibile con l'incremento della frequenza di campionamento, che nell'occasione poniamo non inferiore a 10kHz)
- possibile canalizzazione delle onde compressionali lungo la cementazione e la tubazione di rivestimento
- possibile disturbo derivante da microfratturazione e/o disturbo nel terreno fianco foro
- minor energia trasmessa nelle onde P rispetto alle onde S
- presenza di falda che limita la trasmissione delle onde compressionali

In caso di presenza di terreni compressibili in superficie, si può considerare, in accordo con il progettista, se la produzione di onde P sia strettamente necessaria. Infatti l'impatto può infiggere il piattello di battuta e generare disomogeneità del ritardo derivante dalla differente profondità contatto con il terreno.

Considerazioni sul cantiere svolto

Per l'esecuzione del cantiere d'interesse, ci siamo avvalsi di una strumentazione di acquisizione DoReMi – SARA.pg, 16bit con frequenza di campionamento 10kHz per ognuno dei 7 canali registrati (due terne + geofono spia).

Il geofono da foro utilizzato è stato prodotto da AMBROGEO ed è costituito da due terne geofoniche (ciascuna costituita da 1P+2S) Mark product's con frequenza propria di 4.5Hz. Il geofono spia è costituito da geofono SARA.pg 4.5Hz.

Per la produzione di onde P ci siamo avvalsi di piattello in duralluminio $\varnothing 25$ cm e mazza battente 10 kg.

Per la generazione di onde SH è stato utilizzato un traverso in legno con sovraccarico mediante automezzo.

Anche per questo sistema ci siamo avvalsi di massa battente 10 kg con direzione d'impatto parallela al terreno.

La distanza tra il foro di sondaggio e la zona di battuta è stata misurata in m 2.90.

Presenza di acqua in tubo alla profondità di 15.30 m dal piano campagna

Buona la cementazione in foro risultata in fase di acquisizione.

Ai fini dell'interpretazione stratigrafica risulta che, al di sotto di un primo spessore di circa 7.00 m con incremento costante delle Vs; il medesimo spessore è comunque distinto in due a livello di Vp. Infatti si osserva un salto da 400 a 600 m/s alla profondità di 4 m. Segue uno spessore relativamente omogeneo fino alla profondità di 10 m. Questi spessori afferiscono a litotipi prevalentemente granulare. Il successivo intervallo fino a 15 m vede un valore costante di Vs con incremento di Vp, tipico di un materiale con componente coesiva anche importante o della presenza di una cementazione dei materiali granulari. A livello di Vp il livello si estende con velocità mediamente costante fino alla profondità di 20 m per poi subire una brusca regressione di velocità tipica della presenza di sabbie tendenzialmente monogranulari poco addensate. Segue a chiudere un andamento di Vp riferibile a ghiaie. La velocità delle onde di taglio equivalente sui 30 m dal piano campagna risulta essere $Vs_{30} = 384$ m/sec da cui si definisce una categoria di suolo di fondazione B.

Ancorché approfondendo il piano fondazione l'entità dell'intervallo alla categoria di suolo superiore non cambia la definizione data.

x Lpgeognostica



Dott. Geol. Lando Umberto Pacini

BASE 1 SISMICA A RIFRAZIONE
DH 1 DOWN HOLE
HVSR STZ1 RILIEVO MICROTREMORI



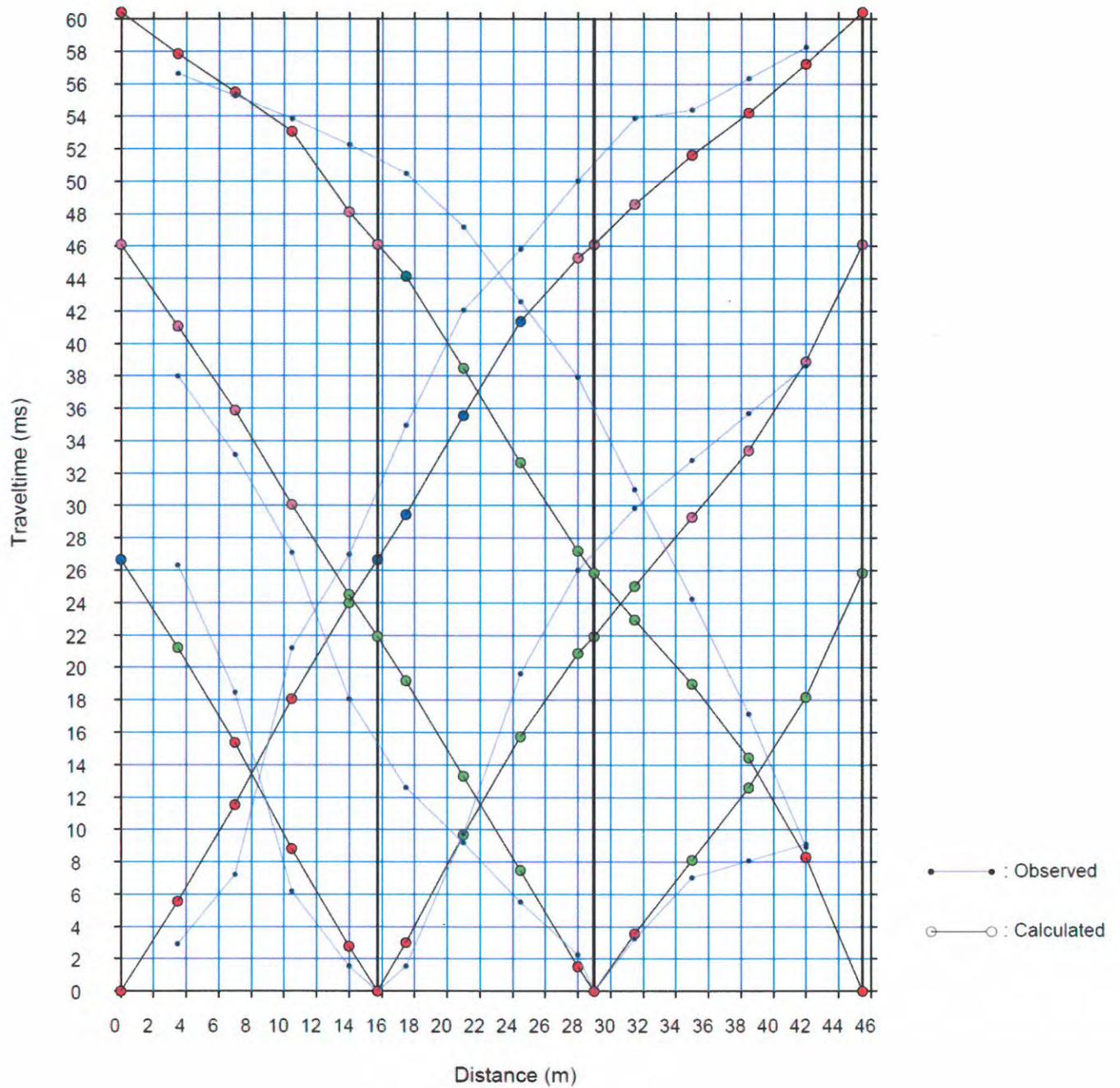
UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE
fuori scala

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA COMPRESA TRA VIA DEL TASSO E VIA MARENCO – PRATO

NELL'AMBITO DELL'AMPLIAMENTO DELLA SEDE DI VIA LEONARDO DA VINCI

Direzione Lavori Dott. Geol. Beggiato Giancarlo

Base sismica a rifrazione 1 dromocrone

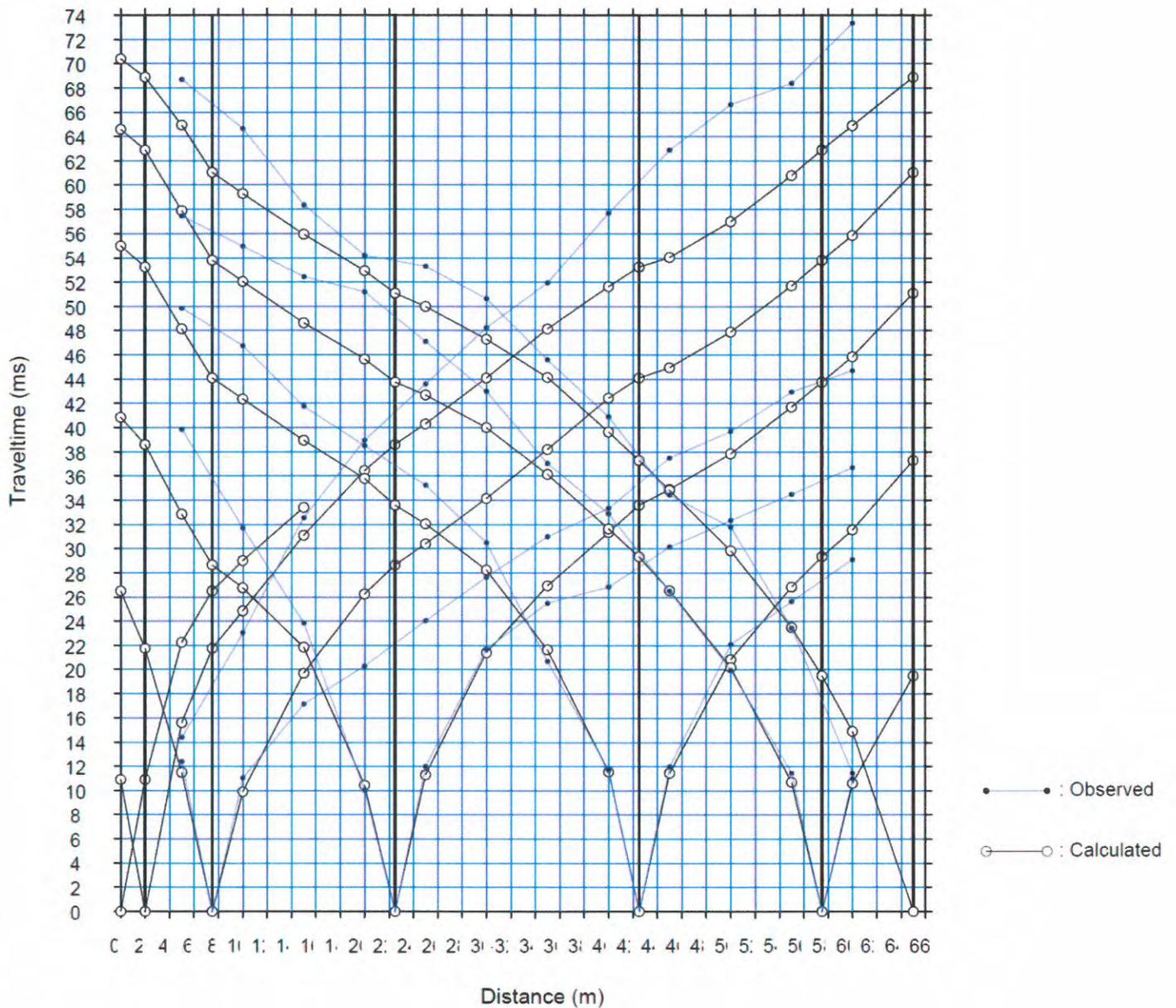


CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA COMPRESA TRA VIA DEL TASSO E VIA MARENCO – PRATO

NELL'AMBITO DELL'AMPLIAMENTO DELLA SEDE DI VIA LEONARDO DA VINCI

Direzione Lavori Dott. Geol. Beggiato Giancarlo

Base sismica a rifrazione 2 dromocrone



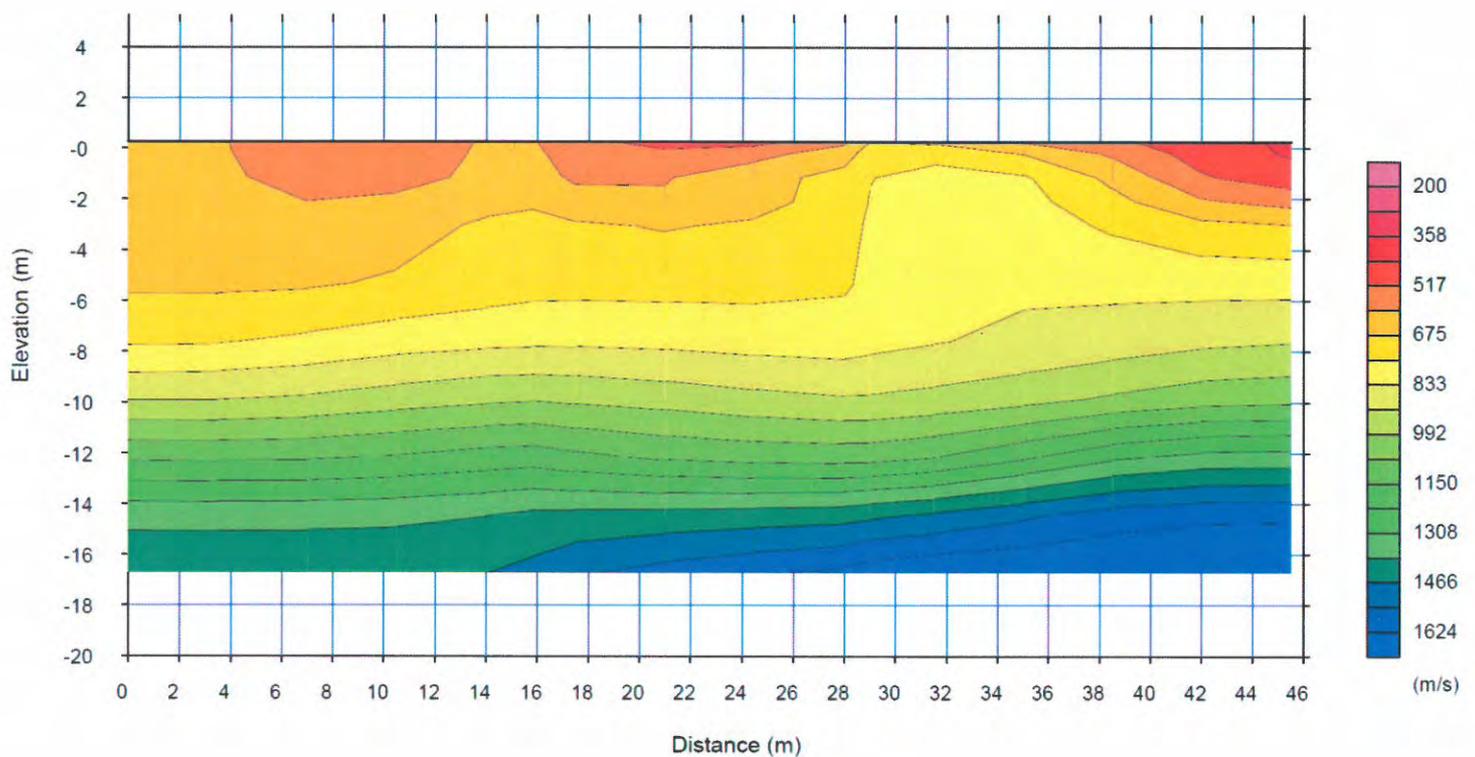
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA COMPRESA TRA VIA DEL TASSO E VIA MARENGO – PRATO

NELL'AMBITO DELL'AMPLIAMENTO DELLA SEDE DI

VIA LEONARDO DA VINCI

Direzione Lavori Dott. Geol. Beggiato Giancarlo

Base sismica a rifrazione 1 sezione tomografica



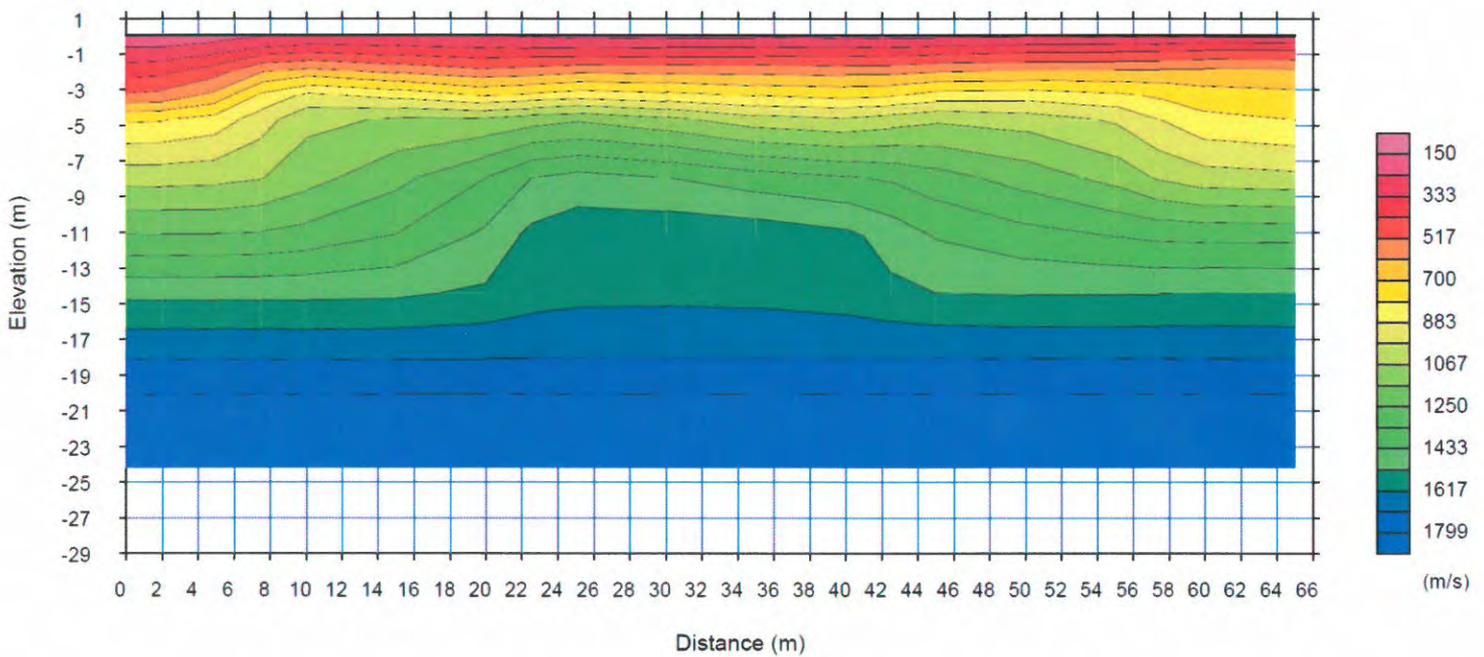
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA COMPRESA TRA VIA DEL TASSO E VIA MARENGO – PRATO

NELL'AMBITO DELL'AMPLIAMENTO DELLA SEDE DI VIA LEONARDO DA VINCI

Direzione Lavori Dott. Geol. Beggiato Giancarlo

Base sismica a rifrazione 2 sezione tomografica

DH



STATION INFORMATION

Station code: st1

Model: SARA SR04

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: STAZIONE IN VIA TASSO FIANCO DECLASSATA

PLACE INFORMATION

Place ID: PRATO05_14

Address: VIA TASSO - PRATO

Latitude: -

Longitude: -

Coordinate system: -

Elevation: 0 m s.l.m.

Weather: -

Notes: DISTURBO DA ELEVATO TRANSITO VEICOLARE

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

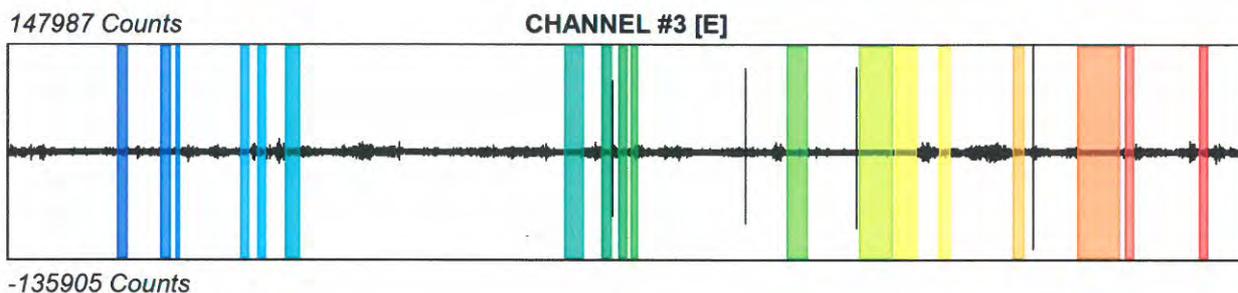
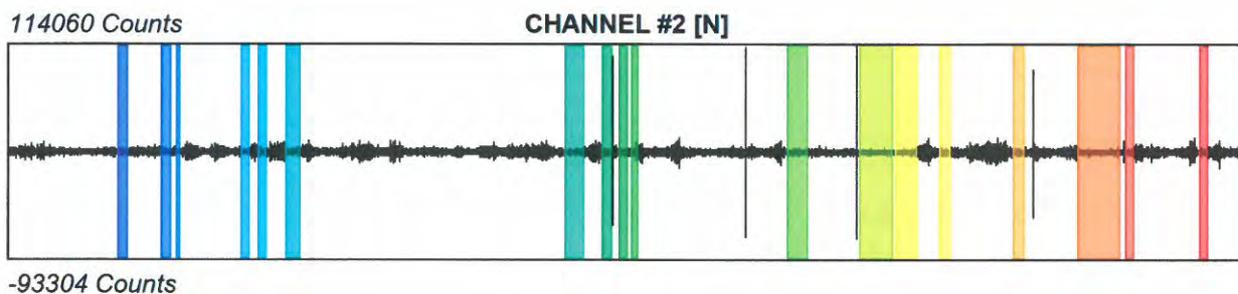
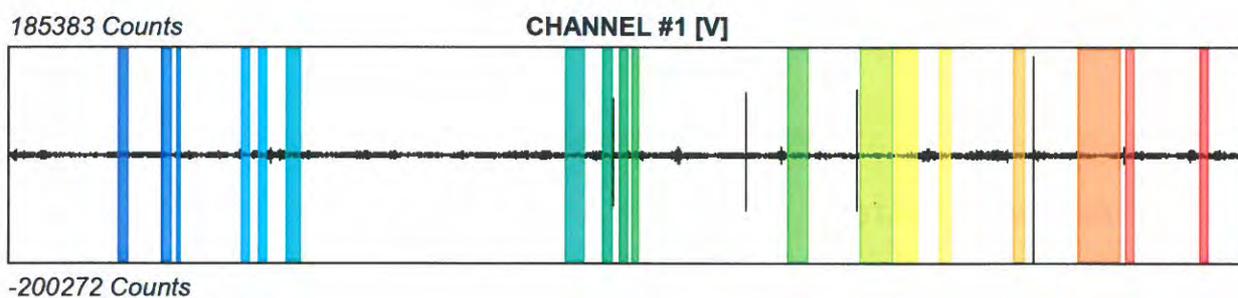
Recording start time: 2012/02/14 11:43:25

Recording length: 20 min

Windows count: 18

Average windows length: 13.21

Signal coverage: 19.81%



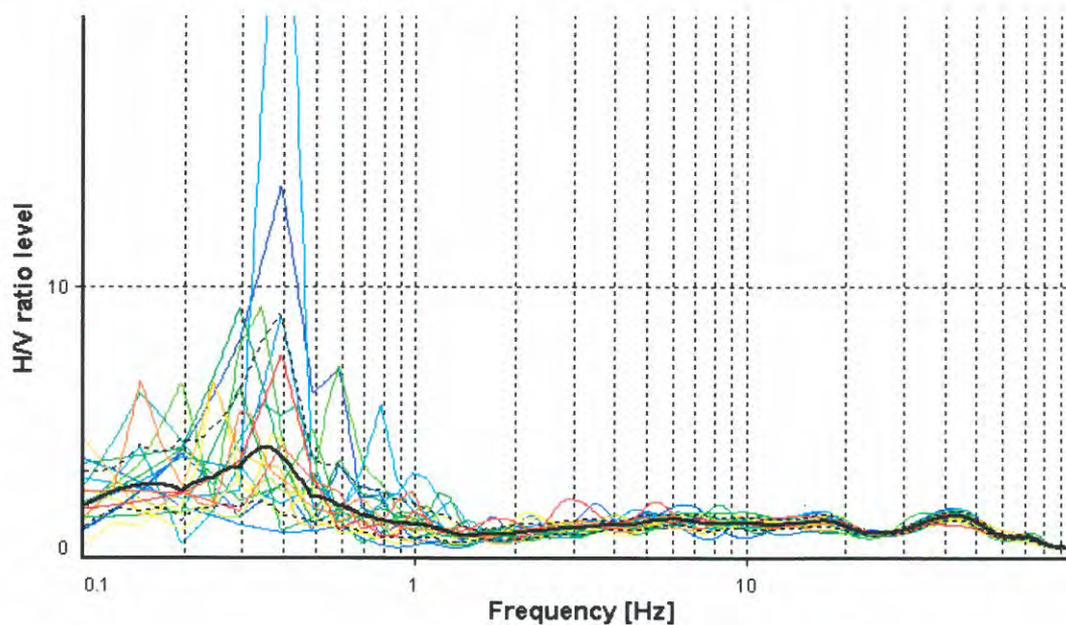
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 30%)

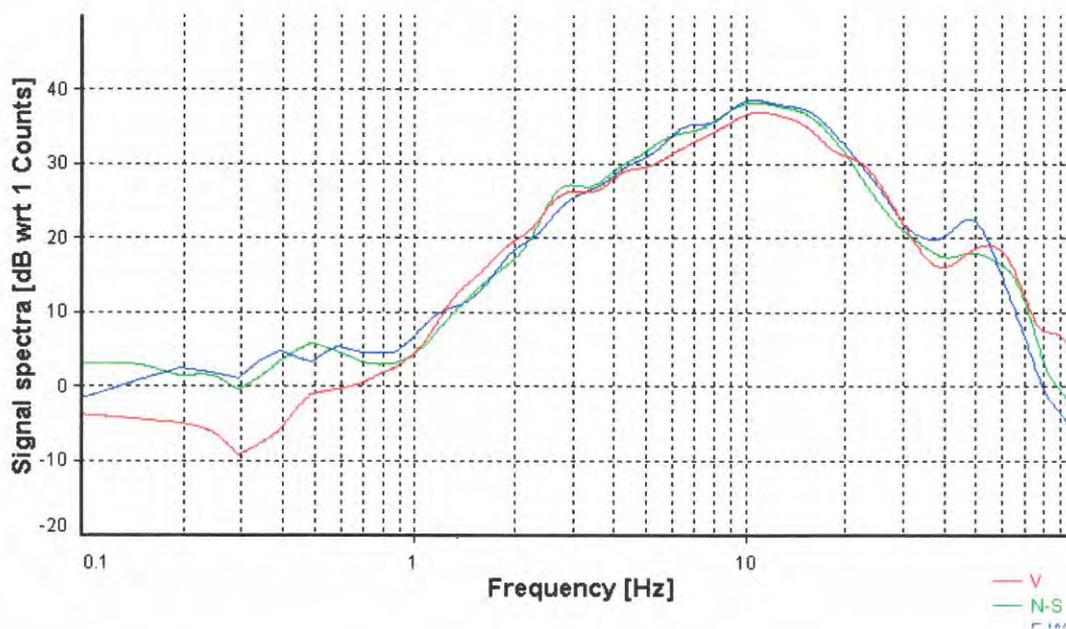
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 20)

Instrumental correction: Disabled

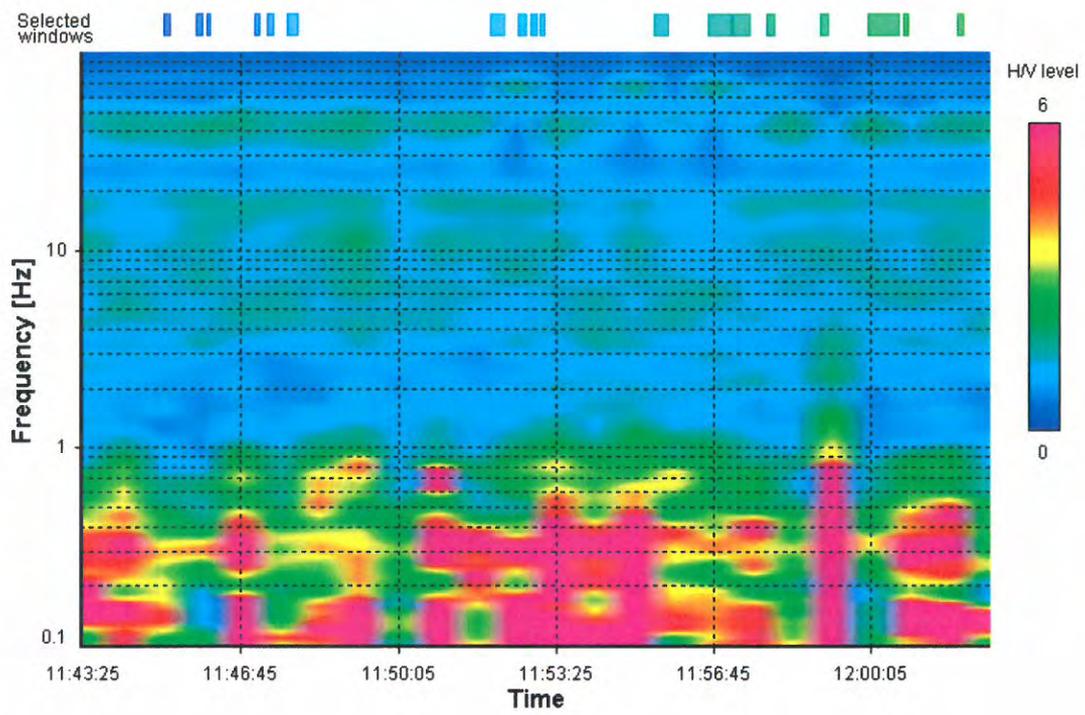
HVSR average



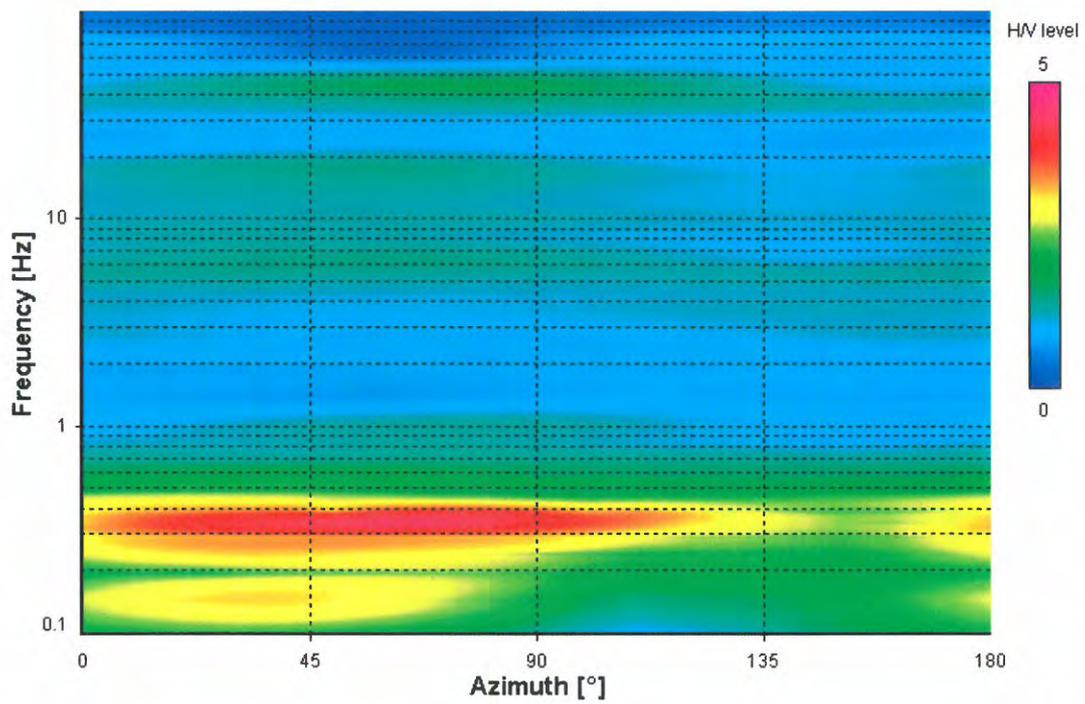
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (50 seconds windows)



HVSR directional analysis



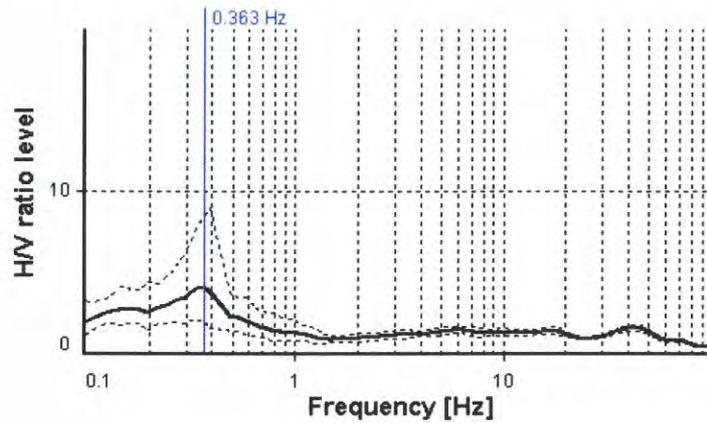
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.363 Hz

A_0 amplitude = 4.035

Average $f_0 = 0.338 \pm 0.067$



HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	2 valid windows (length > 27.58 s) out of 18	NO
$n_c(f_0) > 200$	25.81 <= 200	NO
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 161	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f) < A_0$	0.10352 Hz	OK
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f') < A_0$	0.56845 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.03 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	8.28% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06745 < 0.07252	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	2.08731 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		NO

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA COMPRESA TRA VIA DEL TASSO E VIA MARENGO – PRATO

NELL'AMBITO DELL'AMPLIAMENTO DELLA SEDE DI VIA LEONARDO DA VINCI

Direzione Lavori **Dott. Geol. Beggiato Giancarlo**

periodo di rilevamento 2012-2013

Nella necessità di provvedere alla caratterizzazione sismica dell'area interessata dall'ampliamento della sede di via Leonardo Da Vinci, è stata svolta una cospicua campagna geofisica.

In particolare, successivamente all'esecuzione di un Down Hole, oggetto di relazione specifica e presentata in altro documento, è stato ritenuto utile provvedere all'estensione dei risultati lì ottenuti ad un interno maggiormente significativo.

Ecco che la campagna geofisica si è arricchita e completata a mezzo di due basi di sismica a rifrazione, tra loro parallele ed eseguite sui lati opposti della sede stradale in ampliamento, ed una postazione di rilevamento dei microtremori.

Per quanto concerne le basi di sismica a rifrazione, è stato utilizzato un acquisitore DoReMi 16 bit della SARA electronic instruments attrezzato con geofoni a frequenza naturale di 4.5Hz. il passo geofonico è stato condizionato dalla differente disponibilità logistica sui due lati del rilevato stradale. E' anche da considerare l'elevato disturbo in fase di rilevamento dato dal transito veicolare anche pesante.

La disagiata logistica ha fortemente condizionato la tipologia d'energizzazione in particolare sulla base 2; questa solo in apparenza è risultata di più facile esecuzione. Infatti la presenza di un consistente spessore di riporto e l'impossibilità di occludere il transito pedonale hanno impedito l'utilizzo in sicurezza di un fucile sismico o di gravi in caduta. L'utilizzo della mazza battente ha richiesto un notevole numero di battute per ciascun punto di energizzazione, tra loro sommate, al fine di ridurre al massimo il disturbo del traffico sulle acquisizioni.

Per quanto concerne il post processing del segnale acquisito, non si è ritenuto necessario svolgere alcuna correzione sui segnali così ottenuti.

Il picking del segnale è stato ottenuto manualmente. L'elaborazione è stata svolta mediante software dedicato secondo metodo tomografico, scelto come maggiormente significativo per la presenza discontinua stratigrafiche in senso laterale. Le specifiche del metodo interpretativo della elaborazione tomografica è rimandato alla letteratura specializzata.

Via Garibaldi 34 – Buggiano (PT) – tel 057230014 – cell 3483342249 email landopacini@libero.it

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini

Di interessante nelle elaborazioni congiunte, è la presenza di un alto morfologico sepolto che risulta circa trasversale all'andamento di via Leonardo Da Vinci. Lo stesso si presenta in entrambe le basi sismiche.

Si può rilevare la buona concordanza, a meno della capacità discrezionale del metodo esplorativo, tra la sezione tomografica interpretata detta BASE 2 ed il risultato della Down-Hole. Si ricorda che la base sismica è stata svolta in modo da avere in posizione circa centrale il Down-Hole. I passaggi a circa 4 e a 10 m individuati in quest'ultimo risultano pienamente ritrovati nella base sismica. E' tuttavia da evidenziare come questa porzione centrale sia risultata come facente parte di quell'alto morfologico di cui già detto.

Ultima notazione significativa afferisce alla presenza di un maggior spessore di terreni a Vp inferiore a 830 m/s sul lato valle (BASE 1) rispetto a quella svolta in via Marengo (BASE 2). Non si può escludere che possa essere presente una azione legata all'effetto pressione del corpo stradale sul terreno di fondazione, che in BASE 2 è direttamente investigato mentre BASE 1 risulta maggiormente distante.

I profili delle basi sismiche sono presentati in allegato.

Oltre alla campagna geofisica di cui sopra e nello specifico documento già redatto per il Dow-Hole, è stato ritenuto utile svolgere un rilievo di microtremori. Tale rilievo ha voluto essere un termine sperimentale in quanto era messo in progetto che l'elevato traffico veicolare potesse inficiare l'ottenimento di un dato significativo.

Tuttavia è stato possibile, scartando una consistente porzione della traccia acquisita, definire una interpretazione utile per un eventuale modello da utilizzare in una Risposta Sismica Locale. Oltretutto la traccia acquisita può, alla bisogna, rappresentare un punto bianco del livello di vibrazioni indotte dal transito veicolare nel terreno.

Per il rilievo dei microtremori è stato utilizzata una terna geofonica con acquisitore GEOBOX 4.5Hz SARA electronic instruments equalizzato in digitale 0,1-100Hz, con registrazione dati su pc portatile dei dati non condizionati ; la frequenza di campionamento è stata scelta, anche in vista di una eventuale valutazione del livello vibrazionale indotto dal transito veicolare, pari a 400Hz.

Per l'elaborazione della traccia acquisita, ci siamo avvalsi di software proprietario.

Di seguito una breve trattazione del metodo di elaborazione dei microtremori in quanto non di immediata comprensione e di facile reperimento in bibliografia.

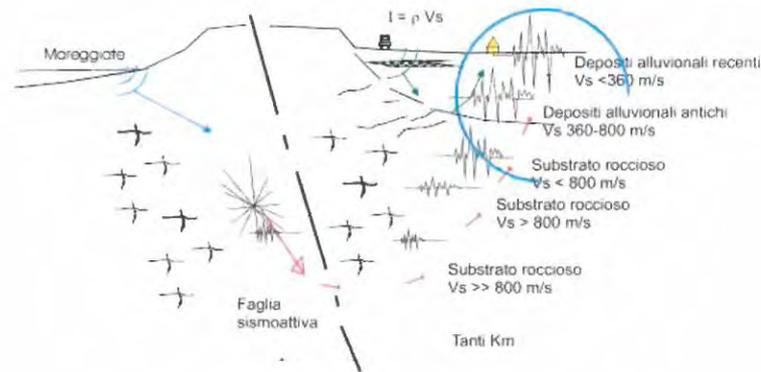
In allegato i certificati dell'elaborazione della stazione HVSR.

Il metodo HVSR afferisce ai metodi geofisica di sismica passiva. Si basa sull'acquisizione di oscillazioni del suolo prodotte sia da eventi naturali che immissioni antropiche.

Tra gli eventi naturali si possono citare le maree, il vento, eventi sismici di bassa energia, mentre per quelli antropici ci riferiamo a tutto quanto immette vibrazioni nel suolo, come trasformatori, pompe, motori, masse volventi, percussioni cicliche e non cicliche, traffico veicolare etc...

Via Garibaldi 34 – Buggiano (PT) – tel 057230014 – cell 3483342249 email landopacini@libero.it

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini



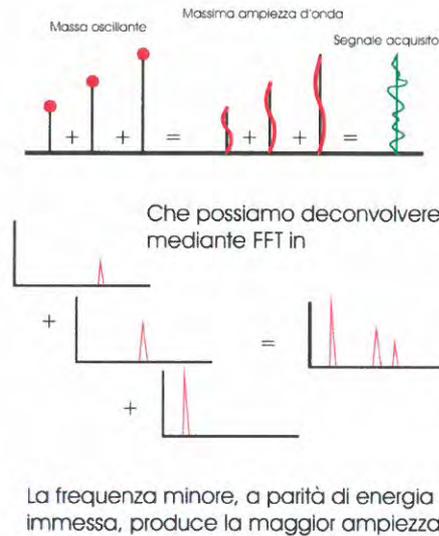
Delle perturbazioni immesse e sommariamente elencate, vengono considerate utili tutte quelle prodotte a distanza sufficiente da non produrre una marcata direzionalità del segnale. Ciò si rende evidente anche in funzione del massimo spessore del materiale che può subire la deformazione elastica prodotta dalla perturbazione.

Il principio del metodo HVSR viene quindi ad applicarsi sia alle onde di superficie (essenzialmente Rayleigh, Love) che di corpo (onde compressionali P e di taglio S) a seconda della vicinanza della sorgente dall'acquisitore e, come già scritto, allo spessore del deposito che entra in vibrazione.

Il segnale acquisito viene ad essere analizzato nella componente spettrale verticale e di quelle sul piano orizzontale.

La normalizzazione della media delle componenti orizzontali rispetto a quella verticale trova ragione nella elevata variabilità delle onde di taglio in relazione alla variazione delle caratteristiche meccaniche del materiale posto in vibrazione- Tale variabilità è minima nella componente verticale e, come assunto, si considera che non subisca amplificazione nel passaggio dal substrato ai depositi superficiali. Quindi è possibile evidenziare la presenza di variazioni locali delle capacità reologiche dei materiali e del loro spessore coinvolto, proprio in base all'analisi del profilo di V_s e, conseguentemente, della variazione del contenuto spettrale. Per meglio comprendere quest'ultimo passaggio da V_s a contenuto spettrale, possiamo schematizzare il movimento del terreno secondo il modello del pendolo formato da una massa posta in testa ad un'asta incastrata alla base.

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini



Si osserva come il pendolo a minor lunghezza mostra una lunghezza d'onda λ minore ovvero una frequenza maggiore ed una velocità

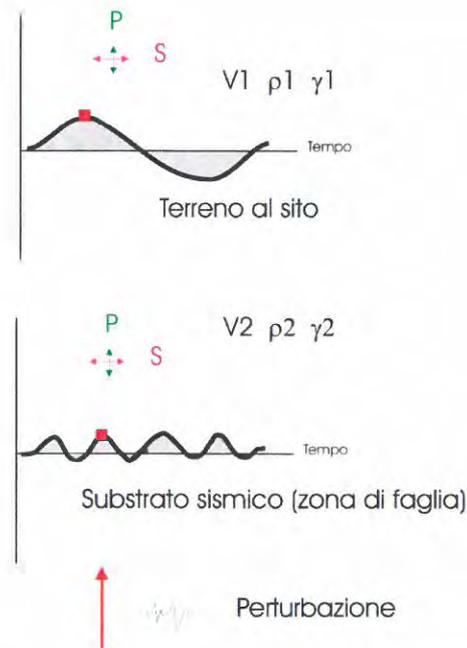
$$v = f * \lambda .$$

Come già detto la perturbazione deve essere capace di non rappresentare un evento direzionato (ovvero da sorgente posta in direttrice univoca e persistente). Affinché ciò sia, deve essere prodotto un segnale capace di raggiungere la base dello spessore scuotibile e risalire alla stazione di misura. Per le leggi di Snell l'incidenza del segnale alla superficie di rilevamento risulta circa verticale. Lo stesso segnale, al passaggio dal substrato al deposito superficiale, o comunque scuotibile ancorché costituito dalla facies alterata e fratturata del substrato, vede la sua trasformazione in contenuto spettrale (frequenza di vibrazione ed ampiezza di movimento dell'elemento dV) e di velocità di spostamento. Tale fenomeno segue la conservazione della quantità di moto al passaggio da materiale rigido (substrato sismico) a materiale meno rigido (deposito superficiale) prevalentemente nella componente orizzontale.

In particolare, da un materiale rigido con un certo contenuto in frequenza con una certa ampiezza degli spostamenti al passaggio a materiali meno rigidi, si ha una riduzione della frequenza ed un incremento dell'ampiezza dello spostamento.

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini

Dalla zona di faglia ($V_s > 800$ m/s) si passa al terreno al sito con $V_1 < V_2$ ect.
Risultato è ampiezza maggiore e frequenza minore



Sulla base di questo fenomeno, Nakamura provvede a considerare la possibile amplificazione di un evento sismico per un certo sito d'indagine. Riprendendo il metodo proposto da Nakamura, integrandolo con il sovrinvenire dei contributi scientifici di merito, nel progetto SESAME sono state codificate sia le metodologie d'indagine che le metodologie d'analisi dei segnali acquisiti.

Dell'aspetto di possibile amplificazione derivante dal rapporto spettrale delle componenti verticale ed orizzontali proposto da Nakamura, è stato validato solo la possibilità di insorgere del fenomeno di risonanza di uno spessore di depositi soprastante un substrato rigido; la presenza di un picco di risonanza può indicare la possibilità d'insorgenza di una amplificazione del sisma locale ma non risulta validata una qualche relazione diretta tra l'entità della amplificazione locale e l'entità del rapporto HV.

La premessa sopra data permette quindi di comprendere come un certo spessore di terreno, soprastante un substrato sismico, può subire una sollecitazione dal sottostante substrato ed entrare in vibrazione, secondo modi propri, in funzione sia delle proprie caratteristiche elasto-meccaniche che dello spessore del materiale interessato.

In questo contesto si introduce il concetto di "impedenza sismica" definito come densità per velocità di taglio; laddove il rapporto di impedenza sismica tra il substrato e il soprastante materiale raggiunge il valore minimo del 25% si può stimare un picco nel rapporto HV.

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini

Questo risulta maggiore dove maggiore è il rapporto tra le impedenze sismiche ed è capace di descrivere la frequenza più bassa che può svilupparsi nel sistema massa/asta/incastro di cui già detto.

Nel progetto SESAME (2004) vengono dati dei criteri capaci di permettere una analisi della curva HV e quindi validare la rispondenza ad elementi sismo stratigrafici significativi.

In particolare sono dati 3 criteri che riguardano la definizione della robustezza statistica dei dati in funzione della frequenza di picco individuata.

Per ottemperare alle specifiche di questi 3 criteri, viene richiesta una certa durata del tempo di registrazione ed una certa lunghezza del tempo di fenestrazione del segnale, escludendo in primis anche i transienti (ovvero segnali con livelli di disturbo elevati e di tipo impulsivo), ed un certo numero delle fenestrate stesse.

La durata della registrazione risulta ordinariamente non inferiore a 20' ma, per condizioni sismo stratigrafiche particolari, con substrato non eccessivamente profondo ovvero con frequenze superiori a 10 Hz, si possono accettare anche durate minori.

La fenestrazione del segnale acquisito, deve essere sia in numero che in lunghezza del tempo capace di soddisfare le condizioni statistiche descrittive la frequenza d'interesse. Allo scopo si richiamano le leggi di Nyquist relative alle specifiche caratteristiche di quantizzazione del segnale in funzione della frequenza da campionare.

Al fine di avere una discretizzazione della frequenza più bassa (ovvero quella che richiede un numero di punti della curva più elevato per permetterne la quantizzazione) ed evitare l'effetto di aliasing, si assume come significativa una frequenza di scansione minima pari a $2.5 f$ con f =frequenza d'interesse da discretizzare.

In SESAME è definita una frequenza minima di scansione pari a 125 Hz. Dalle fenestrate, che richiedono una lunghezza temporale minima definita in funzione della frequenza più bassa da quantizzare, si devono validare almeno 10 cicli; in SESAME è quindi richiamata la necessità di avere una lunghezza minima di 20" per ciascuna finestra d'analisi. Per completare la robustezza statistica lo stesso numero di finestre minimo viene ad essere correlato con la minima frequenza da quantizzare.

Oltre a questi primi 3 criteri ne sono definiti altri 6 che descrivono la validità della forma statistica del picco.

La registrazione HV risulta validata statisticamente quando i primi 3 criteri ed almeno 5 degli altri 6 vengono soddisfatti.

Successivamente al progetto SESAME, nel 2010, Albarello et alii propongono una classificazione qualitativa della curva HV mediante altri 4 criteri.

Sono distinte le curva:

Via Garibaldi 34 – Buggiano (PT) – tel 057230014 – cell 3483342249 email landopacini@libero.it

c.f. PCNLDM61E25B251C . P.I. 01116400472

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini

Di qualità A (A1 e A2 dove tutti i criteri SESAME sono soddisfatti con singoli spettri competenti, a formare un occhio tra i vari spettri, e senza direzionalità)

Di qualità B (B1 e B2 ove presente una certa direzionalità)

Di qualità C (picco legato a disturbi antropici)

Infine la distinzione di una classe di Curva Senza Picco, che nel progetto SESAME non venivano considerate ma che di fatto possono rispondere alla presenza di un substrato sismico pressoché superficiale.

I certificati di ciascun rilevamento vedono la presentazione dei seguenti elaborati:

Time History con fenestratura – analisi HV con indicazione della frequenza di picco – grafico delle componenti spettrali – persistenza temporale del rapporto HV – direzionalità del segnale sul piano orizzontale. Se disponibili indicazioni sismo-stratigrafiche relative agli spessori superficiali, ma anche una buona conoscenza stratigrafica che permetta di discretizzare un orizzonte da utilizzare per produrre un modello sismostratigrafico compatibile, si può provvedere ad una inversione del dato ricercando la sismo stratigrafia profonda e comunque legata al rapporto HV.

Per tale processo si può agevolmente utilizzare il trinomio

$$H = \frac{V_s T_1}{4} \quad V_s = \frac{4H}{T_1} \quad (1)$$

In linea generale si può comunque stimare una profondità del substrato sismico mediante abachi, disponibili secondo varie stesure, che permettono un discretizzazione sul tipo di quella sotto riportata.

f_o (Hz)	h (m)
< 1	> 100
1 - 2	100 - 50
2 - 3	50 - 30
3 - 5	30 - 20
5 - 8	20 - 10
8 - 20	10 - 5
> 20	< 5

tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola – D. Albarello e S. Castellaro
aggiornamento Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica – ingegneria sismica anno XXVIII n.2/11)
dove **H** e' lo spessore delle locali "coperture" / la profondita' di soggiacenza della
soluzione di rigidita' con il maggiore contrasto di impedenza
V_s e' la velocita' media delle onde S misurata per i sedimenti delle coperture,

Via Garibaldi 34 – Buggiano (PT) – tel 057230014 – cell 3483342249 email landopacini@libero.it

c.f. PCNLDM61E25B251C . P.I. 01116400472

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini

stimata per ordine di grandezza o acquisita mediante differenti indagini

T_1 e' il periodo (reciproco della frequenza di sito) relativo al valore di picco del rapporto delle componenti spettrali del moto del suolo H/V

Procedura di acquisizione

- a) Le misure sono state condotte su terreno libero,
- b) L'apparato di misura risulta composto da velocimetri orientati sulle tre componenti dello spazio e di frequenza idonea alle finalita' dell'indagine, opportunamente reso solidale al suolo nella postazione di misura e livellato rispetto agli apparati di misurazione
- c) Si e' operato nelle condizioni meteo ottimali, evitando giornate piovose e/o particolarmente ventose e effettuando le registrazioni in condizioni logistiche nelle quali potevano in prima analisi essere evitati transienti di particolare intensita' o sorgenti monotone localizzate in prossimita' dell'apparato
- d) La registrazione e' stata protratta per min 20 in continuo, operando con frequenza di campionamento di 300 Hz sui tre canali di registrazione

Processing dei dati

- a) L'elaborazione e la restituzione grafica dei dati e' stata effettuata impiegando software proprietario della SARA electronic components srl, sviluppato sulla base delle indicazioni date in Geopsy e nelle schede del progetto SESAME
- b) Il processing dei dati e' stato effettuato suddividendo la finestra di registrazione in sottofinestre di lunghezza compresa tra sec 20 e sec 50
- c) La preliminare elaborazione e' stata condotta escludendo le finestre temporali di analisi che presentavano la registrazione di transienti legati a sorgenti monotone e/o specifiche prossime al sensore, quali automezzi in transito sulla Tangenziale Nord
- d) Il trattamento preliminare dei dati e' stato condotto operando il liscio (smoothing) degli spettri, restituiti mediante preliminare utilizzo delle FFT (Fast Fourier Transform), attraverso la tecnica di Konno-Ohmachi
- e) Il processo di restituzione della componente orizzontale e' stato effettuato mediante media geometrica delle due componenti spettrali orizzontali E-O e N-S
- f) Il calcolo del rapporto spettrale delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo H/V e' stato effettuato per ciascuna finestra di analisi che, essendo successiva nella Time History (ovvero nella traccia registrata) permette di valutare quale tratto del segnale viene a rappresentare un rapporto HV persistente

Via Garibaldi 34 – Buggiano (PT) – tel 057230014 – cell 3483342249 email landopacini@libero.it

c.f. PCNLDM61E25B251C . P.I. 01116400472

Lpgeognostica – indagini geofisiche di Lando Umberto Pacini

- g) La determinazione del valore medio della curva H/V e della relativa deviazione standard e' stata calcolata sulla base delle curve H/V determinate per le diverse finestre temporali gia' selezionate

Interpretazione dei dati

- a) L'interpretazione preliminare dei dati e' stata effettuata verificando la persistenza temporale (HVSR time frequency analysis) e la assenza di direzionalità delle perturbazioni registrate anche in assi differenti, escludendo quindi valori di picco del rapporto H/V determinati da transienti
- b) Mediante la curva HVSR directional analysis è possibile verificare se sussistono condizioni di direzionalità del segnale acquisito
- c) L'"affidabilità" della curva del rapporto delle componenti H/V e la "chiarezza" del valore di picco del rapporto medesimo sono verificate attraverso l'analisi dei criteri "Sesame", anche mediante la relazione grafica tra le componenti spettrali del moto ai sensori di rilevamento
- d) L'utilizzo congiunto dei criteri sopra detti permette, in ultimo, la definizione della registrazione svolta e valutare, laddove non riproducibile mediante altre misure ripetute in area o ben interpretata sulla base delle condizioni locali di perturbazione, se si renda necessario effettuare una nuova campagna di registrazione.

Elaborazione dei dati

L'elaborazione della stazione di misura è stato complesso per l'elevata presenza di transienti, legati al traffico veicolare, all'elevata direzionalità del segnale, sempre legata alle sorgenti veicolari, ed alla non continua estensione temporale del termine HV. Tuttavia considerando una adeguata finestratura del segnale è stato possibile evidenziare un picco a bassa frequenza che, sulla base della conoscenza stratigrafica dell'area derivante da altre fonti, permette di riferirlo al passaggio tra i terreni alluvionali ed il substrato sismico ad una profondità di circa 200 m.

Gli spettri formano un occhio pienamente riconoscibile. La curva HV risulta di classe C e quindi non utilizzabile direttamente per fini di micro zonazione sismica

Altro se dovuto.

x **Lpgeognostica**

Dott. Geol. Lando U. Pacini



Via Garibaldi 34 – Buggiano (PT) – tel 057230014 – cell 3483342249 email landopacini@libero.it

c.f. PCNLDM61E25B251C . P.I. 01116400472

AZIONE SISMICA

Determinazione dei parametri sismici

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 43,8719885445064
 longitudine: 11,0872893361763
 Classe: 4
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

2344,901	Sito 1 ID: 19612	Lat: 43,8598	Lon: 11,0634	Distanza:
3834,918	Sito 2 ID: 19613	Lat: 43,8612	Lon: 11,1327	Distanza:
5580,261	Sito 3 ID: 19391	Lat: 43,9112	Lon: 11,1308	Distanza:
4683,953	Sito 4 ID: 19390	Lat: 43,9098	Lon: 11,0615	Distanza:

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 200anni
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 120 [anni]
 ag: 0,083 g
 Fo: 2,545
 Tc*: 0,282 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 201 [anni]
 ag: 0,103 g
 Fo: 2,487
 Tc*: 0,289 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 1898 [anni]
 ag: 0,221 g
 Fo: 2,404
 Tc*: 0,317 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 2475 [anni]
 ag: 0,239 g
 Fo: 2,409
 Tc*: 0,320 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:
 Ss: 1,000
 Cc: 1,000
 St: 1,000
 Kh: 0,017
 Kv: 0,008
 Amax: 0,819
 Beta: 0,200

SLD:
 Ss: 1,000
 Cc: 1,000
 St: 1,000

GeostruPS_report_29-3-2015_3-15[1]

SLV: Kh: 0,030
Kv: 0,015
Amax: 1,011
Beta: 0,290

SLV: Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,068
Kv: 0,034
Amax: 2,166
Beta: 0,310

SLC: Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,074
Kv: 0,037
Amax: 2,346
Beta: 0,310

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com
Coordinate WGS84
latitudine: 43.871032
longitudine: 11.086301

BEGGIATO GIANCARLO - Geologo

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Metodo di calcolo

Seed e Idriss

Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati

Profondità di calcolo (m)	4.00
Profondità della falda dal p. c. (m)	4.00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1.85
Numero di colpi SPT o SCPT	7
Frazione argillosa (%)	5
Accelerazione sismica massima (g)	0.15

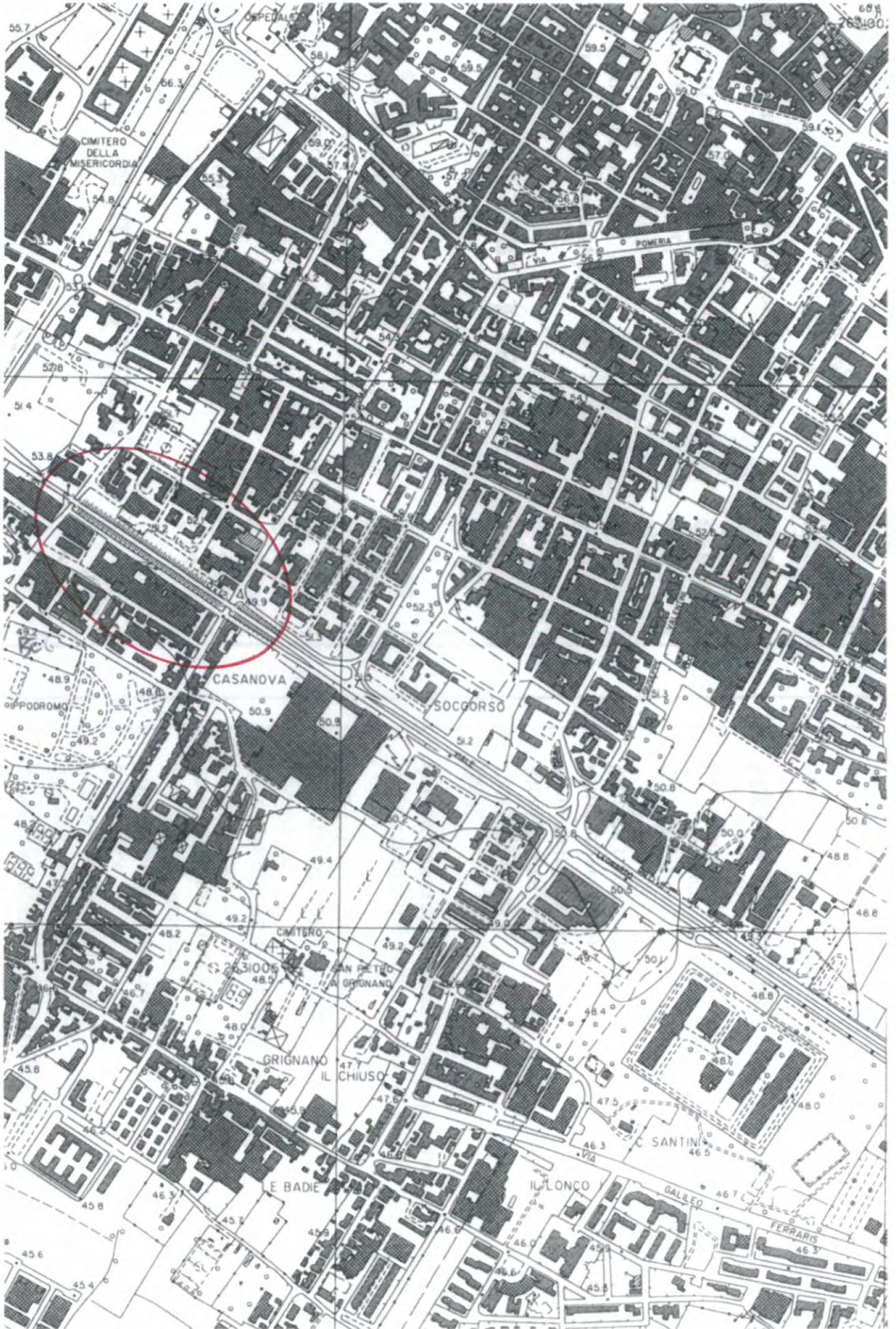
Calcola

Risultati

Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,74
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,74
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	0,00
Numero di colpi standard corretto Na	8,2639
Resistenza alla liquefazione (R)	0,1198
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,0917
Coefficiente di sicurezza ($F_s = R / T$)	1,3072

Il deposito non è liquefacibile

1 : 10.000



BEGGIATO GIANCARLO - Geologo

CARTA GEOLOGICA

Da 1 : 10.000 del Servizio Geologico Regionale

CARTA GEOLOGICA REGIONALE

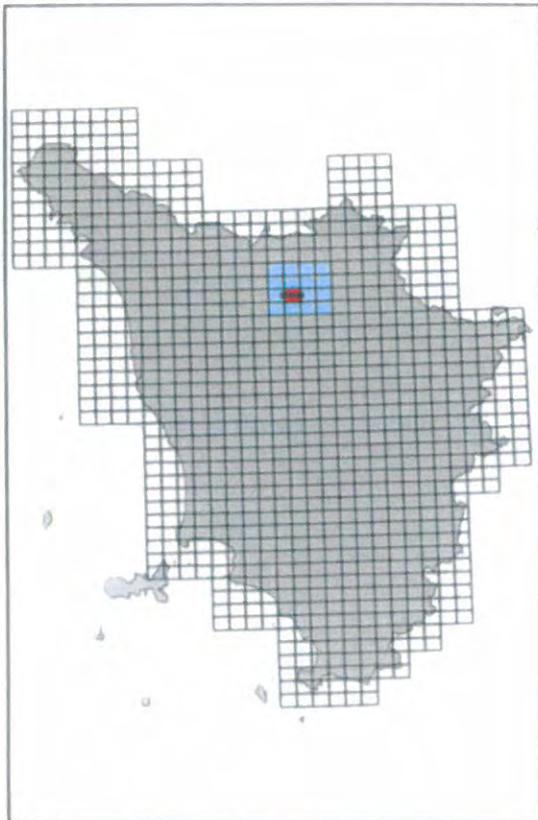
SCALA 1:10 000



MILLIMETRO GRAFICO CORRISPONDE A 10 METRI - EQUIDISTANZA FRA LE CURVE DI LIVELLO E DI 10 METRI

SEZIONE 263100

QUADRO D'UNIONE SEZIONI 1:10 000

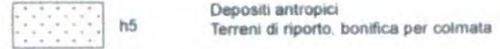


LEGENDA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA Carta Geologica Regionale della Regione Toscana

FRANE



DEPOSITI OLOCENICI

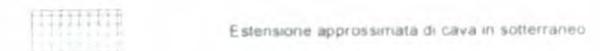


DEPOSITI PLEISTOCENICI



UNITA' TETTONICHE LIGURI

UNITA' DI M.MORELLO



Coordinatore scientifico Dott. G. Principi*

Direttore del rilevamento Dott. P. Bruni*, Dott. E. Pandelli*,
Dott. M. Coli*, Dott. M. Benvenuti*

Informatizzazione dei dati geologici Dott. S. Moretti*

Revisione e allestimento informatizzazione Dott. B. Graziosi**,
Dott. A. Lucchese**

* Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze
** Centro di Geotecnologie, Università di Siena

BEGGIATO GIANCARLO - Geologo

**CARTOGRAFIA GEOLOGICO-TECNICA
DI SUPPORTO AL P. S.**

Scala originale 1 : 10.000

Comune di Prato
PIANO STRUTTURALE

CARTA IDROGEOLOGICA

QUADRO CONOSCITIVO



tavola **Af.5**
scala 1:10.000

Il Sindaco

Roberto Cenni

Direttore Generale

Vincenzo Del Regno

Assessore all'Urbanistica

Gianni Cenni

Progettista e Coordinatore per le Attività di Pianificazione

Dirigente del Servizio Urbanistica

Riccardo Pecorario dal 27/06/2006 al 31/01/2011

Francesco Caporaso dal 01/02/2011

Responsabile del Procedimento

Giuseppe Santoro

Consulente Generale - Direzione Scientifica Generale

Gianfranco Gorelli

Collaborazione alla Progettazione Generale e

Coordinamento dell'attività di Pianificazione

Luisa Garassino

Garante della Comunicazione

Lia Franciolini

Coordinamento Tecnico e Scientifico dell'Ufficio di Piano

Camilla Perrone

Responsabile dell'Ufficio di Piano

Pamela Bracciotti

Ufficio di Piano

Silvia Balli

Elisa Cappelletti

Marco Caroti

Manuela Casarano

Monica Del Sarto

Alice Lenzi

Catia Lenzi

Chiara Nostrato

Contributi intersettoriali

Servizio Urbanistica

Michela Brachi, Massimo Fabbri, Costanza Stramaccioni

Mario Addamiano, Riccardo Corti, Francesca Gori

Daide Tomberli

Settore Mobilità, Politiche Energetiche e Grandi Opere

Lorenzo Frasconi

Alessandro Adilardi, Edoardo Bardazzi

Servizio Sistema Informativo e Statistica

SIT - Sistema Informativo Territoriale

Alessandro Radaelli

Francesco Pacini

Gruppo Statistica

Paola Frezza

Carmagnini Sandra, Belluomini Sandra

Consulenti

Aspetti geologici

Alberto Tomei

Nicolò Mantovani

Aspetti agro-ambientali

David Fanfani

Aspetti agro-forestali

Ilaria Scatarzi

Aspetti ambientali

Laura Fossi e Luca Gardone per Studio Sinergia

Perequazione

Stefano Stanghellini

Valeria Ruaro

Percorso partecipativo

Giancarlo Paba, Camilla Perrone

Paolo Martinez e Alessandra Modi per Abbeni IDEAI

Sociolab srl

Sistema informativo Territoriale ed Aspetti Informatici

Luca Gentili per LDP progetti GIS

Studi specifici

Paesaggio Antropico

Giuseppe Centauro

Storia del Territorio

Paolo Maria Vannucchi

Aspetti Economici

Gabi Dei Ottati

CARTA IDROGEOLOGICA

Permeabilità primaria (per porosità)



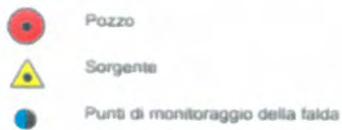
Permeabilità secondaria (per fratturazione)



Pozzi privati di vario utilizzo



Approvvigionamento idrico dell'acquedotto



PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Pericolosità geomorfologica molto elevata (G 4)

-  Frana attiva
-  Area instabile per sovriffusso generalizzato
-  Scarpata attiva
-  Alveo in approfondimento

Pericolosità geomorfologica elevata (G 3)

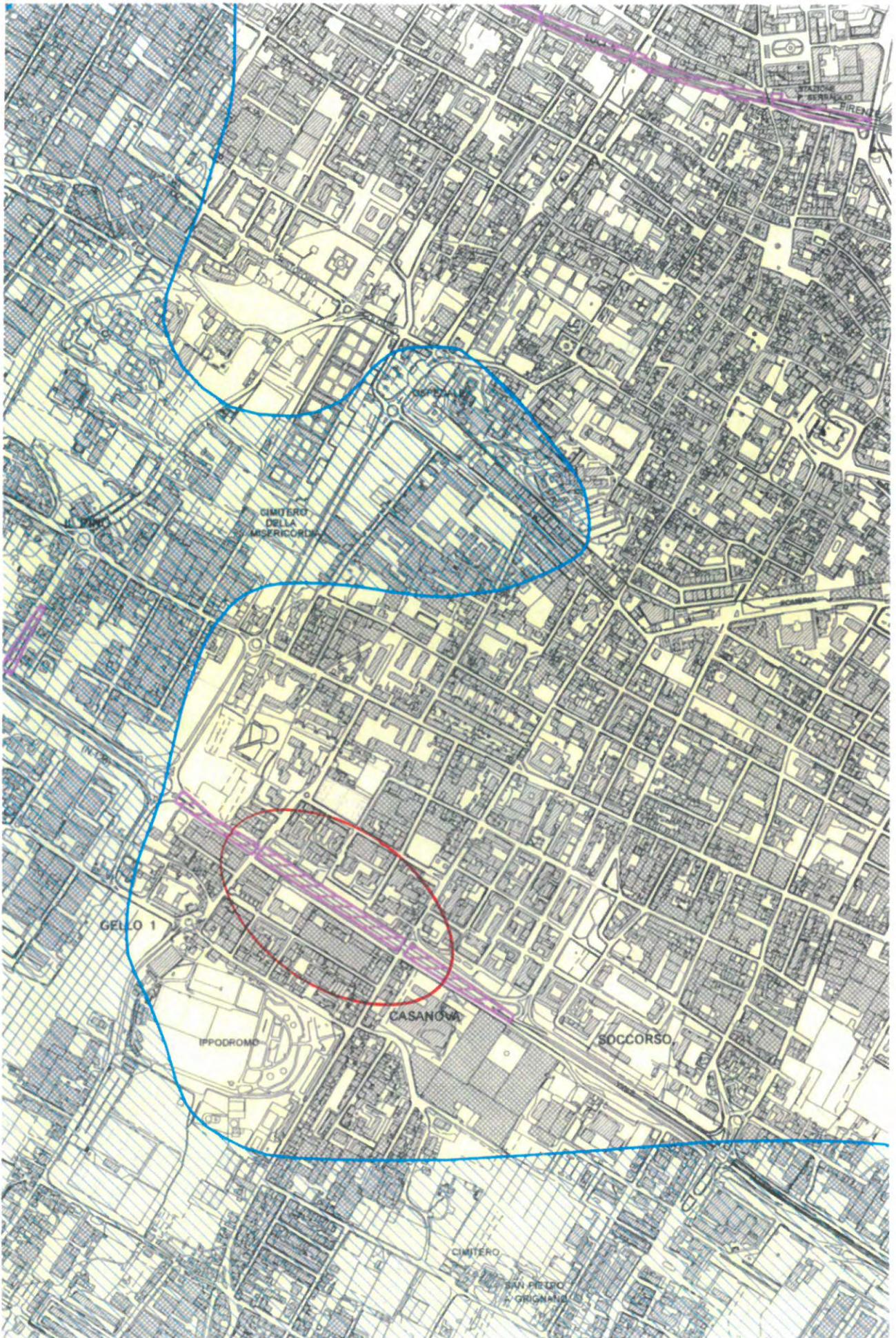
-  Frana quiescente
-  Area potenzialmente instabile in base alla giacitura delle formazioni litoidi
-  Area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante
terreni argillosi con pendenze >10%
terreni sabbiosi con pendenze >20%
terreni litoidi molto fratturati con pendenze >35%
terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze >50%
-  Area interessata da fenomeni di erosione profonda
-  Area interessata da rilevanti manomissioni antropiche
-  Corpo d'acqua e relativi paramenti
-  Scarpata di erosione non attiva o quiescente
-  Area soggetta ad uso intensivo della falda tale da determinare fenomeni di subsidenza

Pericolosità geomorfologica media (G 2)

-  Area interessata da frane non attive
-  Area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante
terreni argillosi con pendenze <10%
terreni sabbiosi con pendenze <20%
terreni litoidi molto fratturati con pendenze <35%
terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze <50%

Pericolosità geomorfologica bassa (G 1)

-  Area in cui non sussistono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa:
terreni argillosi con pendenze <5%
terreni sabbiosi con pendenze <10%
terreni litoidi molto fratturati con pendenze <10%
terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze <10%



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (ZMPSL)

(S.4) Pericolosità sismica locale molto elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi attivi

(S.3) Pericolosità sismica locale elevata

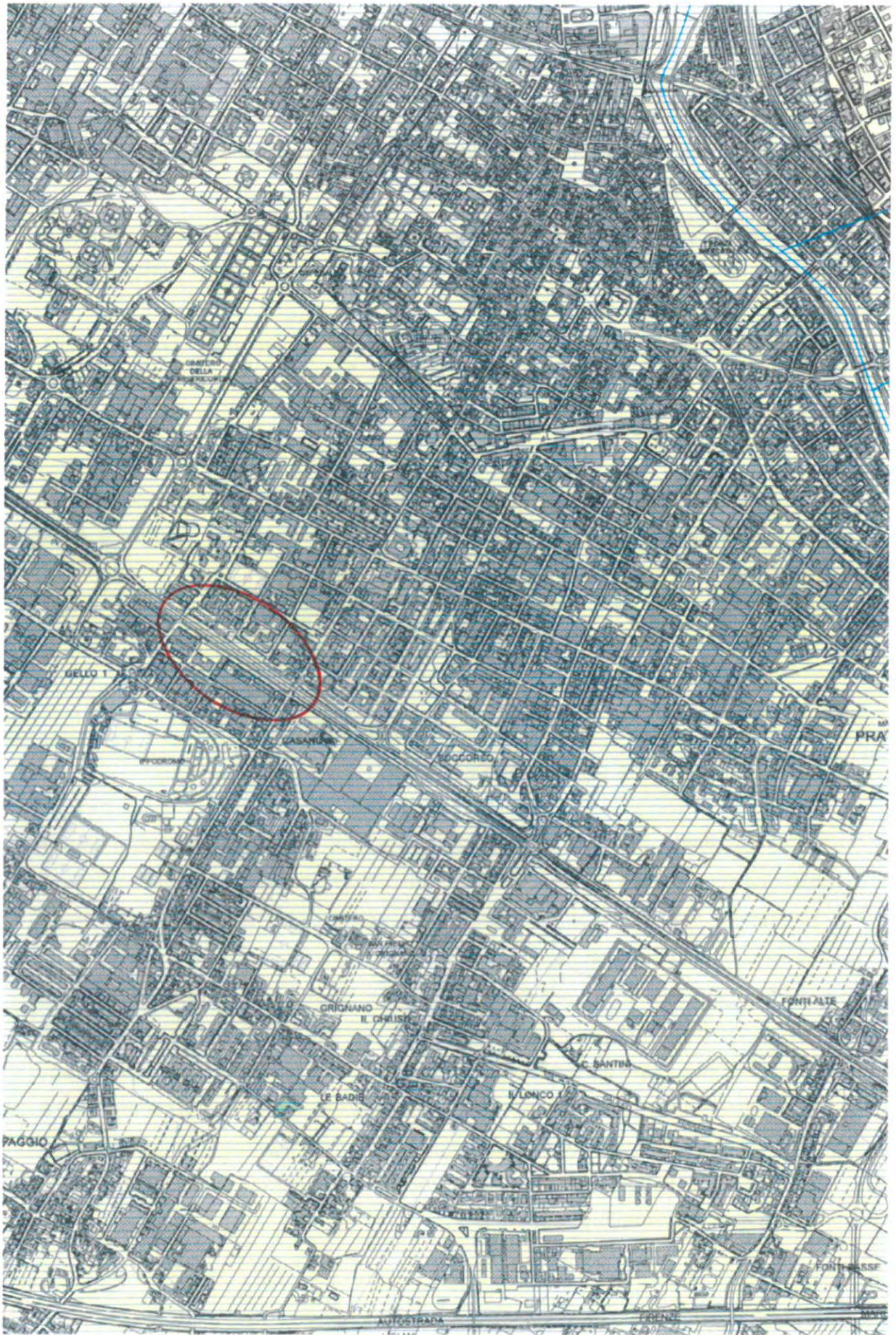
-  Zona caratterizzata da fenomeni franosi quiescenti
-  Zona potenzialmente franosa
-  Zona con terreni granulari poco addensati saturi d'acqua con falda superficiale nei primi 5 m dal p.d.c.
-  Zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante
-  Zone con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti
-  Zona con presenza di coperture colluviali
-  Aree costituite da conoidi alluvionali e/o coni detritici
-  Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse
-  Contatti tettonici, faglie, sovrascorimenti e sistemi di fratturazione

(S.2) Pericolosità sismica locale media

-  Zona caratterizzata da movimenti franosi inattivi
-  Zona di ciglio con $H > 10$ m, costituita da scarpata con parete sub-verticale

(S.1) Pericolosità sismica locale bassa

 Area dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalle sollecitazioni sismiche



CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Perimetrazioni ottenute con studio idrologico-idraulico di dettaglio su tutto il reticolo idrografico implementato con i dati dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

(I.4) Pericolosità idraulica molto elevata (T_r tempo di ritorno)

 Aree interessate da allagamenti per eventi con $T_r < 30$ anni

(I.3) Pericolosità idraulica elevata

 Aree interessate da allagamenti per eventi con T_r compreso tra 30 e 200 anni

(I.2) Pericolosità idraulica media

 Aree interessate da allagamenti per eventi con T_r compreso tra 200 e 500 anni

(I.1) Pericolosità idraulica bassa

 Aree morfologicamente rilevate

Interventi strutturali di cui al Piano Straico Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

 Interventi di tipo "A" (norma 2 de DPCM 5/11/99)

 Interventi di tipo "B" (norma 3 de DPCM 5/11/99)

 Cassa di espansione realizzata

 Cassa di espansione in progetto

 corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico (elenco PIT)

PO2034 RIO BUTI

PO2728 OMBRONE

PO2935 VELLA

PO1161 FILIMORTULA

PO1313 BARDENA IOLO

PO1255 GORA BRESCI

PO2478 BISENZIO

PO1259 GORA MAZZONI

PO1406 MERDANCIONE

PO1264 GORA DI ROMITO

PO2460 BAGNOLO

PO1258 GORA DI CASTELNUOVO

PO1215 IL FOSSETTO

PO1260 BANDITA

PO2436A CALICE

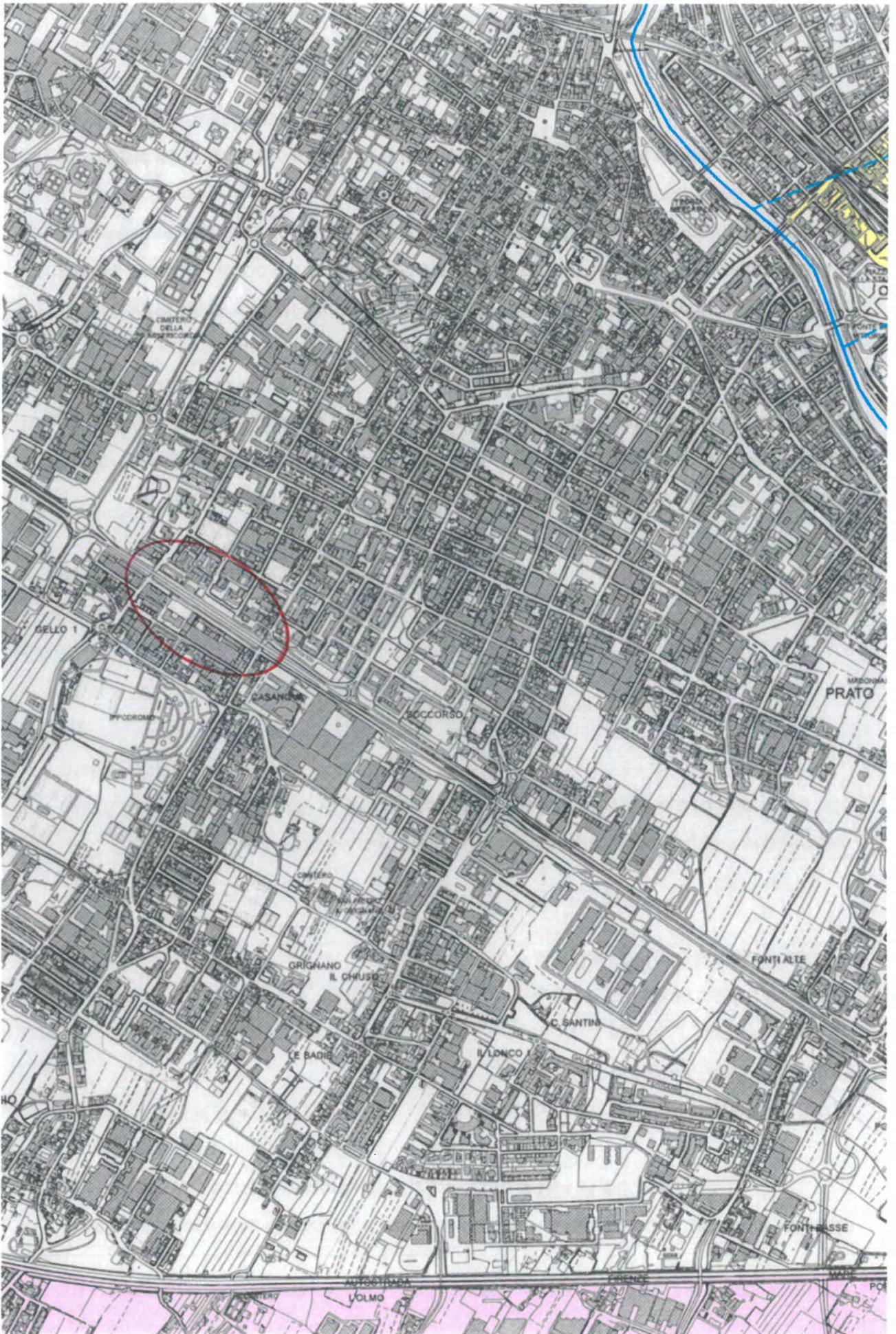
PO2692 MARINELLA

 reticolo idrografico

 tratto intubato

 emissario del depuratore

 scolmatore



CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DELL'ACQUEDOTTO

-  Pozzo
-  Sorgente
-  Area di rispetto dei pozzi e delle sorgenti (D.Lgs. n°152/06)
-  Area di ricarica delle sorgenti
-  Curva isopiezometrica dell'aquifero profondo (in metri sul livello del mare): rilievo relativo a Marzo 2011
-  Linee di flusso della falda
-  Piezometro della rete di rilevamento di Publacqua
-  Area di ricarica della falda (art.24 del P.T.C.)

VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Formazioni litoidi

-  Alta
-  Media

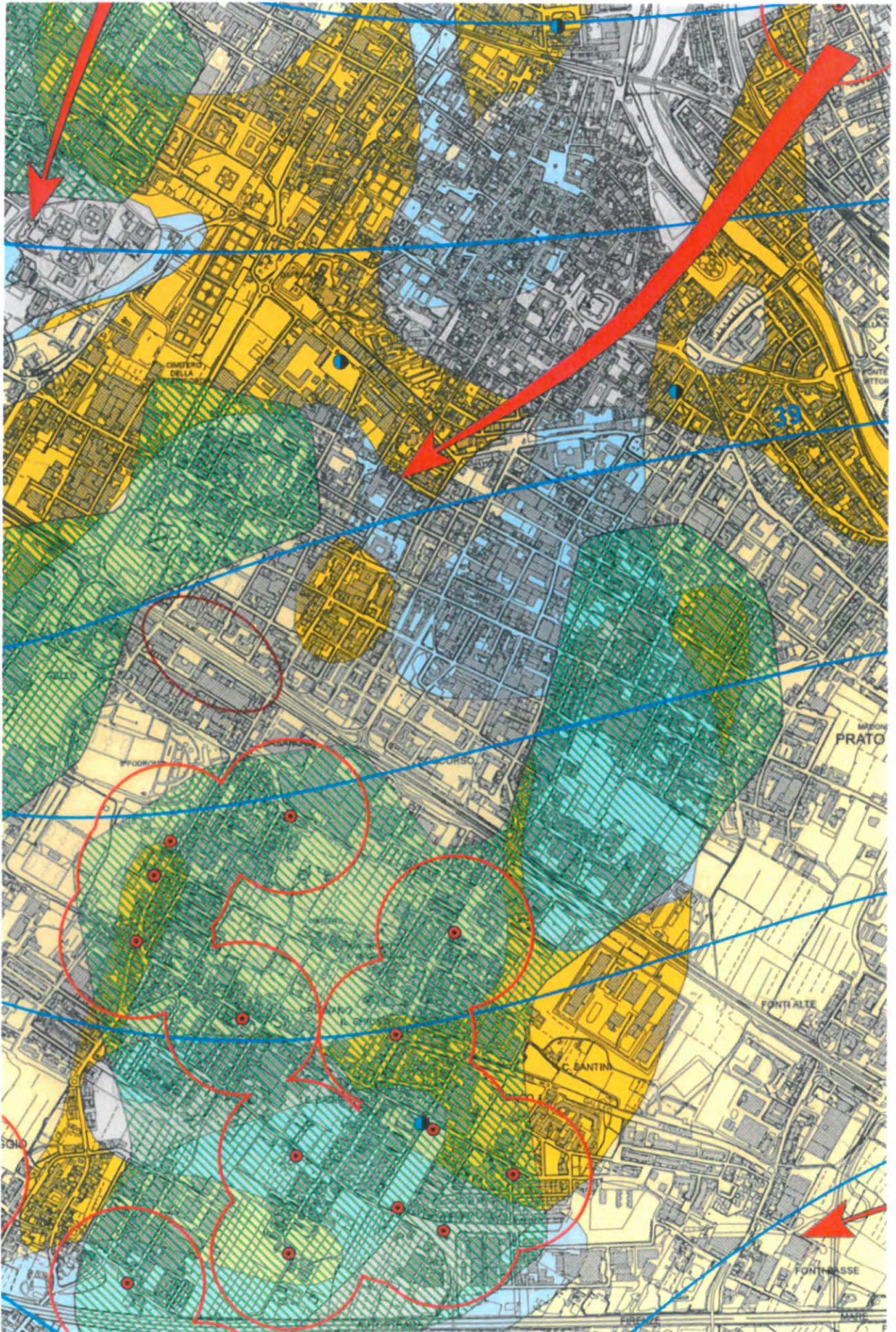
Terreni sciolti

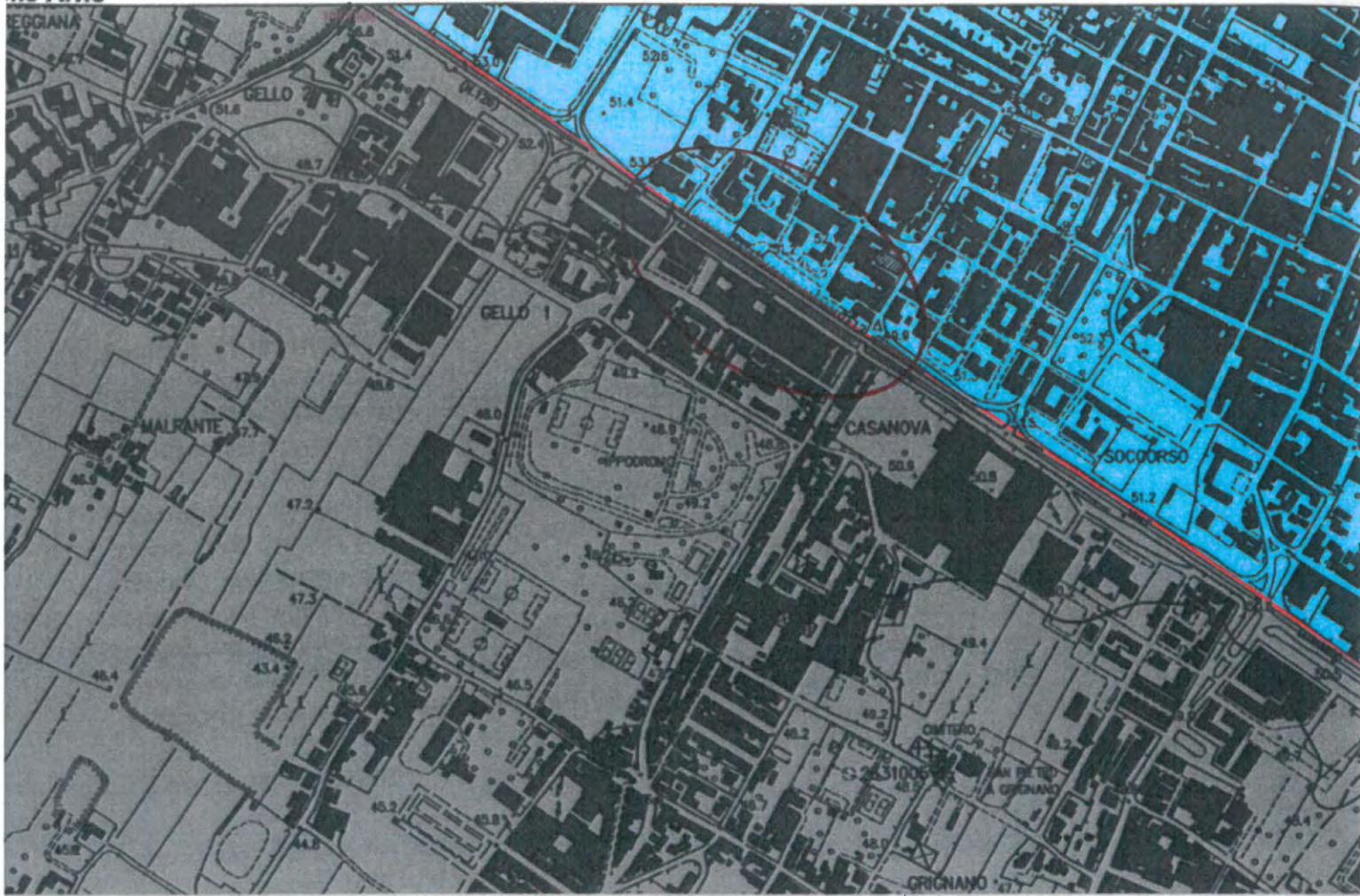
-  Alta
-  Media
-  Medio-bassa
-  Basso

DISPONIBILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Progetto di Piano di Bacino Stralcio "Bilancio Idrico" (Del.C.I. n.24 del 28 Febbraio 2008)

-  D4 - area a disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica (art.9): in cui il disavanzo relativo tra la ricarica media della falda per unità di superficie ed i prelievi risulta molto elevato (superiore a 10.000 mc/ha)
-  D3 - area a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica (art.10): in cui il disavanzo relativo tra la ricarica media della falda per unità di superficie ed i prelievi risulta elevato (compreso tra 10.000 e 1.000 mc/ha)





Autorità di Bacino del Fiume Arno

Piano di Bacino del fiume Arno
stralcio Assetto Idrogeologico

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica livello di dettaglio

Scala 1:10.000



sistema di riferimento Roma 1940
rappresentazione Gauss-Boaga
fuso ovest esteso



BEGGIATO GIANCARLO - Geologo

CERTIFICAZIONI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGI

PROVE PENETROMETRICHE

CERTIFICATO RELATIVO ALL'ESECUZIONE DI PROVE DINAMICHE TIPO STANDARD PENETRATION TEST ESEGUITE IN FORO DI SONDAGGIO

Certificato Ufficiale n° A/014/2012/SPT del 26/01/2012

Richiedente: Geol. G. Beggiano

Committente: Beggiano per Comune di Prato

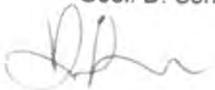
Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato

Sondaggio: S1

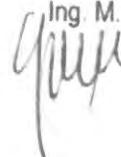
Prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. eseguite nel corso del sondaggio alle seguenti profondità dal p.c., n° colpi (o avanzamento con rifiuto a 50 colpi) e data di esecuzione:

SPT1	4.5 m	43-50	11 cm	eseguito il	17-1-2012
SPT2	6.8 m	5-7-6		eseguito il	17-1-2012
SPT3	9.5 m	10-15-10		eseguito il	17-1-2012
SPT4	15.5 m	6-8-10		eseguito il	17-1-2012
SPT5	23.0 m	18-32-50	9 cm	eseguito il	18-1-2012

Il Responsabile di sito
Geol. D. Senesi



Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Goretti



SOILTEST s.r.l.

Via A. Grandi, 39 - 52100 Arezzo Tel. +39 0575 323644 - Fax +39 0575 23230

info@soiltest.it www.soiltest.it Cap. Soc. € 90.000,00 I.V. C.F. e P. Iva 01304860511

Concessione del Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto n°5950 del 15/06/2011

Settore C: Prove in situ su terreni (ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n°380/2001)

CERTIFICATO RELATIVO ALL'INSTALLAZIONE DI STRUMENTAZIONE IN FORO DI SONDAGGIO

Certificato Ufficiale n° A/015/2012/DH del 26/01/2012

Richiedente: Geol. G. Beggiato

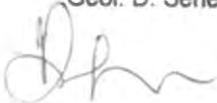
Committente: Beggiato per Comune di Prato

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato

Sondaggio: S1

Il foro di sondaggio S1 è stato attrezzato con tubo in pvc spesso rato fino alla profondità di 30.0 m dal p.c., cementato esternamente, di diametro interno pari a 80 mm per l'esecuzione di prove sismiche tipo down-hole.

Il Responsabile di sito
Geol. D. Senesi



Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Goretti



SOILTEST s.r.l.

Via A. Grandi, 39 - 52100 Arezzo Tel. +39 0575 323644 - Fax +39 0575 23230

info@soiltest.it www.soiltest.it Cap. Soc. € 90.900,00 I.V. C.F. e P. IVA 01304600311

Concessione del Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto n° 5950 del 15/06/2011

Settore C: Prove in situ sui terreni (ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001)

ALCANTARA

CERTIFICATO RELATIVO ALL'ESECUZIONE DI PROVE DINAMICHE TIPO STANDARD PENETRATION TEST ESEGUITE IN FORO DI SONDAGGIO

Certificato Ufficiale n° A/017/2012/SPT del 26/01/2012

Richiedente: Geol. G. Beggiato

Committente: Beggiato per Comune di Prato

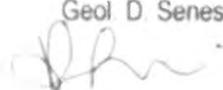
Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato

Sondaggio: S2

Prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. eseguite nel corso del sondaggio alle seguenti profondità dal p.c., n° colpi (o avanzamento con rifiuto a 50 colpi) e data di esecuzione:

SPT1	3.3 m	18-35-50	11 cm	eseguito il	19-1-2012
SPT2	7.5 m	10-12-12		eseguito il	19-1-2012
SPT3	11.0 m	14-11-4		eseguito il	20-1-2012
SPT4	18.0 m	36-35-20		eseguito il	20-1-2012

Il Responsabile di sito
Geol. D. Senesi



Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Goretti



SOILTEST s.r.l.

Via A. Grandi, 39 - 52100 Arezzo Tel. +39 0575 323644 - Fax +39 0575 23230

info@soiltest.it www.soiltest.it Cap. Soc. € 90.000,00 I.V. C.F. e P. Iva 01304860511

Concessione del Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto n°5950 del 15/06/2011

Settore C: Prove in situ su terreni (ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n°380/2001)

CERTIFICATO RELATIVO ALL'INSTALLAZIONE DI STRUMENTAZIONE IN FORO DI SONDAGGIO

Certificato Ufficiale n° A/018/2012/P del 26/01/2012

Richiedente: Geol. G. Beggiato

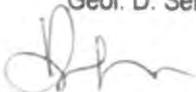
Committente: Beggiato per Comune di Prato

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato

Sondaggio: S2

Il foro di sondaggio S1 è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto in pvc fino alla profondità di 30.0 m dal p.c., di diametro pari a 40 mm, condizionato come nello schema riportato in stratigrafia (cert. n° 016/2012).

Il Responsabile di sito
Geol. D. Senesi



Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Goretti



SOILTEST s.r.l.

Via A. Grandi, 39 - 52100 Arezzo Tel. +39 0575 323644 - Fax +39 0575 23230

info@soiltest.it www.soiltest.it Cap. Soc. € 90.000,00 I.V. C.F. e P. Iva 01304880511

Concessione del Ministero Infrastrutture e Trasporti con Decreto n°5950 del 15/06/2011

Settore C: Prove in situ su terreni (ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n°380/2001)

CERTIFICATO RELATIVO ALL'INSTALLAZIONE DI STRUMENTAZIONE IN FORO DI SONDAGGIO

Certificato Ufficiale n° 119bis/2012/P del 26/4/2012

Richiedente: Geol. G. Beggiano

Committente: Comune di Prato

Cantiere: Via Leonardo da Vinci - Prato

Sondaggio: S3 (certificato n° 119/2012)

Il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto in pvc fino alla profondità di 20.0 m dal p.c., di diametro interno pari a 40 mm, condizionato come nello schema riportato nel certificato relativo alla stratigrafia del sondaggio.

Il Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Goretti

Documentazione fotografica





S1 c1 p.c. - 5.0 m



S1 c2 5.0 m - 10.0 m



S1 c3 10.0 m - 15.0 m



S1 c4 15.0 m - 20.0 m



S1 c5 20.0 m - 25.0 m



S1 c6 25.0 m - 30.0 m



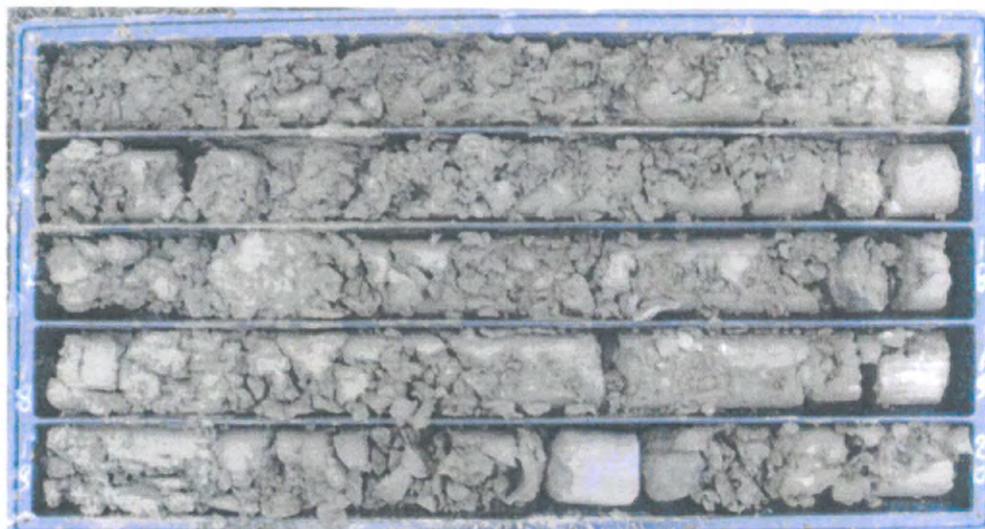
S2 c1 p.c. - 5.0 m



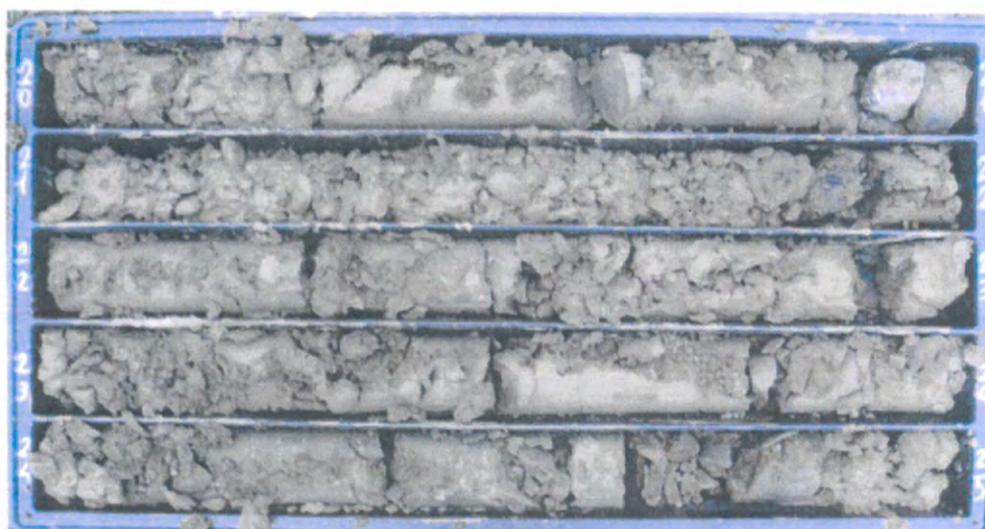
S2 c2 5.0 m - 10.0 m



S2 c3 10.0 m - 15.0 m



S2 c4 15.0 m - 20.0 m



S1 c2 20.0 m - 25.0 m



S2 c6 25.0 m - 30.0 m



S3 c1 p.c. - 5.0 m



S3 c2 5.0 m - 10.0 m



S3 c3 10.0 m – 15.0 m



S3 c4 15.0 m – 20.0 m

PENETROMETRIE LATO NORD



PENETROMETRIE LATO SUD



BEGGIATO GIANCARLO

GEOLOGO

"GEOLOGIA TECNICA"

Indagini e relazioni

"IDROGEOLOGIA"

Tel. (0574) 462613

Via A. Negri, 9

59100 PRATO

**RILIEVI PIEZOMETRICI EFFETTUATI A NORD ED A
SUD DELLA DECLASSATA NEL TRATTO INTERESSA-
TO DA UN PROGETTO DI RADDOPPIO**

- **"SECONDA FASE"** -

Comune: PRATO - Località: Soccorso

Via Marengo – Via Tasso

Committente: COMUNE DI PRATO

Servizio "4U"





S50-50.66

S4 51.98

S50-50.66

S4 51.98

VA VERONA

VA TASSO

VA DEL PURGATORIO

VA DEL PURGATORIO

VALE LEONARDO DA VINCI

ALESSANDRIA

VERONA

AGOSTO

EDUARDO

ALPINA

STELLA

ALBERTO

ELISABETTA

GIULIO

ARCIBENEDICTO

FRANCESCO

GIULIO

MARIO

GIULIO

PREMESSE

La presente relazione sui rilievi piezometrici relativi al raddoppio della "declassata" viene redatta a completamento della precedente, alla quale si rimanda per a descrizione dei punti di monitoraggio, per i rilievi e le valutazioni sui livelli di falda, per le stratigrafie dei sondaggi con prove di permeabilità, per la geologia dell'area e per la Carta Idrogeologica delle isopieze pregresse (1994).

1. RILIEVI

Il monitoraggio, che nella prima relazione riportava le letture piezometriche dal 10/2/2012 al 30/8/2012, comprende i rilievi effettuati nei punti di per il periodo dal 05/9/2012 al 31/10/2014.

	Da N	—————→ a S		
	Piez. S ₄ (SCUOLA)	Piez. S ₃ (<u>N rilevato</u>)	Piez. S ₂ (<u>S rilevato</u>)	Pozzo S ₅ (TINTORIA)
05/09/2012 da p.c.	-17,97	-16,78	-16,16	
s.l.m.	34,01	33,90	33,68	
05/10/2012		-17,06 33,62	-16,45 33,39	
				(segue) 2012
01/12/2012		-15,90 34,78	-15,28 34,56	
28/12/2012		-14,70 35,98	-14,03 35,81	

	Piez. S ₄ (SCUOLA)	Piez. S ₃ (<u>N rilevato</u>)	Piez. S ₂ (<u>S rilevato</u>)	Pozzo S ₅ (TINTORIA)	
15/2/2013	-14,92 37,06	-13,93 36,75	-13,34 36,50		2013
17/4/2013	-13,07 38,91	-12,14 38,54	-11,45 38,39	-12,80 37,86	
13/2/2014	-11,20 40,78	-10,50 40,18	-9,75 40,09		2014
18/4/2014		-11,30 39,38	-10,58 39,26		
11/7/2014		-13,40 37,28	-12,60 37,24		2014
6/8/2014		-13,05 37,63	-12,15 37,69		
31/10/2014		-13,70 36,98	-12,90 36,94		

I rilievi confermano quanto riportato nella prima relazione sul comportamento della falda.

In particolare si rileva un valore costantemente più alto della quota assoluta (s.l.m.) di falda sul lato N (Via Marengo) rispetto a quella sul lato S (Via Tasso) con l'unica eccezione della lettura del 6 Agosto 2014.

Si fa inoltre rilevare che le quote più prossime al p.c. sono state misurate il 13 Febbraio 2014 con (da N a S) -11,20 m in S₄ (Scuola), -10,50 m in S₃ (Via Marengo) e -9,75 m in S₂ (Via Tasso).

Si ribadiscono infine le “**Considerazioni conclusive**” di cui al punto 4 della presente relazione.

Prato, 30/11/2014

Geol. BEGGIATO Giancarlo

