

330

**VARIANTE AL PIANO DI RECUPERO n° 68  
APPROVATO CON DELIB. C.C. n° 57 del 15/04/1999  
COMUNE DI PRATO**

**RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'**  
ai sensi DPGR 53R/2011



Progettista:

**Dott. Ing. ALESSANDRO GOTI**

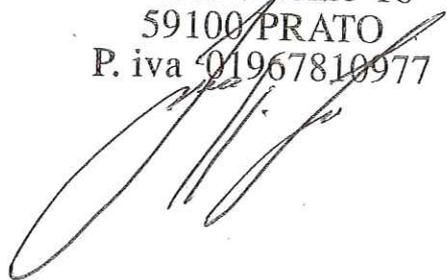
**DOTT. ING. STEFANO GOTI  
STUDIO TECNICO**

Committente:

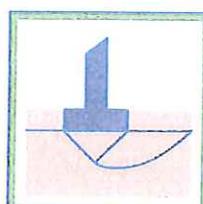
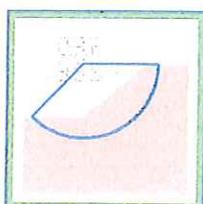
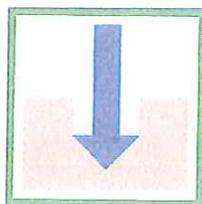
**CAP CASA Spa**

Tel. 0574-29395 - Fax 0574-32963  
Via Z. Bicchierai, 38/44 - 59100 PRATO

**CAP CASA SPA**  
Piazza Duomo 18  
59100 PRATO  
P. iva 01967810977



Data: 15 Gennaio 2014



**STUDIO GEOLOGICO DOTT. F. CECCARINI**  
Via J. Nardi, 9 - 59100 PRATO  
Tel./Fax 0574 39888

## INDICE

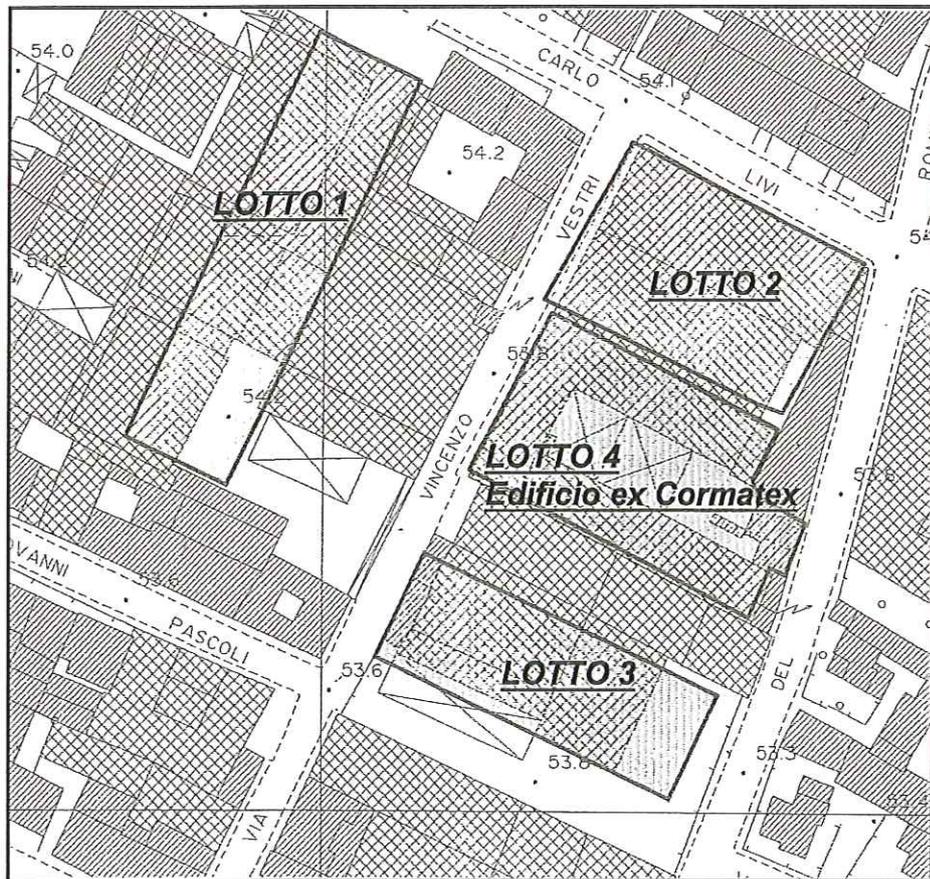
1.)	PREMESSA	pag.	2
2.)	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	pag.	5
2.1.)	Caratteristiche generali	pag.	5
2.2.)	Caratteristiche dell'area desumibili dagli elaborati del Piano Strutturale del Comune di Prato	pag.	7
2.3.)	Rischio idraulico - Cartografia dell'Autorità di Bacino del F. Arno	pag.	11
2.4.)	Riferimento al PTC della Provincia di Prato	pag.	12
3.)	CAMPAGNA GEOGNOSTICA	pag.	15
4.)	MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO	pag.	19
5.)	RISPOSTA SISMICA LOCALE	pag.	24
5.1.)	Amplificazione stratigrafica	pag.	24
5.2.)	Amplificazione topografica	pag.	28
5.3.)	Coefficiente di amplificazione e coefficienti sismici	pag.	29
5.4.)	Liquefazione	pag.	30
7.)	CONCLUSIONI CIRCA LA PERICOLOSITA' DELL'AREA E LA FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO	pag.	32
7.1.)	Valutazione di Pericolosità	pag.	32
7.2.)	Definizioni di Fattibilità	pag.	34
IN APPENDICE :			
	- ELABORATI GRAFICI		
	- INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI (prove pen., sondaggi, prove lab., indagine geofisica)		

FILE: CapcasaLOTTO4 53R

**1.) PREMESSA**

La presente relazione geologica di fattibilità esamina le caratteristiche geologiche, geotecniche e di risposta sismica locale di un'area posta in Prato, tra Via del Romito e Via Vestri, facente parte dell'ex deposito ed officina della CAP - Cooperativa Autotrasporti Pratese, e più esattamente costituita dal Lotto 4 dell'intera area ex CAP.

L'ubicazione del lotto può essere rilevata in FIG. 1: "Corografia Generale" in scala 1 : 10.000; si riporta inoltre qui sotto l'ubicazione del Lotto 4 all'interno dell'intera area ex CAP.



La presente relazione trae la sua necessità dal fatto che, in seguito al Piano di Recupero approvato dal C.C. di Prato (Piano di Recupero n°68/99 - Delib. C.C. n°57 del 15/04/1999) ed ai permessi di costruire rilasciati per i singoli lotti, tra cui il Lotto 4 qui preso in considerazione (P.E. 2814/2004), è ora in

corso per detto Lotto 4 la redazione di una Variante al Piano di Recupero per il quale è richiesta la seguente relazione redatta ai sensi della normativa attualmente vigente in materia (DPGR 53/R del 25 ottobre 2011 - Regolamento di attuazione in materia di indagini geologiche dell'art. 62 della L.R. n. 1 del 3 gennaio 2005); tale normativa fornisce anche, al punto 4 dell'allegato A, le direttive per la formazione dei Piani complessi di intervento e per i Piani Attuativi:

#### **§ 4. Direttive per la formazione dei piani complessi di intervento e dei piani attuativi**

I piani complessi di intervento ed i piani attuativi sono corredati da una relazione di fattibilità contenente gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano stati indicati necessari nel regolamento urbanistico in relazione alle condizioni di fattibilità, ovvero indicazioni sulla tipologia delle indagini da eseguire e/o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Qualora il piano strutturale o il regolamento urbanistico abbiano subordinato la loro attuazione alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di mitigazione del rischio, la relazione contiene anche il progetto delle opere di sistemazione previste, con una descrizione dettagliata delle caratteristiche, delle dimensioni e degli effetti attesi, delle eventuali attività di monitoraggio e loro durata.

La relazione dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, idraulico, idrogeologico, sismico). In caso contrario è necessario procedere ad aggiornare tale quadro conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle mutate condizioni di pericolosità.

Lo studio adotta le metodologie di analisi e redazione cartografica contenute nelle presenti direttive ed è condotto alla scala di redazione del piano attuativo.

Per la predisposizione delle relative varianti si applicano le disposizioni di cui al presente articolo in relazione agli ambiti e alle previsioni delle stesse.

Per il LOTTO 4, dove è presente l'edificio ex Cormatex, la Variante al P.d.R. ora presentata prevede una variazione della destinazione d'uso, prima costituita da una trasformazione in civile abitazione, commerciale ed uffici ed ora variata unicamente ad uffici, ed un ampliamento del previsto piano interrato ad uso autorimessa, che nella versione precedente del P.d.R. doveva essere realizzato solo al di sotto del cortile interno ed ora invece viene steso anche al di sotto delle porzioni nord ed ovest degli edifici ora esistenti, con piano di calpestio a -3,1 m dal p.c. attuale.

Tutto ciò senza incremento di superficie coperte (anzi, con leggera riduzione) e/o superfici impermeabilizzate, dato che l'area è già totalmente coperta ed impermeabilizzata da pavimentazione in asfalto.

Nella presente relazione si analizzeranno pertanto per prima cosa i contenuti dello studio geologico a supporto del Piano Strutturale vigente e le classificazioni e condizioni di fattibilità contenute nel Regolamento Urbanistico; si analizzeranno inoltre anche i contenuti del PTC provinciale e del PAI dell'Autorità di Bacino del F. Arno; quindi, valutato se siano o meno intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, idraulico, idrogeologico e sismico), sarà comunque affrontato un approfondimento delle caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area, facendo affidamento sulle indagini già condotte sull'intera area ex Cap sia all'epoca del primitivo Piano di Recupero approvato, sia più recentemente ai fini della progettazione esecutiva degli interventi.

Si potrà in tal modo pervenire ad una valutazione di pericolosità dell'area e di fattibilità dell'intervento ai sensi del DPGR 53/R.

L'insieme dei dati geognostici disponibili sull'intera area ex CAP è il seguente:

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche condotte all'epoca della redazione dell'originario Piano di Recupero;
- n. 9 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT eseguite più recentemente a supporto della progettazione esecutiva degli interventi;
- n. 6 sondaggi a carotaggio con prelievo di campioni, di cui uno spinto a -36 m dal p.c. ed attrezzato con tubo cementato per esecuzione prova geofisica down hole;
- prove SPT condotte in avanzamento nel corso dei sondaggi;
- n. 1 prova sismica Down Hole;
- analisi di laboratorio geotecnico su n. 5 campioni di terreno prelevati.

## 2.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

### 2.1.) Dati generali

L'area in esame è ubicata poco a sud dell'antico nucleo centrale della città di Prato; come tutta la città, tale area ricade pertanto all'interno della vasta pianura alluvionale di Firenze - Prato - Pistoia, in posizione centrale relativamente all'asse di massimo sviluppo longitudinale di tale pianura (disposto in direzione NO - SE) ed in maggior prossimità del margine settentrionale relativamente all'asse trasversale; in tale ultimo senso la zona è posta a distanza di circa 1 km dalle formazioni rocciose incassanti, costituite dalla terminazione meridionale della dorsale dei Monti della Calvana.

La pianura deriva da un antico bacino lacustre di età villafranchiana instauratosi dopo la fase parossistica dell'orogenesi appenninica, quando iniziò una fase distensiva responsabile della creazione di depressioni longitudinali ad andamento appenninico; in tali depressioni si impostarono vari bacini lacustri intermontani (Mugello, Casentino, ecc.), tra i quali appunto quello di Firenze - Prato - Pistoia.

Successivamente, alcune faglie trasversali provocarono il sollevamento della conca di Firenze rispetto al resto del bacino, con la conseguente erosione della soglia alla Gonfolina (presso Signa) che provocò lo svuotamento di tale parte del lago, mentre continuava a colmarsi la parte del bacino di Prato e Pistoia fino al suo totale riempimento. Per tale motivo la serie sedimentaria lacustre e fluviale ha in zona di Prato uno spessore sensibilmente più rilevante rispetto a Firenze.

I corsi d'acqua che si impostarono sulla neoformata superficie di origine lacustre la rimaneggiarono tramite l'alternarsi di cicli erosivi e deposizionali, e ricoprirono la superficie lacustre con una coltre di depositi fluviali.

Al paesaggio attuale ha concorso, come ultimo evento, anche il verificarsi di una serie di impaludamenti, che hanno interessato diverse aree della piana, soprattutto nella sua porzione sud, anche in epoche storiche.

Dal punto di vista sedimentario, notevole rilevanza possiede, nell'area pratese, la presenza del vasto corpo di conoide dovuto

al Fiume Bisenzio. La conoide è il deposito che si forma a partire dal punto in cui il corso montano di un fiume sfocia nella pianura; divenendo infatti tale corso più ampio e meno acclive, si riduce la sua capacità di trasporto solido e questo fa sì che siano depositati i materiali fino allora trasportati, a partire dai più grossolani; è comunque tipica dei depositi di conoide la scarsa classazione granulometrica, unitamente alla mancanza di imbriciatura degli elementi ghiaiosi (presente invece di altri depositi di tipo idraulico).

Dato il posizionamento sufficientemente prossimo al F. Bisenzio, ed in particolare al suo sbocco in pianura dalla valle montana, il lotto in oggetto si trova in zona in cui in passato il Fiume ha frequentemente divagato con il suo corso (prima dell'attuale posizione antropicamente regolata ed addossata alla base della terminazione sud dei M. della Calvana); nella zona in oggetto è dunque attendibile, fin da limitata profondità dalla superficie, un forte e continuo spessore di depositi di conoide alluvionale, e più precisamente di conoide apicale-intermedia, in cui il sedimento risulta prevalentemente ghiaioso con una certa quantità di matrice limoso-sabbiosa.

Dal punto di vista dell'idrografia di superficie, essendo la zona intensamente urbanizzata, lo smaltimento delle acque superficiali è assicurato dalla rete fognaria.

Dal punto di vista idrogeologico, occorre notare che i sedimenti di conoide, dotati di discreta permeabilità anche se solitamente non formati da ghiaie o sabbie pulite, costituiscono il principale corpo acquifero della piana pratese. Tale acquifero, ricaricato prevalentemente dall'alveo del F. Bisenzio, ha conosciuto nel tempo un graduale impoverimento a causa dell'eccessivo emungimento non compensato dalla ricarica naturale.

L'unico dei perfori di indagine penetrometrica appositamente condotti che è stato possibile attrezzare con tubo piezometrico (negli altri, il franamento delle pareti del perforo ne ha impedito l'inserimento) ha permesso di verificare assenza di falda fino a -9,5 m dal p.c.

Nel sondaggio a carotaggio continuo S1 fu rilevata presenza di falda a -17,2 m dal p.c., in data 16 novembre 2012; nel

piezometro S6 è stata invece rinvenuta falda a -17,8 m dal p.c. in data 23 novembre 2012; in una successiva misurazione in data in data 7 dicembre 2012, dopo diversi giorni di piogge molto intense, il livello freatico è risultato di -15,87 m dal p.c. . Ancor più recentemente, in data 30.12.2013, è stato constatato un ulteriore rialzamento del livello freatico in S6 fino a circa -14,7 m dal p.c. .

## **2.2) Caratteristiche dell'area desumibili dagli elaborati del Piano Strutturale del Comune di Prato.**

Si riporteranno di seguito i dati derivati dallo studio geologico condotto a supporto del nuovo piano strutturale recentemente adottato, da ritenersi più aggiornati (e cautelativi) dei preesistenti; ciò anche se con l'adozione non è stata formulata una precisa norma di salvaguardia.

- Sulla "Carta Geologica" (FIG. 2), i terreni in oggetto, ricadendo nella pianura pratese, sono attribuiti ai depositi alluvionali recenti di conoide, senza ulteriori indicazioni riguardo alla granulometria.

I dati geognostici rilevati direttamente in situ indicano la presenza di un primo livello di sedimenti limoso-argillosi, che generalmente giunge fino a -2,8 ÷ -5,3 m dal p.c., posti sopra sedimenti di conoide costituiti da ghiaie in talora abbondante matrice sabbioso-limosa, generalmente in non elevato stato di addensamento, talvolta inglobanti lenti limoso-sabbiose di modesto spessore ed estensione.

- In FIG. 3 si riporta uno stralcio della "Carta Litotecnica"; su questa carta, dove vengono suddivise ed accorpate le formazioni rocciose ed i terreni sciolti in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche principali, i terreni in oggetto sono raggruppati tra i depositi alluvionali di pianura, senza tuttavia dare alcuna indicazione litotecnica di dettaglio.

- Sulla "Carta Idrogeologica" (estratto riportato in FIG. 4), la zona di intervento è compresa tra le curve isofreatiche

relative ai +27 e +29 m s.l.m. (luglio 2007), con gradiente idraulico diretto verso ovest-sudovest; dato che la quota topografica della zona di intervento è mediamente di circa 54 m s.l.m., la superficie di falda si dovrebbe impostare a profondità di circa -25 ÷ -27 m dal p.c.

Come già accennato, sono stati eseguiti i seguenti rilevamenti freaticometrici:

Sondaggio S1 in data 16/11/2012: -17,2 m dal p.c.  
Sondaggio S6 in data 23/11/2012: - 17,8 m dal p.c.  
in data 07/12/2012: - 15,87 m dal p.c.  
in data 30/12/2013: - 14,70 m dal p.c.

Rispetto alla direzione di flusso della falda, il sondaggio S1 è stato eseguito al vertice "di monte" dell'area, ed il sondaggio S6 al vertice di valle; le due misure eseguite in date circa corrispondenti, confermano in linea di massima la direzione di flusso, con un gradiente idraulico di circa 60 cm tra monte e valle.

Le misure eseguite successivamente in S6 rilevano un incremento di livello freatico di circa 3 m. E' comunque evidente come la superficie freatica ora rilevata sia assai più superficiale (circa 10 m) di quella riportata nella carta idrogeologica comunale: ciò conferma il recente innalzamento di livello dovuto alla riduzione degli emungimenti.

Sempre sulla carta idrogeologica (FIG. 4) la zona è indicata ricadere in classe di permeabilità primaria (per porosità) "medio bassa"; questa classificazione pare giustificabile solo per i sedimenti fini superficiali e forse per la porzione superficiale con presenza di molta matrice dei sedimenti ghiaiosi, ma non per i sottostanti sedimenti di conoide più puliti, generalmente dotati di buona permeabilità.

- In FIG. 5 viene riportato uno stralcio della "Carta della Subsidenza"; la subsidenza è un fenomeno causato dalla consolidazione del sottosuolo che si manifesta con abbassamento, più o meno vistoso, della superficie topografica.

Questo fenomeno può avere origine sia per cause naturali sia artificiali; la subsidenza naturale è nell'ordine di grandezza di qualche millimetro l'anno, a volte anche meno, quindi le sue conseguenze sono ridotte.

Diverso può essere il discorso relativo alla subsidenza per cause antropiche, che può causare cedimenti di importi ben superiori; le cause antropiche sono collegate allo sfruttamento industriale delle risorse minerarie, ovvero, nella pianura pratese, agli emungimenti idrici legati in particolare all'industria tessile.

L'abbattimento del livello piezometrico comporta un incremento delle pressioni effettive, con conseguente ripresa di cedimento degli strati più compressibili.

La misura di questo fenomeno viene eseguita tramite misure satellitari che hanno mostrato quante le aree a maggiore subsidenza sia legate alle zone interessate dai maggiori volumi di acqua emunti sia per attività industriali, sia per l'alimentazione dell'acquedotto pubblico.

La zona in esame ricade al di fuori delle aree a maggiore tasso di subsidenza, che giungono, secondo la carta ricostruita, a valori di  $-10,0 \div -30,0$  mm/anno; essa ricade invece in un'area caratterizzata da un tasso di subsidenza minimo, stimato in  $-0,0 \div -5,0$  mm/anno.

Questo fenomeno, pur non essendo ancora perfettamente correlato con eventuali danni inflitti alle strutture antropiche, risulta importante nel quadro conoscitivo quale indice degli squilibri idrici.

Al paragrafo 1.2.6., dove si tratta della subsidenza, la relazione dello studio geologico di supporto al nuovo Piano Strutturale ridimensiona, allo stato attuale, la rilevanza e le conseguenze pratiche del fenomeno; si legge infatti:

*"Al di là del fatto che si riesca o meno a valutare gli effetti negativi sulle attività antropiche di questo fenomeno, la subsidenza assume un significato importante all'interno del quadro conoscitivo perché, indipendentemente dalla sua entità e dagli effetti che potrà provocare, è indice dell'esistenza di un forte squilibrio tra i volumi di acqua che vengono costantemente prelevati dalla falda e la*

capacità di ricarica della stessa da parte di tutte le acque di infiltrazione che contribuiscono alla ricostituzione della risorsa primaria. In quest'ottica la subsidenza può essere considerata come un'estrema conseguenza di un bilancio idrico che per un lungo tempo è rimasto in difetto. Il monitoraggio nel tempo potrà indicare se la tendenza di questo fenomeno è verso un ripristino dell'equilibrio tra prelievi e ricarica o se dovremo aspettarci un continuo abbassamento del suolo fino a dover intervenire con precise norme e/o vincoli."

Appare in conclusione che, allo stato attuale, alla subsidenza venga dato un significato soprattutto quale indice del bilancio idrico, senza che sia ad essa assegnabile una precisa pericolosità per le attività antropiche e, quindi, per gli edifici; da ciò l'assenza, ad oggi, di precise norme e vincoli.

Si deve poi notare che per gli edifici esistenti in zona non sono segnalate problematiche di dissesto, e che negli ultimi anni, come già sopra detto, è avvenuta una chiara inversione degli andamenti del livello di falda: a causa di una netta riduzione degli attingimenti sia per uso industriale che per uso pubblico, si sta assistendo ad una marcata risalita del livello di falda, che appare confermata anche per la zona in oggetto.

Ad ogni modo, nel caso in oggetto il tasso minimo di subsidenza indicato non comporta, come si vedrà, sulla cartografia ufficiale alcun incremento del grado di pericolosità geomorfologica della zona.

- In FIG. 6 si riporta uno stralcio della "Carta delle pericolosità sismica locale (ZMPSL)"; su essa il lotto ricade al centro di una vasta area caratterizzata da due soprassegni: quello attribuito ai depositi alluvionali granulori e/o sciolti e quello attribuito alle conoidi alluvionali e/o cono detritici; entrambi i simboli conducono ad una classificazione di pericolosità sismica locale elevata S3.

L'area in oggetto, pur essendo interessata dal corpo ghiaioso di conoide posto a poca profondità dal p.c., risulta morfologicamente pianeggiante; il possibile effetto di amplificazione sismica atteso è allora maggiormente legato

alla presenza di depositi granulari, in spessore comunque superiore al quello ritenuto, ai sensi del D.M. 14.01.2008, critico per rischio di amplificazione dovuto a contrasto di impedenza sismica con il substrato rigido.

- In FIG. 7 si riporta uno stralcio della "Carta della pericolosità idraulica"; su essa la zona ricade in area a Pericolosità Idraulica bassa (I.1), attribuita ad aree di pianura poste in posizione morfologicamente rilevata, non interessate dalle dinamiche dei corsi d'acqua.
- In FIG. 8 è riportato uno stralcio della "Carta delle problematiche idrogeologiche"; su essa, oltre ad essere riportate le stesse indicazioni mostrate dalla Carta Idrogeologica, si rileva che il lotto cade al di fuori delle zone di protezione di pozzi per uso idropotabile pubblico, che si estendono con raggio di 200 m intorno ai pozzi stessi (ai sensi del D.Lgs. n°152/2006).
- Infine, sulla "Carta delle pericolosità geomorfologica" (FIG. 9), la zona in oggetto ricade in area pianeggiante classificata a pericolosità geomorfologica bassa G.1, tipica di aree in cui non sussistono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.  
Come già notato, la zona in oggetto risulta esterna ad una vasta area presente al centro della piana pratese interessata, sulla cartografia di pericolosità, da pericolosità elevata dovuta a possibili fenomeni di subsidenza. Il livello minimo di subsidenza indicato sulla carta della subsidenza non induce quindi, in zona, ad attribuire una particolare valutazione di pericolosità.

### **2.3.) Rischio Idraulico - Cartografia redatta dall'Autorità di Bacino del F. Arno**

Per quanto riguarda la cartografia del P.A.I. (Piano stralcio Assetto Idrogeologico), di cui uno stralcio è riportato in FIG. 10, essa evidenzia, il posizionamento della zona in oggetto in

classe di pericolosità idraulica P.I.1, ovvero la minima prevista per le zone di pianura.

Ai sensi delle Norme di attuazione del PAI, per l'intervento in oggetto non sono dunque posti particolari limiti o vincoli.

#### **2.4.) Riferimento al PTC della Provincia di Prato.**

Si analizzano di seguito i dati contenuti nella Variante di adeguamento del PTC della Provincia di Prato alla L.R. 1/2005, con particolare riferimento alle misure di salvaguardia di cui al Capo III delle NTA della variante stessa.

- La Tav. QC\_GEO\_07 - Carta delle Emergenze Geoambientali, di cui si riporta uno stralcio in FIG. 11, mostra che il Piano di Recupero in oggetto non insiste su aree di prelievo di materiali lapidei; non risulta inoltre essere interessato dalla presenza di fonti o sorgenti, né tanto meno, da fronti di cava, da forme prodotte dall'azione delle acque superficiali o da fenomeni di carsismo.
- In FIG. 12 si riporta uno stralcio della Tav. QC\_PCR\_02 (Sensibilità al rischio); su essa l'area in oggetto non risulta essere definita quale area di emergenza destinata all'ammassamento soccorritori, o ad "area attrezzata multifunzionale di interesse generale" per utilizzo pubblico in condizioni di "non emergenza".
- Per quanto riguarda la Tav. QC\_PCR\_03 - Definizione rischio idraulico -(FIG. 13), l'area d'intervento ricade totalmente al di fuori di quelle classificate a rischio idraulico.

#### **Ulteriore cartografia del PTC 2008 della Provincia di Prato**

Si riporta di seguito, per completezza, il commento di altre carte contenute nella Variante al PTC (2008), delle quali non si allega alcun stralcio in relazione, perché ritenute non determinanti ai fini dell'intervento in oggetto.

- Sulla Tav. IDR 01 - Piano rischio idraulico Autorità di Bacino del Fiume Arno, l'area in esame ricade all'esterno della vasta zona alluvionabile (aree interessate da alluvioni ricorrenti ed eccezionali 1966-1999) così come definite dal DPCM 5/11/1999, che interessa la zona più a sud e ad ovest del territorio di pianura pratese.
- La TAV. IDR 02 - Piano Assetto Idrogeologico, riporta la classificazione di pericolosità idraulica attribuita ai territori di pianura dall'Autorità di Bacino dell'Arno e del Reno, senza aggiungere niente alle cartografia del PAI, che è già sopra stata riportata in FIG. 10. la zona è pertanto anche qui definita con pericolosità P.I.1, ovvero "aree a pericolosità moderata (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $200 < TR < 500$  anni. E' questa la minima classificazione di pericolosità attribuita alle aree di pianura.  
Si segnala che su questa carta sono accorpate le zonizzazioni di pericolosità del PAI in scala 1:25.000 (livello di sintesi) ed in scala 1:10.000 (livello di dettaglio), senza tenere conto delle differenti definizioni (vedi art. 5 delle NtA del PAI); sulla legenda allegata, infatti, vengono riportate solamente le definizioni delle classi di pericolosità a livello di dettaglio (scala 1 : 10.000).
- La TAV. IDR 03 - Opere Idrauliche Classificate, indica che l'area in oggetto non è interessata dalla previsione di realizzazione di casse di espansione, non introducendo quindi limiti in questo senso per l'intervento in progetto.
- Infine, la TAV. PCR 01 - Aree Idrogeologicamente Omogenee-, che suddivide il territorio provinciale in vari sottobacini idrogeologici (solitamente coincidenti con i vari territori comunali), indica che l'area in esame ricade ovviamente nell'area di Prato (area B3).

Per quanto riguarda il rischio idraulico, nel PTC sono quindi riprese le definizioni del PAI; l'art. 25 delle NtA del PTC 2008, al punto 6 definisce testualmente che alle carte di Integrità idraulica (QC\_IDR\_01 e QC\_IDR\_02) sono associate le

Norme Tecniche di Attuazione contenute negli stessi Piani di settore delle Autorità di Bacino.

Anche ai sensi delle salvaguardie poste dal PTC diviene dunque determinante l'analisi del PAI.

All'art. 25 del PTC si danno inoltre disposizioni per il contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo; dato che con l'intervento in oggetto non si prevede un incremento di superficie coperta pari o superiore a 500 mq (è mantenuto l'edificio esistente e l'area risulta già attualmente totalmente pavimentata e quindi impermeabilizzata), non si dovranno prevedere opere di compensazione per la mitigazione degli effetti dell'impermeabilizzazione.

**3.) CAMPAGNA GEOGNOSTICA**

Ai fini della ricostruzione della stratigrafia della zona di intervento, è stata programmata e condotta, sull'intera area ex CAP costituita da n. 4 lotti (tra cui il Lotto 4 qui preso in considerazione) una campagna d'indagine geognostica costituita da 9 prove penetrometriche SCPT spinte fino a -12 m dal p.c., e da n. 6 sondaggi a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati e prove SPT in avanzamento nei sedimenti ghiaiosi.

Si dispone inoltre di ulteriori 3 prove penetrometriche dinamiche eseguite durante la precedente fase di programmazione urbanistica dell'intervento; tali prove sono distinte come PD1U, PD2U, PD3U; l'insieme dei punti di prospezione geognostica è riportato in FIG. 14. Sul Lotto 4 dove è ora presentata la variante al Piano di recupero ricadono le prove penetrometriche dinamiche PD4 e PD5.

Ciò consente una conoscenza della stratigrafia della zona e delle caratteristiche geotecniche dei terreni da ritenersi assai dettagliata per quanto riguarda l'attuale fase di definizione della pericolosità dell'area e di fattibilità dell'intervento richiesta per la variante al Piano di recupero del Lotto 4.

Si riporta di seguito la profondità di ogni sondaggio, la denominazione dei campioni prelevati ed i risultati in termine di resistenza penetrometrica dinamica  $N_{spt}$ .

Sondaggio	Profondità	Campioni	$N_{spt}$	Poket e Torvane	
<b>S1*</b>	-36 m dal p.c.	S1H1 <sub>(-2,5 ÷ -3,1 m dal p.c.)</sub>	5 (-4,2 ÷ -4,65 m dal p.c.)	<b>X</b>	
			15 (-7,1 ÷ -7,55 m dal p.c.)		
			21 (-13,5 ÷ -13,95 m dal p.c.)		
			52 (-16,5 ÷ -16,95 m dal p.c.)		
			55 (-19,5 ÷ -19,95 m dal p.c.)		
<b>S2</b>	-12 m dal p.c.			<b>X</b>	
<b>S3</b>	-12 m dal p.c.	S3H1 <sub>(-2,0 ÷ -2,3 m dal p.c.)</sub>	8 (-4,5 ÷ -4,95 m dal p.c.)	<b>X</b>	
			S3C1 <sub>(-5,5 ÷ -5,7 m dal p.c.)</sub>	19 (-7,0 ÷ -7,45 m dal p.c.)	
				40 (-10,0 ÷ -10,45 m dal p.c.)	
<b>S4</b>	-12 m dal p.c.		13 (-5,0 ÷ -5,45 m dal p.c.)	<b>X</b>	
<b>S5</b>	-12 m dal p.c.	S5H1 <sub>(-4,0 ÷ -4,6 m dal p.c.)</sub>	22 (-6,5 ÷ -6,95 m dal p.c.)	<b>X</b>	
				24 (-10,0 ÷ -10,45 m dal p.c.)	
<b>S6</b>	-20 m dal p.c.	S6C1 <sub>(-3,7 ÷ -4,2 m dal p.c.)</sub>	10 (-4,90 ÷ -5,35 m dal p.c.)	<b>X</b>	
				49 (-11,0 ÷ -11,45 m dal p.c.)	

\*a distruzione di nucleo tra -20 e -36 m dal p.c.

I risultati delle prove SPT sono espressi nella tabella che segue in funzione della profondità:

Prof.	S1	S2	S3	S4	S5	S6
metri						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
3,0						
3,5						
4,2	<b>5</b>					
4,5			<b>8</b>			
5,0				<b>13</b>		<b>10</b>
5,5						
6,0						
6,5					<b>22</b>	
7,0	<b>15</b>		<b>19</b>			
7,5						
8,0						
8,5						
9,0						
9,5						
10,0			<b>40</b>		<b>24</b>	
10,5						
11,0						<b>49</b>
11,5						
12,0						
12,5						
13,0						
13,5	<b>21</b>					
14,0						
14,5						
15,0						
15,5						
16,0						
16,5	<b>52</b>					
17,0						
17,5						
18,0						
18,5						
19,0						
19,5	<b>55</b>					

Le profondità sono quelle di inizio delle prove SPT

Sui campioni prelevati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

	S1SH1	S3SH1	S3C1	S5SH1	S6C1
determinazione contenuto umidità naturale	X	X	X	X	X
peso di volume	X	X		X	
peso specifico granuli	X			X	
densità secca	X	X		X	
limiti di Atterberg	X	X		X	X
Granulometria			X		
prova di taglio diretto CD	X		X	X	
Compressione semplice ELL	X	X		X	
prova edometrica				X	

Infine, nel perforo del sondaggio S1 è stato installato un apposito tubo in pvc cementato per l'esecuzione della prova geofisica in foro (down-hole).

Ciò risulta nell'attuale fase assai significativo perché permette fin da ora di dare risposta, ai sensi dei disposti del D.M. 14.01.2008, della pericolosità sismica S3 per possibili effetti di amplificazione locale di tipo stratigrafico attribuita alla zona dal Piano Strutturale del Comune di Prato (redatto ai sensi del DPGR 26R), definizione di pericolosità qui da riconfermarsi, come si vedrà, ai sensi del più recente DPGR 53R).

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove penetrometriche è costituita da un penetrometro statico-dinamico Pagani 73-100 KN, semovente su sei ruote motrici.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione di una punta conica tramite battitura operata mediante un maglio di peso ed altezza di caduta standardizzati; il risultato viene espresso per mezzo della registrazione del numero di colpi N per ogni 30 cm di infissione (N'30).

Il penetrometro dinamico utilizzato è del tipo superpesante (DPSH) Meardi - AGI, con le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio

73 Kg

- altezza di caduta	75 cm
- angolo al vertice della punta conica	60°
- diametro cono	51 mm

La resistenza penetrometrica dinamica SCPT rilevata tramite il penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi AGI risulta diversa dalla resistenza penetrometrica dinamica S.P.T. .

La differenza tra i due metodi, a parte il fatto che in un caso il rilevamento è continuo sull'intera profondità ed in un altro esso è limitato in alcuni punti durante l'esecuzione di un sondaggio, dovrebbe essere unicamente costituita dal diverso peso del maglio (63 Kg per la prova S.P.T. e 73 per la S.C.P.T.) e delle aste, pertanto, dalla conseguente diversa energia.

In realtà, notevole rilevanza nei risultati delle prove penetrometriche dinamiche è costituita dal rendimento del macchinario, esprimibile con il rapporto:

$$Er = \frac{\text{energia effettivamente ceduta alla punta}}{\text{energia assorbita}} \times 100$$

Il costruttore del macchinario fornisce il seguente rapporto di correlazione:

$$Nspt = 1,74 \times N'30$$

Ciò corrisponde a quanto rilevato nel corso di studi condotti in terreni italiani da Tisconi (1987) e, successivamente, dallo Studio Geotecnico Italiano.

Come già accennato, alcuni dei perfori d'indagine geognostica e il sondaggio S6 sono stati attrezzati con piezometro; si sono già al paragrafo 2 della presente relazione riportati i risultati delle letture freaticometriche.

#### 4.) MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO

L'area è caratterizzata da un primo livello stratigrafico, composto da sedimenti limoso-argillosi, talvolta sabbiosi, il cui spessore è generalmente compreso tra -2,8 e -5,3 m dal p.c., posto sopra sedimenti ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi di conoide. Come indicato in FIG. 15, la profondità dell'orizzonte stratigrafico superficiale risulta sensibilmente più accentuata nella porzione sud dell'intera area ex CAP, giungendo a circa -4,2 ÷ -5,1 m dal p.c.; ciò non risulta tuttavia riguardare il Lotto 4 qui preso in considerazione, dove in base alle prove PD4 e PD5 su esso eseguite appare possibile riconoscere l'inizio delle stratificazioni ghiaiose a circa -3,3 m dal p.c. . Di seguito si riporta una sintetica descrizione stratigrafica e geomeccanica dei terreni:

**Livello A (da -0.0 a -3,3 m dal p.c.):** al di sotto di un primo spessore di massicciata messa in posto per la realizzazione del piazzale (spessore circa 50÷60 cm), sono presenti limi argillosi e limi sabbiosi.

Questo livello stratigrafico è caratterizzabile con un comportamento geotecnico almeno parzialmente coesivo, regolato quindi a breve termine dalla resistenza al taglio rapido non drenato ( $c_u$ ), mentre a lungo termine, quando la coesione tende ad annullarsi, in seguito alla dissipazione delle pressioni neutre si desta attrito intergranulare e la resistenza a taglio viene fornita dall'angolo d'attrito interno  $\phi$ .

Le prove penetrometriche N'30 hanno fornito valori generalmente compresi tra 3 e 5 colpi, con un valore medio N'30 = 4, ovvero  $N_{spt} = 7$ .

In questo livello, come visto, sono stati prelevati 4 campioni di terreno; si deve in tal senso notare che solo tale livello risulta campionabile con fustella Shelby, mentre ciò non è risultato possibile nei sottostanti terreni ghiaiosi. Le prove di laboratorio condotte hanno permesso di ricavare le seguenti determinazioni.

Sulla Carta di Plasticità di Casagrande, tutti i campioni ricadono nella parte bassa del gruppo CL "argille limose a medio bassa plasticità"; in particolare sono stati rilevati i seguenti limiti di Atterberg:

	S1SH1	S3SH1	S5SH1	S6C1
LL	<b>31%</b>	<b>37%</b>	<b>32%</b>	<b>29%</b>
LP	<b>21%</b>	<b>12%</b>	<b>21%</b>	<b>29%</b>
Ic	<b>0,92</b>	<b>1,21</b>	<b>0,80</b>	<b>0,78</b>
lp	<b>10%</b>	<b>13%</b>	<b>11%</b>	<b>10%</b>
WL	<b>22,82%</b>	<b>21,26%</b>	<b>23,15%</b>	<b>21,16%</b>

Si nota che l'indice di consistenza risulta sempre abbastanza elevato, indicando uno stato dei terreni analizzati che va da solido-plastico a semisolido; il grado di umidità risulta piuttosto costante e basso.

Il comportamento geotecnico a breve termine è espresso dalla resistenza al taglio rapido non drenato, determinata tramite le prove di compressione semplice ELL (Espansione Laterale Libera) che hanno fornito i seguenti risultati:

	S1SH1	S3SH1	S5SH1
Resistenza a compres. semplice $q_u$ (kg/cmq)	<b>0,56 ÷ 1,20</b>	<b>1,82 ÷ 3,16</b>	<b>0,55 ÷ 0,65</b>

Si nota l'elevata resistenza fornita dal campione S3SH1, in accordo con l'elevato  $I_c$  ricavato sempre sul medesimo campione. Esso è stato prelevato a ridotta profondità (-2,0 ÷ -2,3 m dal p.c.).

Valori assai inferiori di  $q_u$  si rilevano in una delle prove condotte sul campione S1SH1 (prof. 2,5 - 3,1 m dal p.c.) e, in particolare, sul campione S5SH1 (prof. 4,0 ÷ 4,6 m dal p.c.). Considerando il valore minimo di resistenza determinato su quest'ultimo campione, si può stimare il valore della resistenza al taglio rapido non drenato  $c_u$ :

$$c_u = q_u/2 = 0,55/2 = 0,275 \text{ Kg/cmq}$$

Tale valore risulta assai basso; esso è tendenzialmente confermato dall'andamento dei rilevamenti svolti sul livello limoso tramite scissometro di campagna (Torvane), che indicano una riduzione di consistenza nella parte bassa del livello limoso o limo-sabbioso, poco prima del contatto con le sottostanti ghiaie; tuttavia, il valore minimo di  $c_u$  determinato

con prova scissometrica nella parte basale del livello è pari a  $c_u = 39,2$  Kpa, ovvero circa  $0,39$  Kg/cm<sup>2</sup>. Subito al di sopra della parte basale, i valori crescono ad almeno  $0,58$  Kg/cm<sup>2</sup>. Si può in definitiva ritenere che il valore minimo di  $c_u$  rilevato tramite prove di compressione semplice sia da attribuire ad un livello estremamente limitato sia in spessore che planimetricamente, non rappresentando il valore medio del livello stesso.

Per valutare il comportamento a lungo termine, sono state eseguite sui terreni del livello stratigrafico A n.2 prove di taglio diretto CD, i cui risultati sono:

S1SH1	$\phi' = 31,5^\circ$	$c' = 0,08$ Kg/cm <sup>2</sup>
S5SH1	$\phi' = 30,7^\circ$	$c' = 0,07$ Kg/cm <sup>2</sup>

Si nota come le prove forniscano valori assai omogenei.

Per quanto riguarda la compressibilità di questi terreni, si dispone di una prova edometrica che ha fornito un valore dell'indice di compressibilità  $C_c = 0,186$ . Tale prova è stata eseguita sul campione S5SH1 che, come visto, è risultato particolarmente poco consistente.

**Livello B1 (da -3,3 m dal fino a -8,7 m dal p.c.):** prevalenza di ghiaia da fine a grossolana subarrotondata in matrice limoso sabbiosa, poco addensata con locali intercalazioni limoso-sabbiose.

Questo livello stratigrafico comprende la porzione superficiale della conoide pratese, che in quest'area si differenzia sensibilmente dal corpo principale della conoide per un generale minore stato di addensamento e per un contenuto di matrice fine assai elevato.

Il comportamento geomeccanico di questo livello stratigrafico è tuttavia da considerarsi di tipo sostanzialmente attritivo, caratterizzato sia a breve sia a lungo termine da una resistenza al taglio dovuta all'angolo di attrito  $\phi$ .

Le prove penetrometriche, pur mostrando spessori e continuità leggermente diverse sull'intera area, ne hanno individuato una profondità massima di circa -8,7 m dal p.c..

I valori di N'30 che caratterizzano le porzioni meno consistenti e più ricche di matrice sono generalmente compresi tra 4 e 6 colpi (mediamente Nspt = 8,8), mentre il valore di Nspt medio rilevato nell'intero strato è pari a circa 13.

I valori di resistenza Nspt rilevati direttamente in avanzamento nei sondaggi a carotaggio continuo hanno mostrato valori in linea con quelli ricavabili dalle prove penetrometriche dinamiche SCPT; in particolare, nei livelli meno consistenti sono stati rilevati i seguenti valori:

<b>S1</b>	Nspt = 5 (-4,2 ÷ -4,65 m dal p.c.)
<b>S3</b>	Nspt = 8 (-4,5 ÷ -4,95 m dal p.c.)

Nel rimanente spessore, dotato di maggiore addensamento o di granulometria più grossolana, i valori di resistenza Nspt, salgono sensibilmente, in accordo con i responsi penetrometrici:

<b>S1</b>	Nspt 15 (-7,1 ÷ -7,55 m dal p.c.)
<b>S3</b>	Nspt 19 (-7,0 ÷ -7,45 m dal p.c.)
<b>S4</b>	Nspt 13 (-5,0 ÷ -5,45 m dal p.c.)
<b>S5</b>	Nspt 22 (-6,5 ÷ -6,95 m dal p.c.)
<b>S6</b>	Nspt 10 (-4,90 ÷ -5,35 m dal p.c.)

In questo livello, tra -5,35 e -5,70 m dal p.c. è stato prelevato un campione di terreno (S3C1, spezzone di carota prelevato dalla cassetta catalogatrice); le prove di laboratorio condotte su di esso hanno fornito i seguenti risultati:

Determinazione contenuto di acqua	<b>16,13 %</b>
Ghiaia	<b>36,20%</b>
Sabbia	<b>27,73%</b>
Limo	<b>29,45%</b>
Argilla	<b>6,62%</b>
Limite plastico	<b>26%</b>
Prova di taglio diretto CD	$\phi' = 31,0^\circ$ $c' = 0,02 \text{ Kg/cm}^2$

La prova di taglio diretto CD è stata eseguita scartando la frazione ghiaiosa e ricostruendo il campione con il passante al vaglio 2 mm. Il risultato può dunque essere ritenuto cautelativo rispetto al comportamento del terreno tal quale.

**Livello B2 (da -8,4 m dal fino a -31,8 m dal p.c.):** ghiaia da media a grossa subarrotondata con ciottoli in matrice sabbioso-limosa con rari livelli decimetrici a maggior contenuto di matrice; il grado di addensamento aumenta sensibilmente a partire da -13 ÷ -15,5 m dal p.c., come messo in luce dai risultati delle prove SPT condotte nel corso dei sondaggi.

Di seguito sono riportati i valori di N<sub>spt</sub> rilevati in questo orizzonte stratigrafico; si nota che il valore minimo è pari a 21, rilevato a -13,5 m dal p.c., mentre i valori rilevati a maggior profondità risultano solitamente superiori a 40, quindi attribuibili a sedimenti ben addensati.

Sondaggio	Nspt
<b>S1*</b>	21 (-13,5 ÷ -13,95 m dal p.c.)
	52 (-16,5 ÷ -16,95 m dal p.c.)
	55 (-19,5 ÷ -19,95 m dal p.c.)
<b>S3</b>	40 (-10,0 ÷ -10,45 m dal p.c.)
<b>S5</b>	24 (-10,0 ÷ -10,45 m dal p.c.)
<b>S6</b>	49 (-11,0 ÷ -11,45 m dal p.c.)

**Livello C (da -31,8 m fino alla massima profondità indagata, ovvero -36,0 m dal p.c.):** limo argilloso con poca ghiaia; questo livello è stato rilevato unicamente dal sondaggio S1, che da -20 m dal p.c. è stato condotto con tecnica a distruzione con il precipuo scopo di installare il tubo per la prova geofisica down hole. La sua profondità è comunque tale da non influenzare significativamente il comportamento delle fondazioni.

La stratigrafia dei terreni è riportata nella sezione ricostruita in FIG. 16 (passante sul Lotto 4), la cui traccia è indicata in FIG. 14.

## **5.) RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Si è sopra visto come, ai sensi del DPGR 26R, il Piano Strutturale del Comune di Prato attribuisca alla zona in oggetto la pericolosità sismica S.3; ciò in funzione della presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti.

Tale classificazione deve essere conservata anche ai sensi della più recente normativa regionale, ovvero del DPGR 53R ora vigente.

Il fatto che la presenza di depositi sciolti possa produrre amplificazione locale per effetti stratigrafici è in effetti tenuta in conto anche dal D.M. 14.01.2008, che dovrà essere applicato in fase di progettazione esecutiva, in modo da dare risposta anche alla classificazione di pericolosità S.3 attribuita in fase di predisposizione degli strumenti urbanistici.

Si ricorda infatti che, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, hanno influenza anche le particolari condizioni locali, ovvero le caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, nonché le caratteristiche fisiche e meccaniche di detti materiali.

Con risposta sismica locale si intende allora la definizione delle modifiche che il segnale sismico definito rispetto ad un sito di riferimento rigido con superficie topografia orizzontale subisce per i sopra detti fattori.

Nel caso in oggetto si dispone già di un'indagine eseguita ai sensi del D.M. 14.01.2008, che possiamo riportare già in questa fase di studio di supporto al Piano di Recupero.

### **5.1.) Amplificazione stratigrafica**

Ai sensi del D.M. 14.01.2008, l'effetto del profilo stratigrafico può essere valutato tramite quanto indicato al punto 3.2.2., ovvero con riferimento alla definizione della categoria di sottosuolo come da sottostanti tabelle:

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo.*

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediante addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	Terreni dei depositi di tipo C o D per spessore non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo.*

Categoria	Descrizione
<b>S1</b>	Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b>	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Per la definizione della categoria del suolo di fondazione si dispone nel caso in oggetto di una indagine geofisica down hole, la cui relazione descrittiva è allegata in appendice.

In base ai risultati di tale indagine, può essere attribuita all'area d'intervento la **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra **360 m/s e 800 m/s**).

Ciò vale sia per la porzione di edificio che sarà dotata di piano interrato, sia per quella che ne rimarrà priva.

In funzione della categoria di sottosuolo, il coefficiente di amplificazione stratigrafica può essere calcolato secondo quanto definito nella tabella qui sotto riportata, ripresa dal D.M. 14.01.2008.

Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$ 

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot (a_g/g) \leq 1,20$	$1,10 \cdot (Tc)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot (a_g/g) \leq 1,50$	$1,05 \cdot (Tc)^{-0,33}$
D	$1,00 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot (a_g/g) \leq 1,80$	$1,25 \cdot (Tc)^{-0,50}$
E	$0,90 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot (a_g/g) \leq 1,60$	$1,15 \cdot (Tc)^{-0,40}$

Occorre dunque definire  $a_g/g$  ed  $F_o$  per il sito in oggetto.

Il Progettista ha riferito per la struttura in progetto una vita nominale di 50 anni, definita secondo le indicazioni della seguente Tabella:

Tabella 2.4.I - Vita Nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

La classe d'uso viene invece definita ai sensi delle indicazioni sotto riportate:

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in oggetto la classe d'uso è la Classe II; si può allora definire il valore del coefficiente d'uso  $C_u$ :

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_u$ 

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

Si ha quindi  $C_u = 1,0$ .

Si può a questo punto definire la vita di riferimento:

$$V_r = V_n \times C_u = 50 \times 1,0 = 50 \text{anni}$$

Facendo riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), la probabilità di superamento  $P_{vr}$  si ottiene dalla seguente tabella:

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato

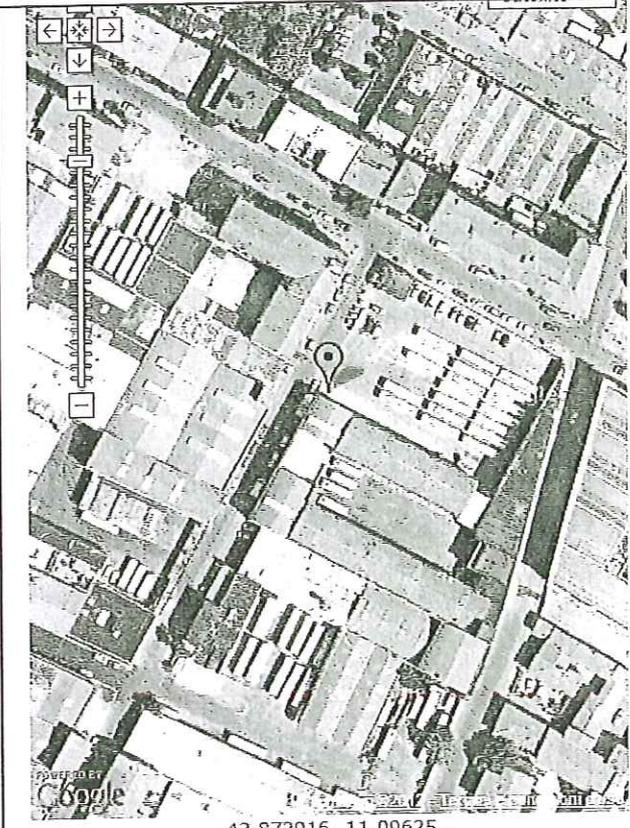
Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per SLV si ha allora  $P_{vr} = 10\%$ .

Si può a questo punto stimare il periodo di ritorno  $T_r$ :

$$T_r = \frac{V_r}{\ln(1-P_{vr})} = 475 \text{ anni}$$

In base ad apposito software, inserendo le coordinate del sito è stato ottenuto, come da tabella sottostante (dati rete sismica nazionale), un valore di picco di ag pari a 0,141 ed  $F_0 = 2,432$  (SLV,  $T_r = 475$  anni)



Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> [s]
Operatività (SLO)	30	0,050	2,525	0,250
Danno (SLD)	50	0,060	2,553	0,266
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,141	2,432	0,299
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,181	2,391	0,311
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici				
<input checked="" type="radio"/> Muri di sostegno	<input type="radio"/> Paratie			
<input type="radio"/> Stabilità dei pendii e fondazioni				
<input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.				
H (m)	<input type="text"/>			
us (m)	<input type="text"/>			
Categoria sottosuolo	A			
Categoria topografica	T1			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss*	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc*	1,00	1,00	1,00	1,00
Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St*	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima				

Si ha allora (SLV):

$$S_s = 1,4 - 0,4 F_o \text{ (ag/g)} = 1,4 - 0,4 \times 0,141 \times 2,432 = 1,2628$$

Ai sensi della Tab. 3.2.V del D.M. 14.01.2008 si pone allora:

$$S_s = 1,2.$$

### 5.2.) Amplificazione topografica

Per la definizione dello spettro di risposta elastico, oltre alla conformazione stratigrafica, occorre poi definire tramite apposita categoria le condizioni topografiche, come da tabella 3.2.IV che segue:

**Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche.**

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazioni media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per quanto riguarda la topografia, l'intervento ricade in zona di pianura; deve quindi essere attribuita la **Categoria topografica T1**; il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  risulta dunque uguale ad 1, come da Tabella 3.2.VI qui di seguito allegata.

**Tabella 3.2.VI – Valori del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$** 

<b>Categoria topografica</b>	<b>Ubicazione dell'opera o dell'intervento</b>	<b><math>S_T</math></b>
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

### 5.3.) Coefficiente di amplificazione e coefficienti sismici

Valutati gli effetti stratigrafici e topografici, si ottiene il coefficiente di amplificazione S:

$$S = S_s \times S_T = 1,2 \times 1 = 1,2$$

Si ha quindi::

$$a_{\max} = a_g \times S_s = 0,141 \times 1,2 = 0,169$$

Si possono a questo punto definire i coefficienti sismici orizzontale ( $K_h$ ) e verticale ( $K_v$ ), come indicato al punto 7.11.3.5.2. del D.M. 14.01.2008:

$$K_h = \beta_s a_{\max}/g$$

$$K_v = \pm 0,5 K_h$$

Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito ( $\beta_s$ ) viene ripreso dalla Tabella 7.11.1 del D.M. 14.01.2008, qui sotto riportata.

**Tabella 7.11.I** – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Nel caso in oggetto,  $\beta_s$  è pari a 0,24, da cui:

$$K_h = 0,24 \times 0,1692 = 0,0406$$

$$K_v = \pm 0,0203$$

#### 5.4.) Liquefazione

Il rischio di liquefazione nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre che, sotto accelerazione sismica, può comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari in terreni saturi; in tali condizioni la resistenza tangenziale di un terreno dotato di solo attrito si annulla ed il comportamento meccanico diviene quello di un liquido.

Perché la liquefazione possa accadere, occorre allora che il terreno non sia dotato di coesione (forza che non dipende dalle pressioni effettive) e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente e non permettere pertanto l'incremento delle pressioni neutre a scapito di quelle effettive: sono pertanto le sabbie fini quelle maggiormente affette da tale tipo di rischio.

Hanno poi chiaramente importanza anche altre caratteristiche, quali l'addensamento del deposito.

Nel caso in oggetto, i sedimenti che costituiranno i terreni di fondazione sono dotati di granulometria troppo grossolana per ricadere nella distribuzione granulometrica tipica di un sedimento liquefacibile; inoltre, si è sopra visto come il livello piezometrico più superficiale rilevato sia a -14,0 m dal p.c. circa. Al punto 7.11.3.4.2. del D.M. 14.01.2008, tra le

cause di omissione della verifica della liquefazione è citata infatti la seguente:

... 3) *profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano di campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.*

La profondità della falda, secondo i rilevamenti svolti, può risultare solo di poco inferiore ai 15 m, a profondità dove ad ogni modo, i terreni ghiaiosi risultano già dotati di buon addensamento (si veda tabelle delle resistenze SPT precedentemente prodotta).

Si può in definitiva ritenere che il rischio di liquefazione sia in pratica irrilevante.

## **6.) CONCLUSIONI CIRCA LA PERICOLOSITA' DELL'AREA E LA FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO**

La presente relazione, fornita ai sensi della normativa vigente per la redazione delle indagini geologico-tecniche di supporto alla redazione di piani urbanistici o loro varianti (L.R. n. 1/2005 art. 62 e DPGR n. 53/R del 25.10.2011), ha esaminato le caratteristiche di un lotto di terreno posto in Prato, tra Via del Romito e Via Vestri, dove è in corso di redazione una Variante ad un precedente Piano di Recupero. Tale Variante interessa il Lotto 4 del più complessivo Piano di recupero dell'area ex CAP, e consiste nella totale trasformazione della destinazione d'uso ad uffici (mentre nel precedente PdR erano previsti civile abitazione, negozi ed uffici) e nella previsione della realizzazione di una più ampia autorimessa interrata.

### **6.1.) Valutazione di Pericolosità**

In base all'analisi degli elaborati geologici di Piano Strutturale, del PTC, della cartografia del PAI e dei dati geognostici disponibili, si è accertato quanto segue:

- Essendo l'area ubicata in pianura, essa risulta gravitativamente stabile, anche in fase sismica.
- Data la profondità della falda (circa -14 m dal p.c.) e la natura prevalentemente ghiaiosa dei terreni in cui essa si imposta, non si evidenziano rischi di instabilità dinamica dovuta a fenomeni di liquefazione.
- Sulla cartografia del PAI (Autorità di Bacino del F. Arno), concordemente con i risultati di recenti studi idraulici fatti condurre dall'Amministrazione pratese a supporto del nuovo piano strutturale, la zona ricade in pericolosità idraulica P.I.1 sulla cartografia in scala 1 : 10.000 (livello di dettaglio), corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno TR tale che  $200 < TR \leq 500$  anni. Ciò non introduce alcun tipo di vincolo per l'intervento.

- Le indagini geognostiche disponibili sull'intera area ex CAP hanno rilevato la presenza di un ridotto spessore superficiale di sedimenti limo-argillosi mediamente consistenti; da circa -3,3 m dal p.c. inizia poi una potente sequenza di sedimenti ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, riferibili alla conoide alluvionale del F. Bisenzio. Tali depositi ghiaiosi risultano inizialmente dotati di elevata frazione di matrice fine e mediocre stato di addensamento, occupando tuttavia l'intera profondità significativa a fini geotecnici.

Per quanto riguarda il rischio idraulico, si è visto come il PAI assegni la pericolosità idraulica P.I.1, che significa, come detto, aree inondabili da eventi con tempo di ritorno TR tale che  $200 \text{ anni} < TR \leq 500 \text{ anni}$ . Tale definizione dei tempi di ritorno potrebbe configurare, sia ai sensi del DPGR 26R/2007 che del DPGR 53R/2011, la pericolosità Idraulica I.2; si nota tuttavia che la carta di pericolosità idraulica del nuovo piano strutturale recentemente adottato (redatto ai sensi del DPGR 26R) conferma la pericolosità minima I.1. Pertanto, dato che il DPGR53R non introduce nuove definizioni o criteri di classificazione, si può ritenere invariato il quadro conoscitivo e confermare la **pericolosità idraulica I.1.**

Per quanto riguarda la classificazione di pericolosità geomorfologica, il nuovo piano strutturale prevede la pericolosità geomorfologia G.1, in particolare per il fatto che la zona di pianura in oggetto non ricade fra quelle a più significativo rischio di subsidenza; tale circostanza può essere ora confermata anche in funzione della tendenziale risalita di livello delle acque nel suolo manifestatasi negli ultimi anni, che riduce la causa potenziale del rischio di subsidenza; anche ai sensi del DPGR 53R si può pertanto attribuire al Piano di Recupero in oggetto la classificazione di **pericolosità geologica G.1.**

Dal punto di vista della pericolosità sismica, lo studio geologico a supporto del nuovo piano strutturale assegna, in base al DPGR 26/R, la pericolosità sismica S.3, in quanto

l'intervento ricade in zona con presenza di depositi granulari e/o sciolti.

Il DPGR 53/R introduce in tal senso un diverso criterio di giudizio, in quanto la pericolosità S.3 è attribuita a quei casi in cui, in assenza di rischio di liquefazione o di terreni particolarmente scadenti, siano attesi fenomeni di amplificazione locale dovuti ad alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

Poiché nel caso in oggetto tale elevato contrasto non è da attendersi entro alcune decine di metri, la pericolosità sismica più appropriate sarebbe allora la S.2.

Tuttavia, all'Art. 16 Comma 2 del DPGR 53R si richiama come, per gli aspetti sismici delle indagini geologiche condotte per i Piani Attuativi che si riferiscono a regolamenti urbanistici le cui indagini geologiche sono state effettuate ai sensi del DPGR 26R, si applicano le direttive di cui all'allegato A di detto regolamento.

Pertanto, si ritiene opportuno confermare la **pericolosità sismica S.3.**

Si può in definitiva ritenere che non sono intervenute modifiche al quadro conoscitivo di riferimento.

La classificazione di pericolosità sopra descritta è riportata in FIG. 17 "Carta della Pericolosità".

## **6.2.) Definizioni di Fattibilità**

Relativamente alla fattibilità dell'intervento, si riporta qui il contenuto del punto 3.2 del DPGR 53/R:

### **3.2 Fattibilità in relazione agli aspetti geologici, idraulici e sismici**

È opportuno distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per i diversi fattori: geologici (geologici s.s., geomorfologici e/o di dinamica costiera), idraulici e sismici, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo ed edilizio, delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, nel rispetto delle disposizioni dei piani di bacino.

Risulta pertanto opportuno distinguere la "fattibilità" in funzione dei diversi fattori di pericolosità.

- In relazione alla pericolosità geomorfologica G.1. (bassa), non risulta necessario dettare condizioni di fattibilità per gli interventi previsti. Può dunque essere attribuita **fattibilità geologica F(g).1.** Risulterà ad ogni modo necessario produrre considerazioni geologiche e geotecniche per l'attuazione dell'intervento che rispondano alle richieste del D.M. 14.01.2008 e del DPGR 36R. Si può fin da adesso anticipare che dovranno essere in particolare presi in considerazione gli aspetti derivanti dalla realizzazione dell'autorimessa interrata; se infatti tale intervento non appare critico per quanto riguarda l'approfondimento del piano di fondazione dato che saranno raggiunti i terreni ghiaiosi geotecnicamente più validi dei terreni superficiali fini su cui ora poggia l'edificio, risultano piuttosto da tenersi in conto i rapporti tra l'intervento di realizzazione del piano interrato e l'edificio esistente.
- In relazione alla pericolosità idraulica I.1. (bassa), non risulta necessario dettare condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico; Può allora essere attribuita **fattibilità idraulica F(i).1.**
- Per quanto riguarda la pericolosità sismica, data la pericolosità S.3 (elevata) sopra definita, che deriva dalle definizioni dello studio geologico del Piano Strutturale eseguito ai sensi del DPGR 26R ed è stata qui riconfermata anche se il DPGR 53R permetterebbe ora di attribuire la pericolosità sismica S.2 data l'assenza di elevato contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato nelle prime decine di metri, appare qui possibile attribuire la **fattibilità sismica F(s).2,** che si riferisce *"alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia."*; si rimanda cioè direttamente agli studi da eseguire a supporto dell'intervento edilizio, notando tuttavia che, nel caso in oggetto, si dispone già di un'indagine geofisica down-hole eseguita per l'intervento edilizio sulla intera area ex CAP, che ha permesso di

definire la categoria di sottosuolo e quindi gli effetti di amplificazione stratigrafica ai sensi del D.M. 14.01.2008 (Categoria B).

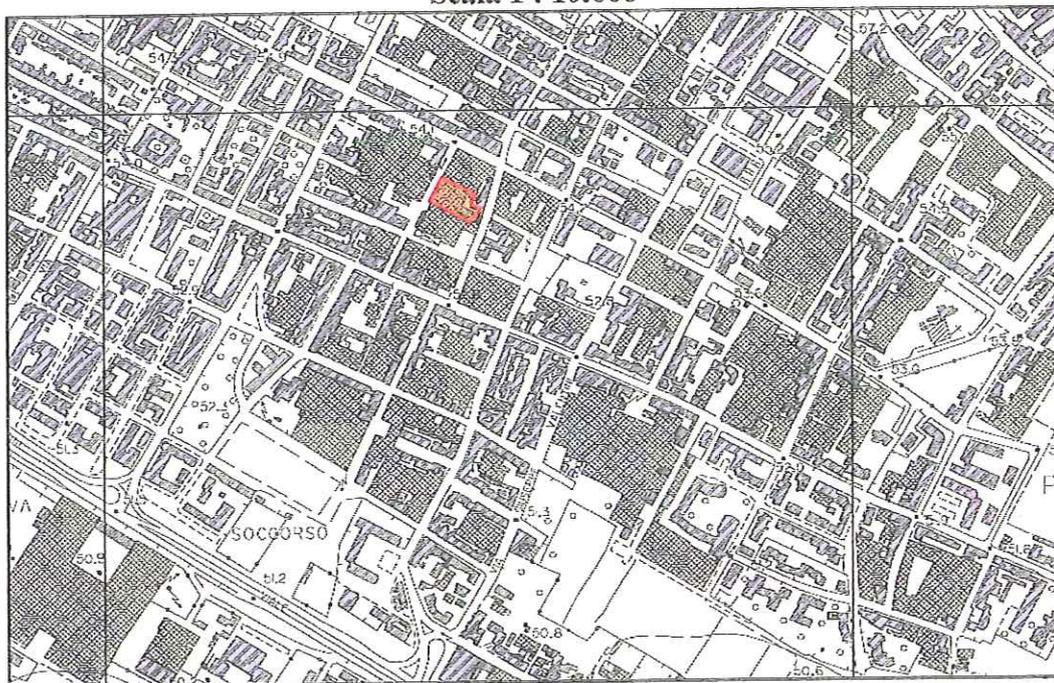
Ciò fornisce evidentemente fin da ora, ovvero a livello di Piano Attuativo, risposta anche al rischio di amplificazione dovuto alla presenza di depositi granulari e/o sciolti che ha comportato nel Piano Strutturale, ai sensi del DPGR 26R, l'attribuzione di pericolosità sismica S.3.

La classificazione di fattibilità sopra descritta è riportata in Fig. 18 (Carta della Fattibilità).

Prato, 14 Gennaio 2014

# COROGRAFIA GENERALE

Scala 1 : 10.000



**Area in esame**

**FIG. 1**

# CARTA GEOLOGICA

Scala 1 : 10.000



(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)

## Area in esame

### DEPOSITI ALLUVIONALI

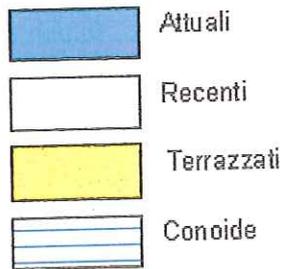
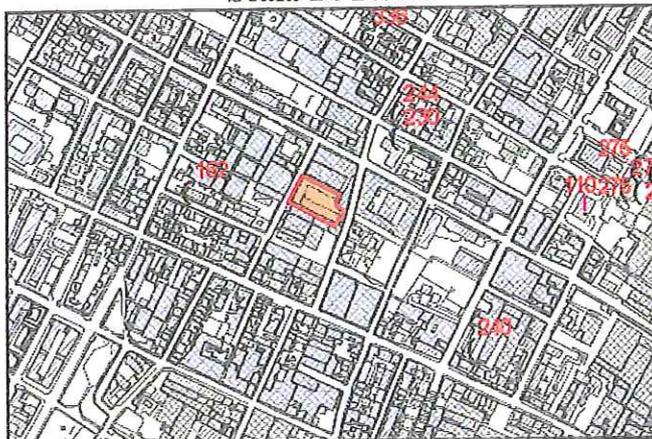


FIG. 2

# CARTA LITOTECNICA

Scala 1 : 10.000



(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)

## Area in esame

### TERRENI SCIOLTI

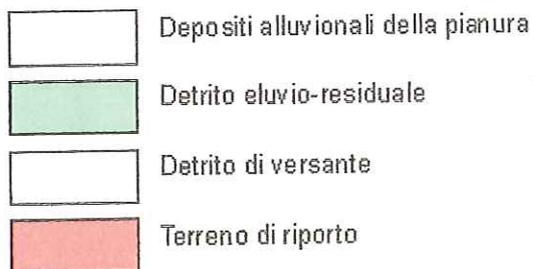
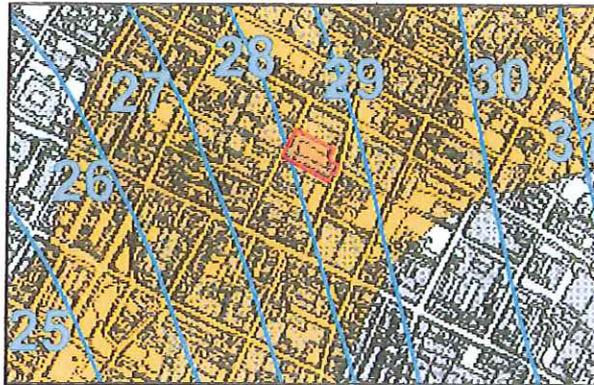


FIG. 3

# CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1 : 10.000



(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)

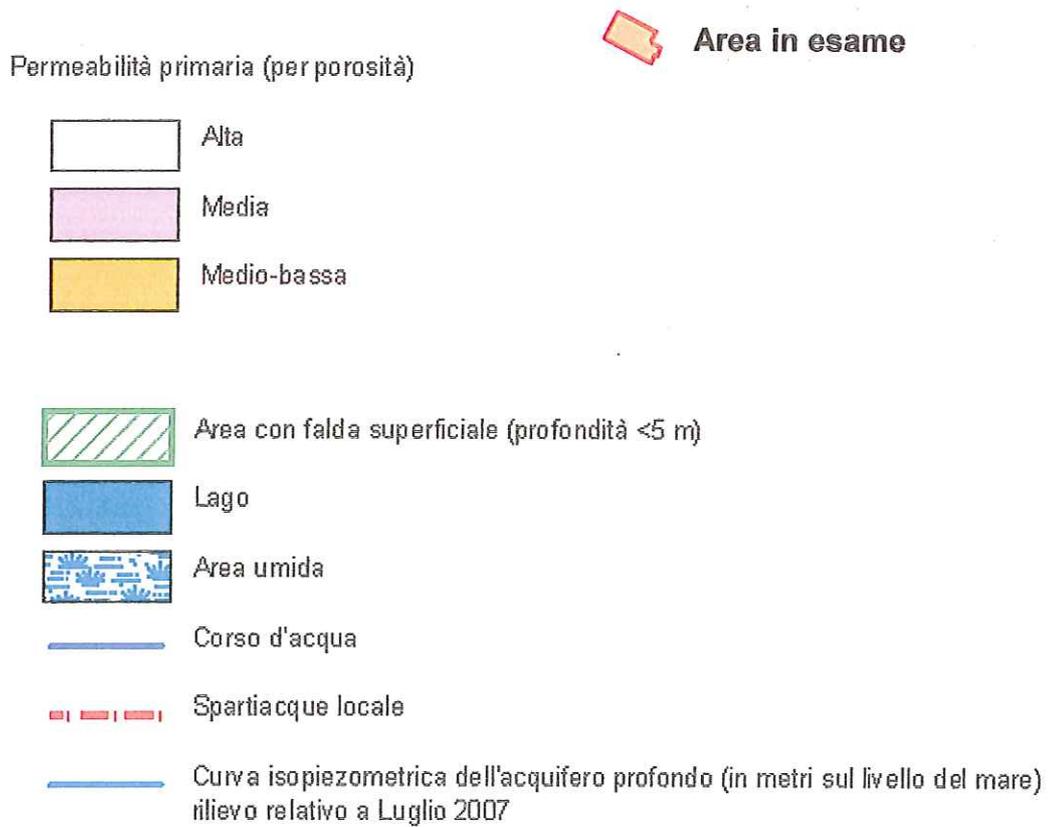
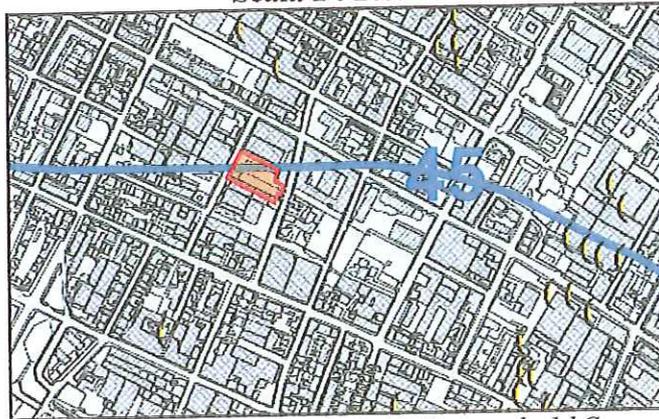


FIG. 4

## CARTA DELLA SUBSIDENZA

Scala 1 : 10.000

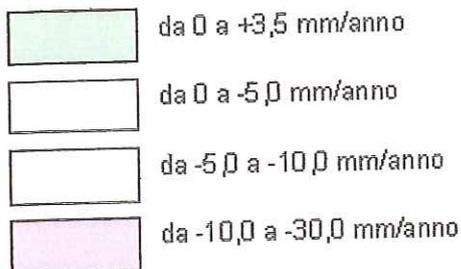


(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)



Area in esame

Classificazione delle zone interessate dal fenomeno della subsidenza  
in funzione della velocità relativa media di spostamento (1992-2002)



Area di ricarica della falda

Isopache in metri dei livelli di ghiaie acquifere entro i primi 55 metri dal piano campagna

Pozzo per l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto

Pozzo privato per utilizzo industriale

FIG. 5

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (ZMPSL)

Scala 1 : 10.000



(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)



Area in esame

(S.3) Pericolosità sismica locale elevata

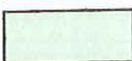
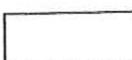
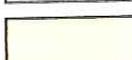
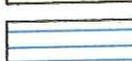
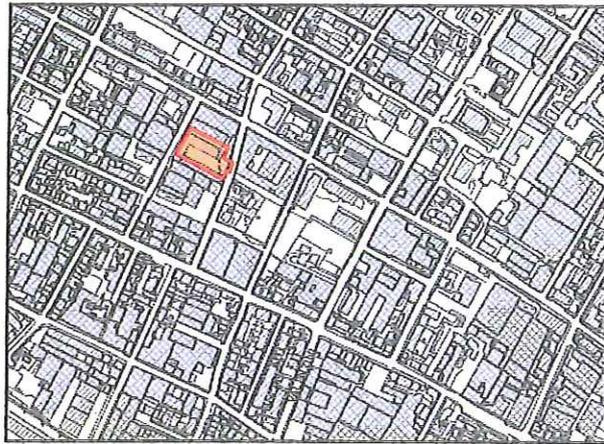
-  Zona caratterizzata da fenomeni franosi quiescenti
-  Zona potenzialmente franosa
-  Zona con terreni granulari poco addensati saturi d'acqua con falda superficiale nei primi 5 m dal p.d.c.
-  Zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante
-  Zone con presenza di depositi alluvionali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

FIG. 6

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Scala 1 : 10.000



(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)

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

 **Area in esame**

(1.4) Pericolosità idraulica molto elevata ( $T_r$ =tempo di ritorno)

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

(1.3) Pericolosità idraulica elevata

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

(1.2) Pericolosità idraulica media

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

(1.1) Pericolosità idraulica bassa

 Aree morfologicamente rilevate

Interventi strutturali di cui al Piano Stralcio 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)

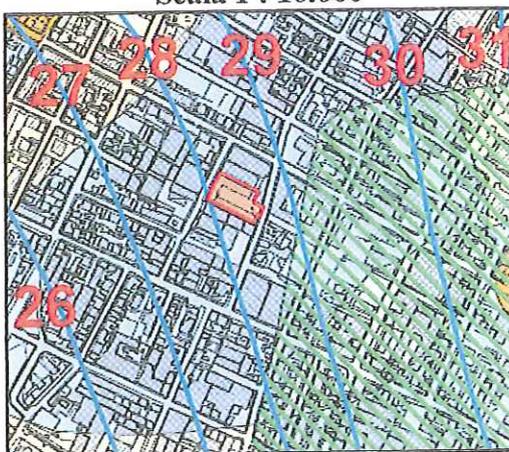
 Cassa di espansione realizzata

 Reticolo idrografico delle acque pubbliche

FIG. 7

# CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

Scala 1 : 10.000



(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)

-  Area di rispetto dei pozzi e delle sorgenti (D.Lgs. n°152/06)
-  Area di ricarica delle sorgenti
-  Curva isopiethometrica dell'aquifero profondo (in metri sul livello del mare) rilievo relativo a Luglio 2007
-  Linee di flusso della falda
-  Piezometro della rete di rilevamento di Publiacqua
-  Area di ricarica della falda (art.24 del P.T.C.)

 **Area in esame**

## VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

### Formazioni litoidi

-  Alta
-  Media

### Terreni sciolti

-  Alta
-  Media
-  Medio-bassa
-  Bassa

## 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)

FIG. 8

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Scala 1 : 10.000



(Estratto dal Quadro conoscitivo del nuovo Piano Strutturale del Comune di PRATO)

## Pericolosità geomorfologica elevata (G.3)

 **Area in esame**

-  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)

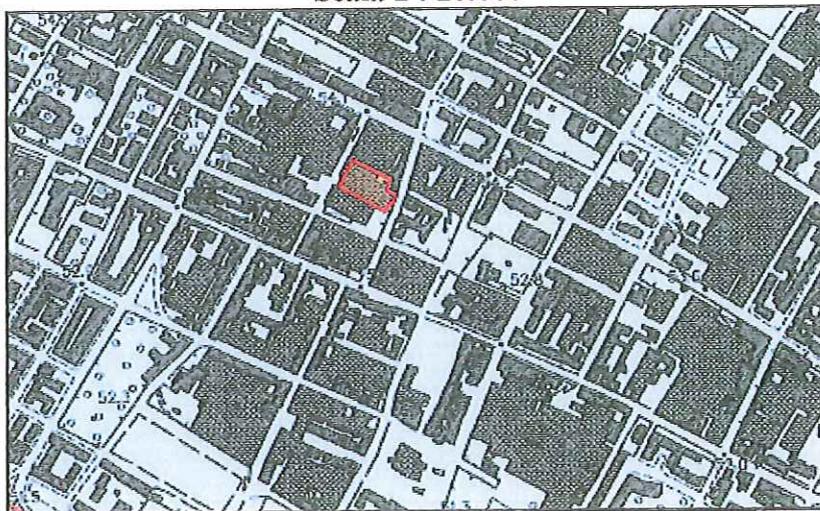
-  Area in cui non sussistono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa:  
terreni argillosi con pendenze <5%  
terreni sabbiosi con pendenze <10%  
terreni litoidi molto fratturati con pendenze <10%  
terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze <10%

FIG. 9

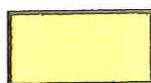
# P.A.I. - PERIMETRAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

(Livello di dettaglio)

Scala 1 : 10.000



Area in esame



P.I. 4



P.I. 3



P.I. 2

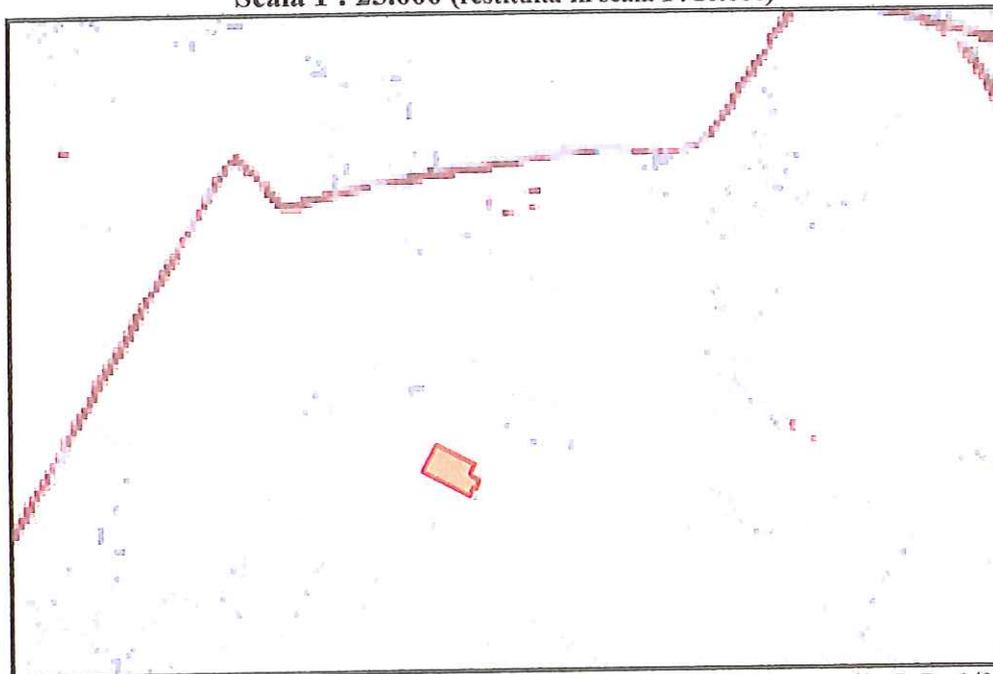


P.I. 1

FIG. 10

# TAV. QC GEO 07 – EMERGENZE GEOAMBIENTALI

Scala 1 : 25.000 (restituita in scala 1 . 10.000)



(Tratto da: Provincia di Prato, PTC 2008, variante di adeguamento alla L.R. 1/2005)

### Fonti e Sorgenti

-  sorgente
-  fonte
-  deposito d'acqua

### Forme prodotte dall'azione delle acque superficiali

-  marmitta
-  forra
-  cascata

### Forme del carsismo

-  grotta
-  dolina

### Forme prodotte dall'attività antropica

-  fronti di cava

### Aree di prelievo

-  arenarie
-  calcari e calcari silicizzati
-  calcari e marna
-  materiali sciolti
-  serpentiniti

-  cave di basalti e breccie
-  cave di arenarie
-  cave di materiali sciolti
-  cave di gabbri
-  cave di serpentiniti
-  cave di calcari
-  cave di calcari silicizzati e argilliti
-  cave di diaspri
-  miniere di rame, altri metalli, serpentiniti
-  miniere di marna da cemento, calcari

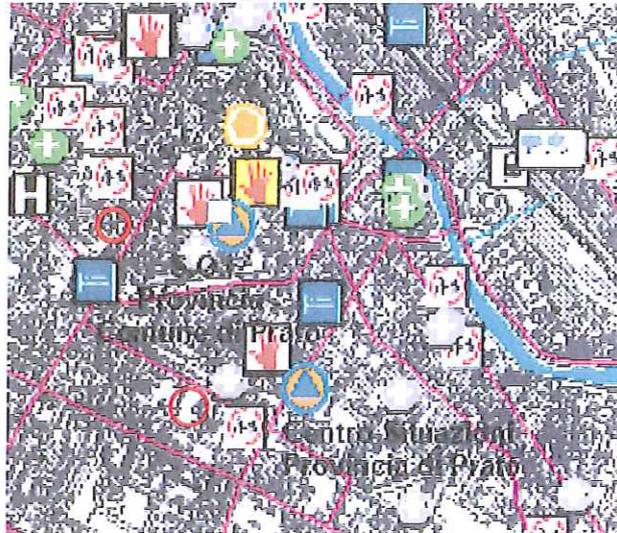
### Affioramenti di particolare pregio

-  biancane
-  pietraforte
-  geositi proposti dal CAI
-  geositi proposti dalla Fondazione Prato Ricerche
-  picchi
-  creste
-  percorsi carrabili
-  percorsi non carrabili

FIG. 11

# TAV. QC\_PCR\_02 – SENSIBILITA' AL RISCHIO

Scala 1 : 25.000



(Tratto da: Provincia di Prato, PTC 2008, variante di adeguamento alla L.R. 1/2005)



**Area in esame**

### Centri operativi

- Centro Operativo Comunale
- Centri di Protezione Civile

### Forze dell'Ordine

- Carabinieri
- Corpo forestale dello Stato
- Polizia di Stato
- Vigili del Fuoco
- Prefettura di Prato

### Aree di emergenza

- Aree ammassamento soccorritori e risorse (delimitazione area)
- Aree di ricovero per la popolazione (delimitazione area)

### Associazioni di volontariato

- Sanitaria
- Telecomunicazioni
- Risorse e mezzi

### Strutture sanitarie

- Ospedale
- Punto primo soccorso
- Presidio distrettuale
- Altre strutture sanitarie

### Ulteriori strutture sensibili

- Edifici scolastici
- Strutture ricettive
- Canile

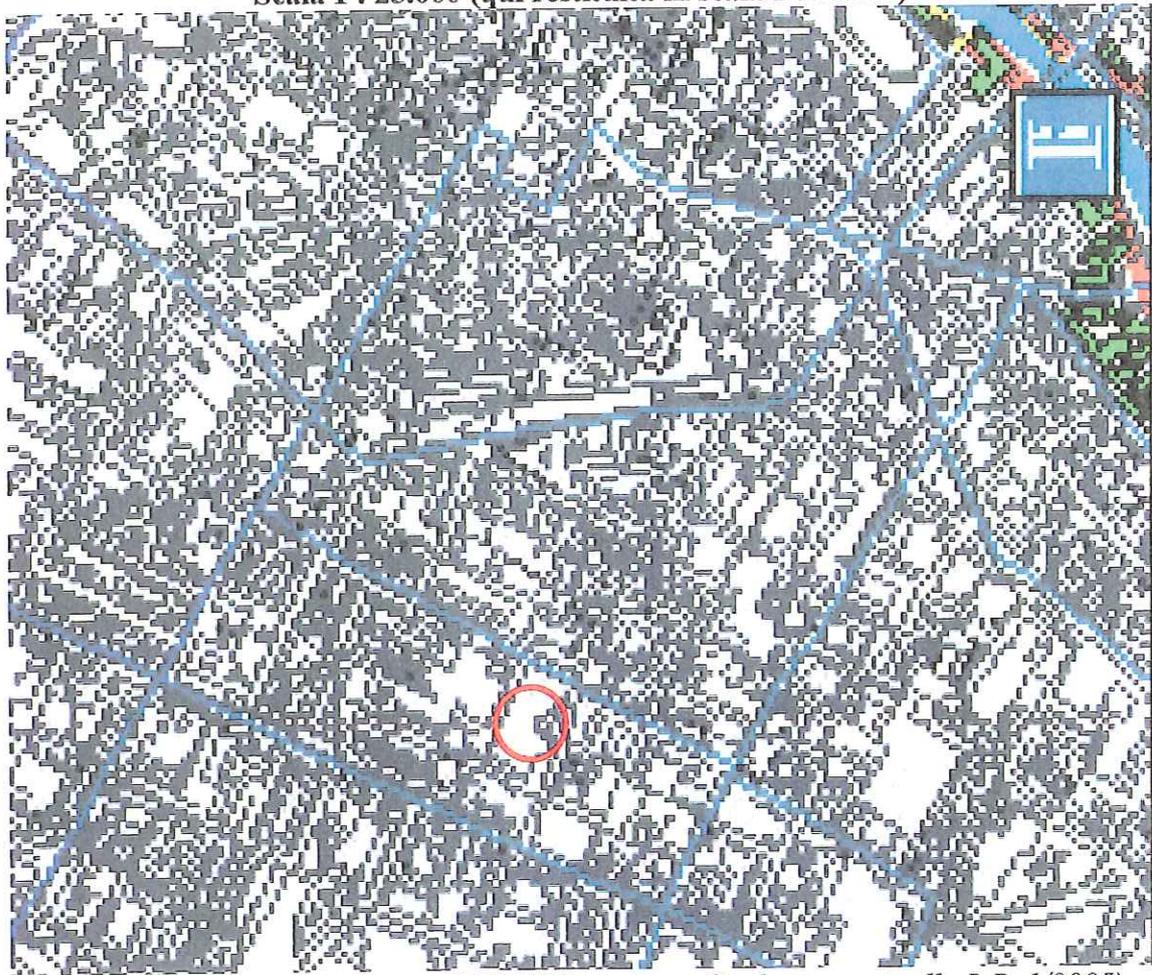
### Reti di collegamento

- Stazioni ferroviarie
- Linee ferroviarie
- Autostrada
- Superstrada FI-PI-LI
- Strade Regionali
- Strade Provinciali
- Viabilità principale comunale

FIG. 12

# TAV. QC PCR 03 – DEFINIZIONE RISCHIO IDRAULICO

Scala 1 : 25.000 (qui restituita in scala 1 . 10.000)



(Tratto da: Provincia di Prato, PTC 2008, variante di adeguamento alla L.R. 1/2005)

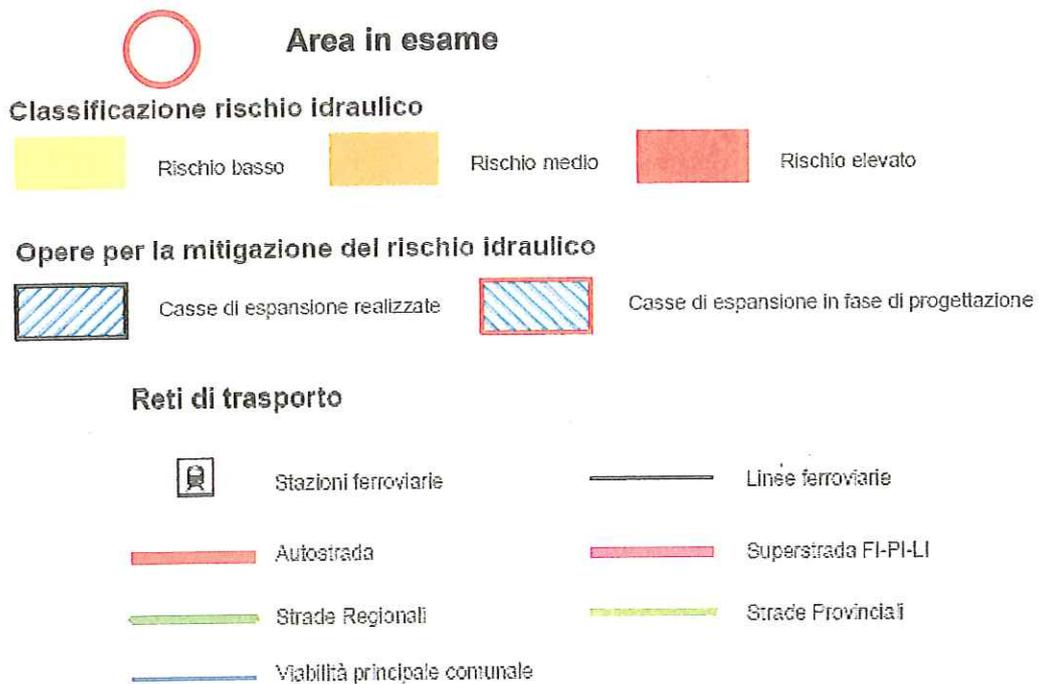
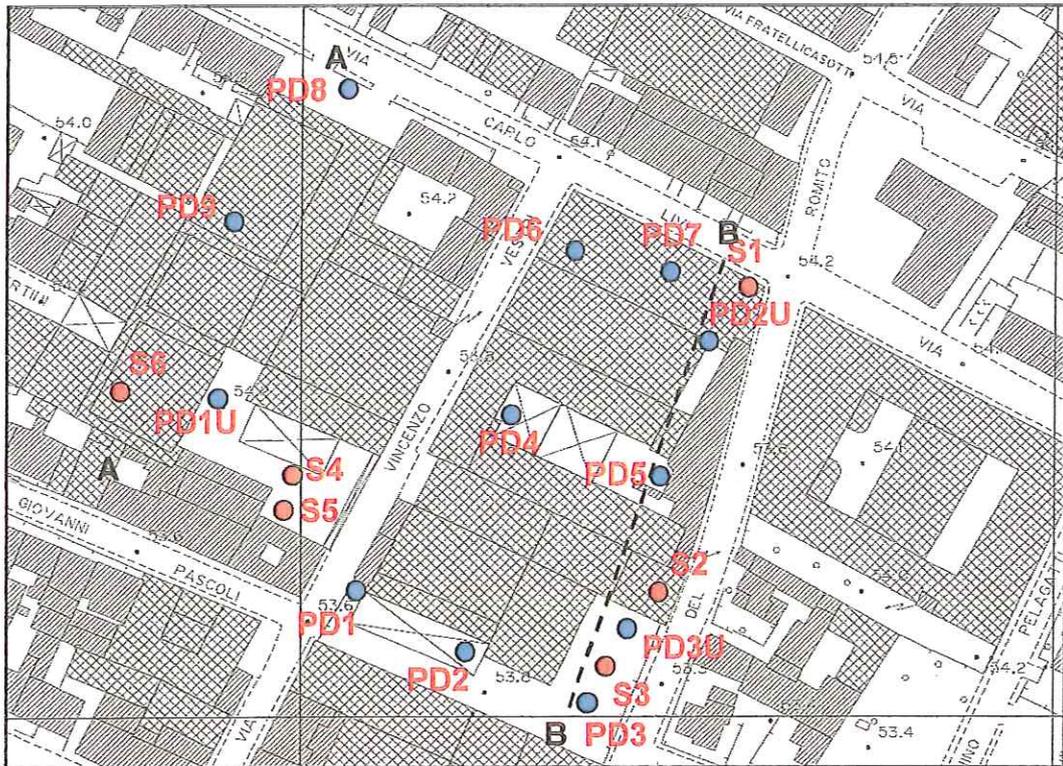


FIG. 13

## UBICAZIONE DELLE VERTICALI D'INDAGINE

Scala 1 : 2.000

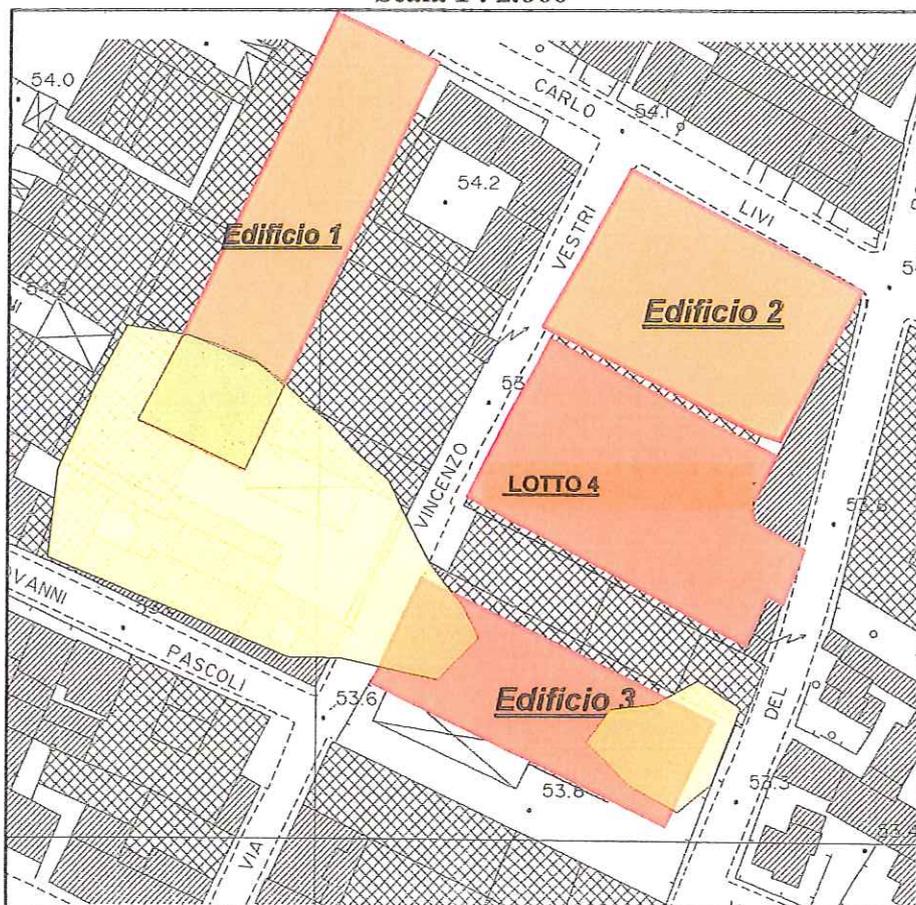


- Prova penetrometrica dinamica S.C.P.T.
- Sondaggio a carotaggio continuo  
(il sondaggio S1 è attrezzato per prova down hole)
- - - Traccia di sezione geotecnica

FIG. 14

## ZONA A MAGGIOR PROFONDITA' DEI SEDIMENTI LIMOSI SUPERFICIALI

Scala 1 : 2.000



-  Profondità dei sedimenti limosi superficiali compresa tra  $-3,8$  e  $-5,1$  m dal p.c.
-  Presenza di sedimenti limosi al di sotto del previsto piano di posa

FIG. 15

EDIFICIO 3

Pd3

S3

S2

Pd2u

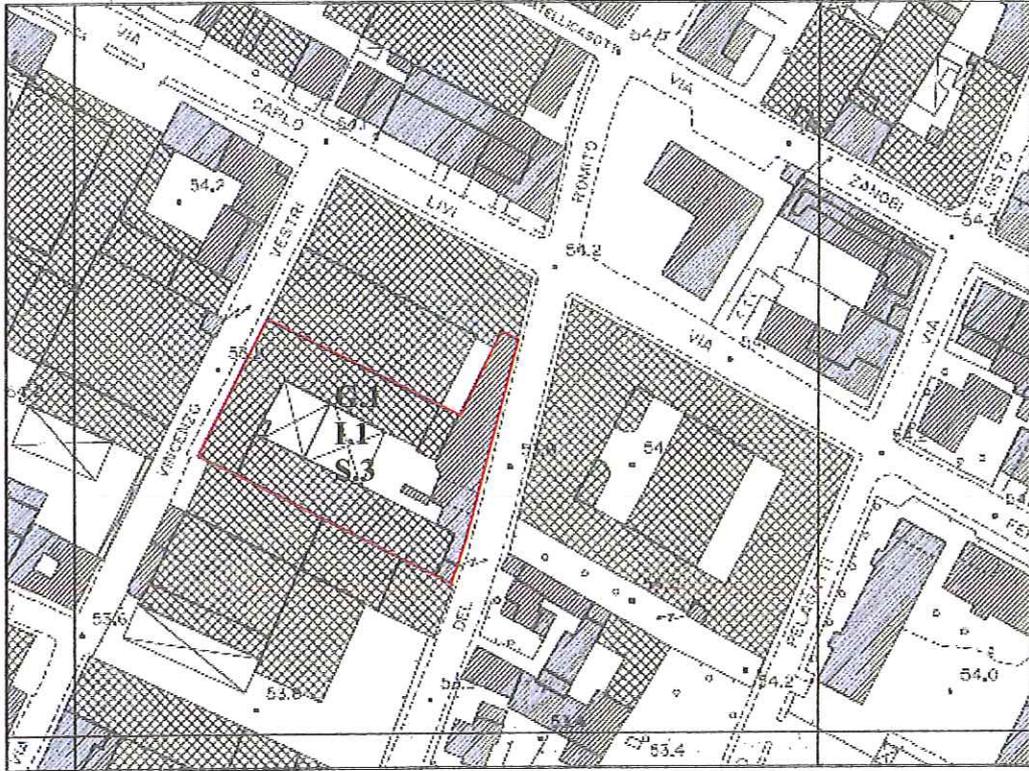
S1

2

Scala orizzontale 1 : 300  
Scala verticale 1 : 150

# CARTA DELLA PERICOLOSITA'

(ai sensi DPGR n. 53/R)  
Scala 1 : 2.000



Perimetrazione area soggetta a Variante P.d.R.

- G.1 : Pericolosità geologica bassa
- I.1 : Pericolosità idraulica bassa
- S.3 : Pericolosità sismica locale elevata

FIG. 17



**cerfam s.r.l.**  
**geo & idro**

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

**Prova Penetrometrica**

**Dinamica (S.C.P.T.) N° 1**

**ns.rif. : P49D1**

**Cantiere:** Via del Romito, Via Vestri - PRATO

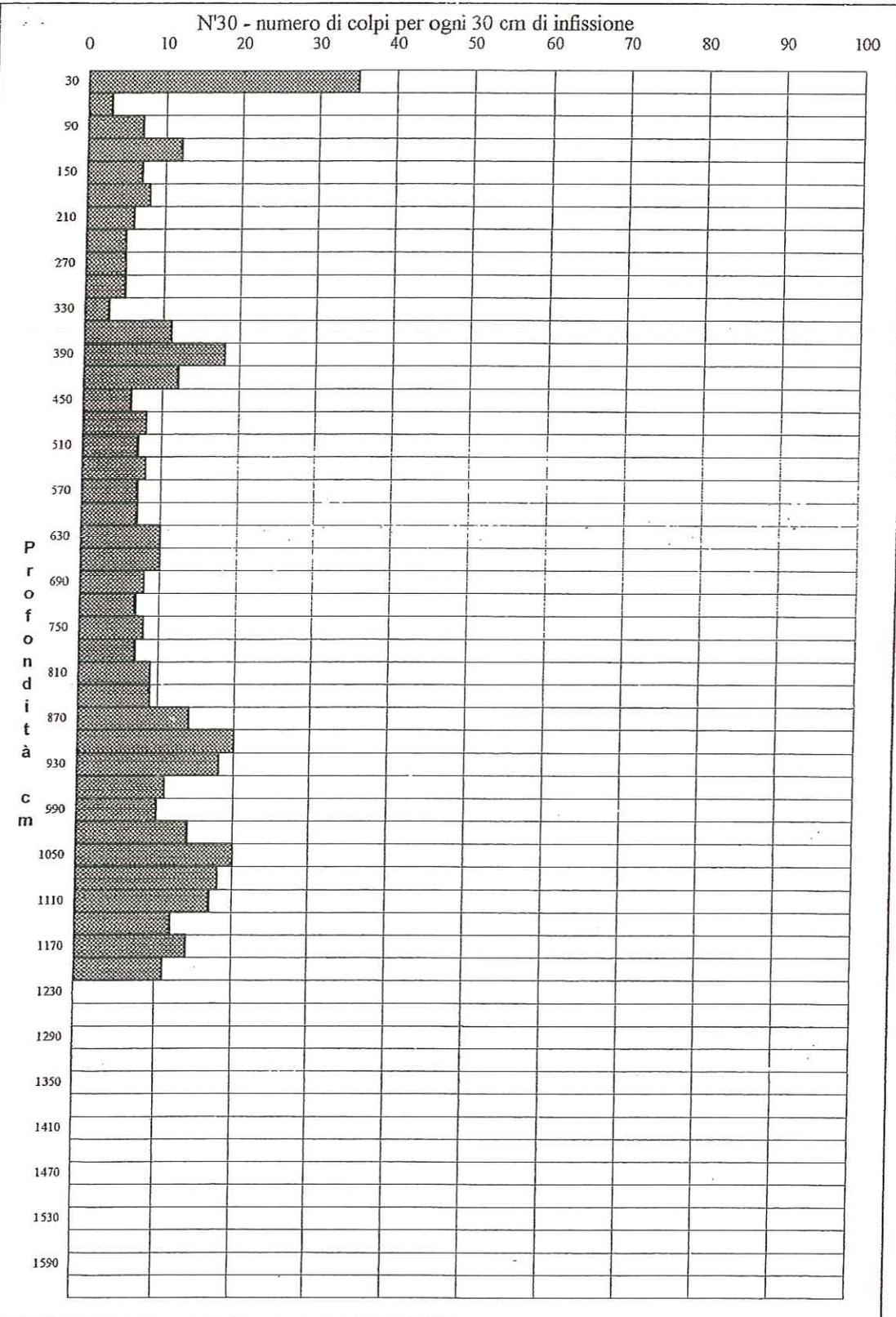
**Profondità prova m:** 12,00

**Committente:** CAP CASA

**Profondità tubo piez. m:** \_\_\_\_\_

**Data di esecuzione:** 16/11/2012

**Profondità falda m:** \_\_\_\_\_



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°**

**1**

Penetrometro dinamico cupo pesante di Meardi ACI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N°30	Nspt
0	35	61,4
30	3	5,3
60	7	12,3
90	12	21,1
120	7	12,3
150	8	14,0
180	6	10,5
210	5	8,8
240	5	8,8
270	5	8,8
300	3	5,3
330	11	19,3
360	18	31,6
390	12	21,1
420	6	10,5
450	8	14,0
480	7	12,3
510	8	14,0
540	7	12,3
570	7	12,3
600	10	17,5
630	10	17,5
660	8	14,0
690	7	12,3
720	8	14,0
750	7	12,3
780	9	15,8
810	9	15,8
840	14	24,6
870	20	35,1
900	18	31,6
930	11	19,3
960	10	17,5
990	14	24,6
1020	20	35,1
1050	18	31,6
1080	17	29,8
1110	12	21,1
1140	14	24,6
1170	11	19,3
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6

cerfam s.r.l.

geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 2

ns.rif. : P49D2

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

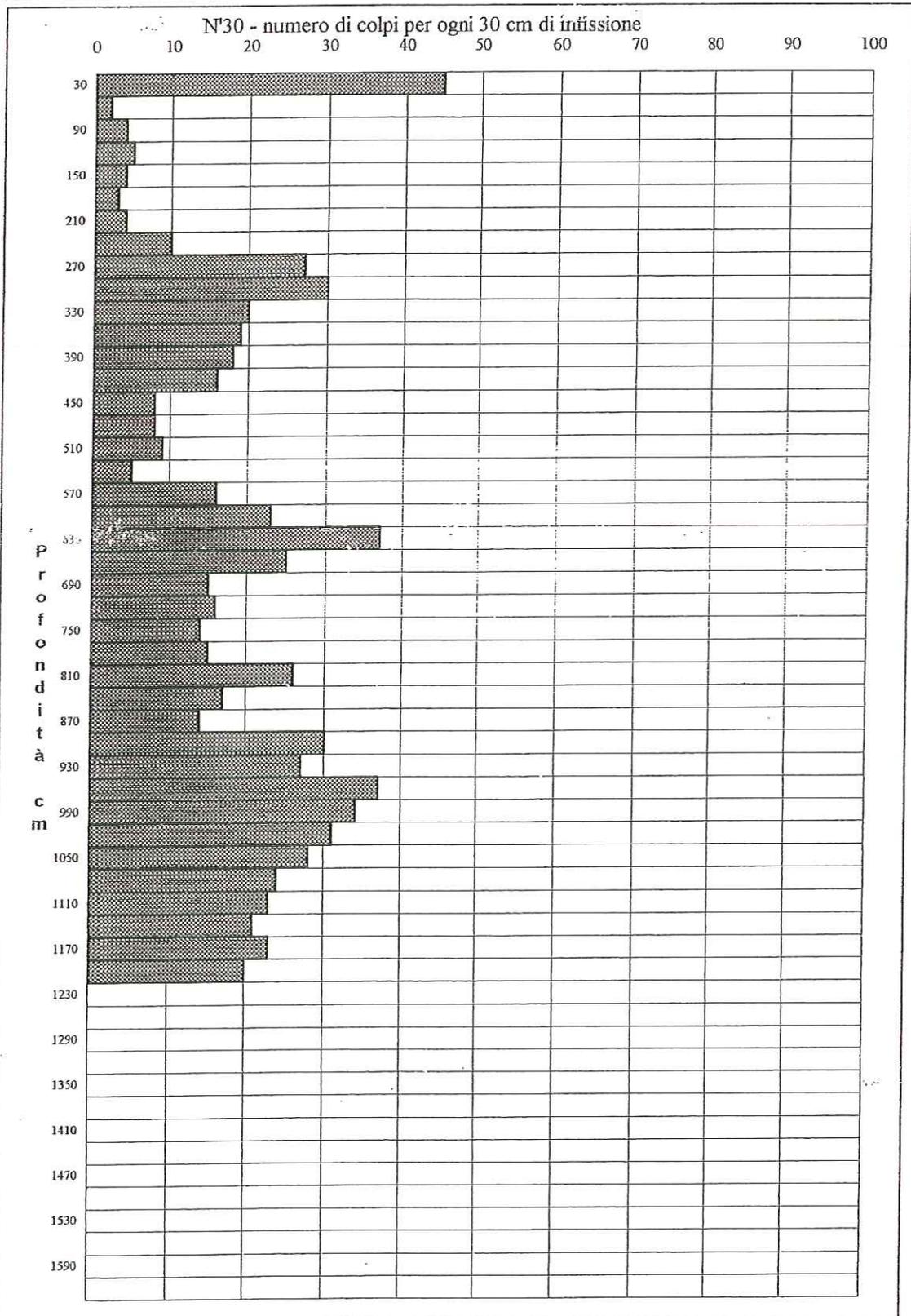
Profondità prova m: 12,00

Committente: CAP CASA

Profondità tubo piez. m: \_\_\_\_\_

Data di esecuzione: 16/11/2012

Profondità falda m: \_\_\_\_\_



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°****2**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N°30	Nspt
0	45	78,9
30	2	3,5
60	4	7,0
90	5	8,8
120	4	7,0
150	3	5,3
180	4	7,0
210	10	17,5
240	27	47,4
270	30	52,6
300	20	35,1
330	19	33,3
360	18	31,6
390	16	28,1
420	8	14,0
450	8	14,0
480	9	15,8
510	5	8,8
540	16	28,1
570	23	40,4
600	37	64,9
630	25	43,9
660	15	26,3
690	16	28,1
720	14	24,6
750	15	26,3
780	26	45,6
810	17	29,8
840	14	24,6
870	30	52,6
900	27	47,4
930	37	64,9
960	34	59,6
990	31	54,4
1020	28	49,1
1050	24	42,1
1080	23	40,4
1110	21	36,8
1140	23	40,4
1170	20	35,1
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

*Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6*

cerfam s.r.l.

geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 3

ns.rif. : P49D3

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

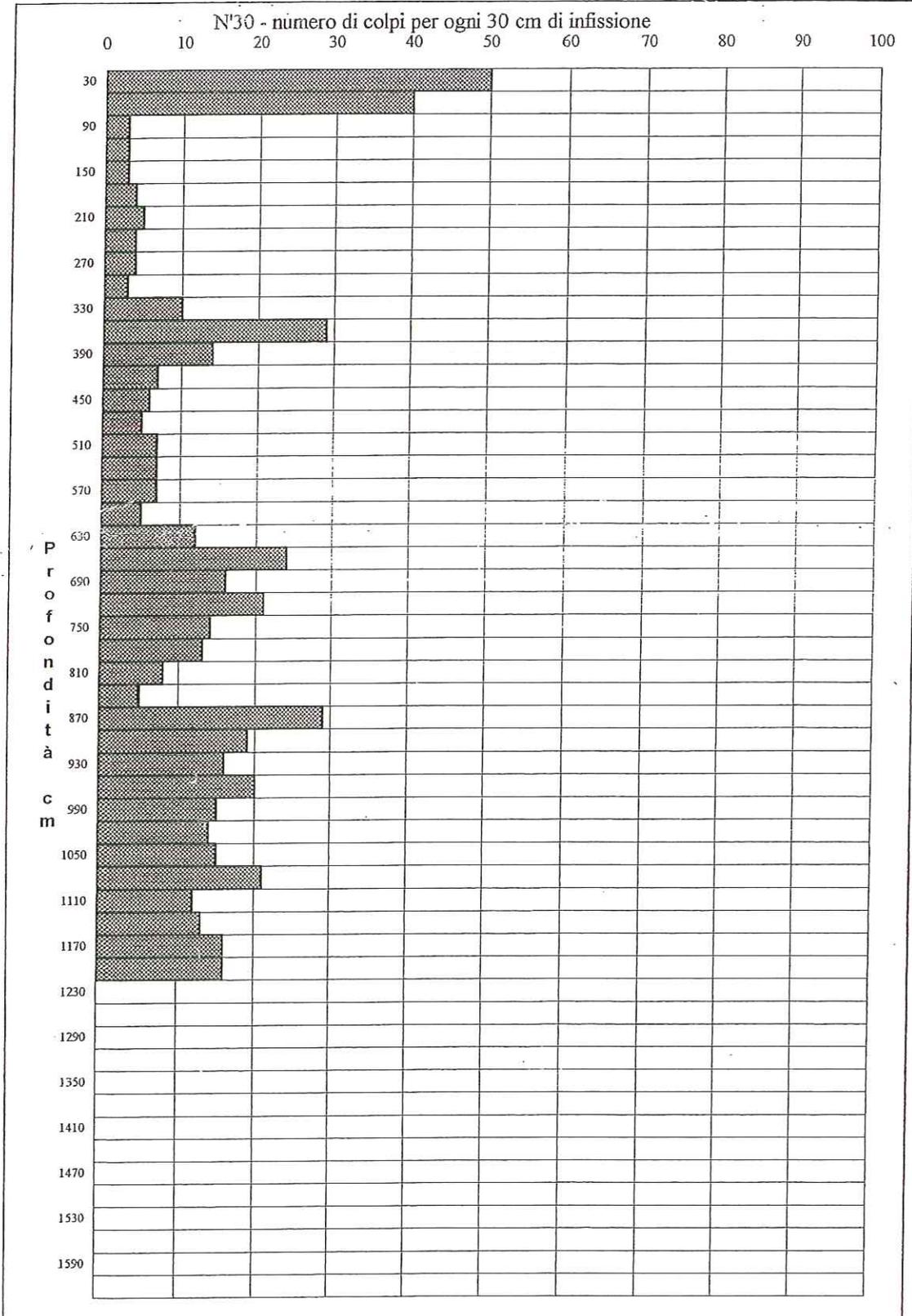
Profondità prova m: 12,00

Committente: CAP CASA

Profondità tubo piez. m: \_\_\_\_\_

Data di esecuzione: 16/11/2012

Profondità falda m: \_\_\_\_\_



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N° 3**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF.	N.30	Nsp1
0	50	87,7
30	40	70,2
60	3	5,3
90	3	5,3
120	3	5,3
150	4	7,0
180	5	8,8
210	4	7,0
240	4	7,0
270	3	5,3
300	10	17,5
330	29	50,9
360	14	24,6
390	7	12,3
420	6	10,5
450	5	8,8
480	7	12,3
510	7	12,3
540	7	12,3
570	5	8,8
600	12	21,1
630	24	42,1
660	16	28,1
690	21	36,8
720	14	24,6
750	13	22,8
780	8	14,0
810	5	8,8
840	29	50,9
870	19	33,3
900	16	28,1
930	20	35,1
960	15	26,3
990	14	24,6
1020	15	26,3
1050	21	36,8
1080	12	21,1
1110	13	22,8
1140	16	28,1
1170	16	28,1
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

*Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6*

cerfam s.r.l.  
geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 4

ns.rif. : P49D4

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

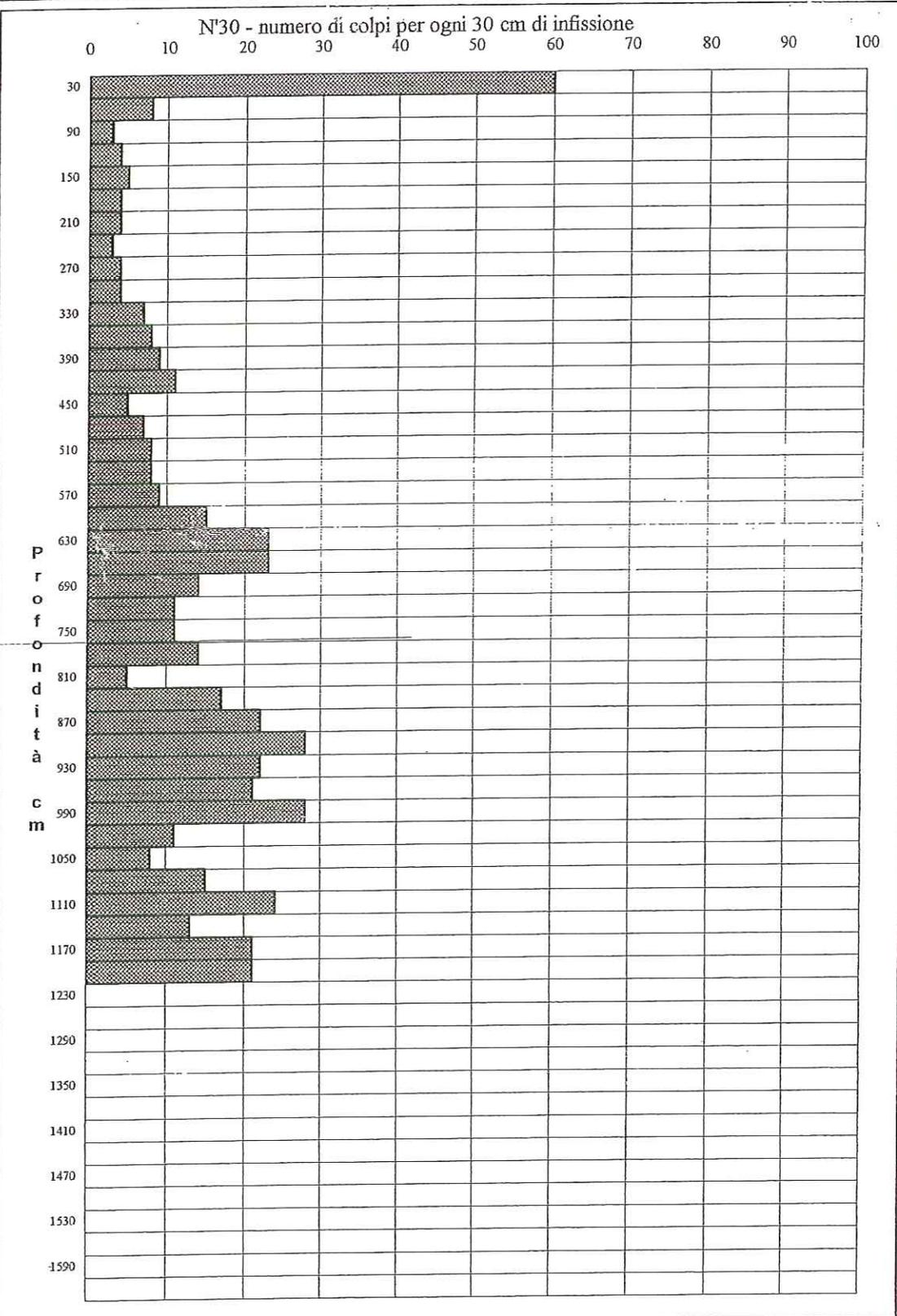
Profondità prova m: 12,00

Committente: CAP CASA

Profondità tubo piez. m: \_\_\_\_\_

Data di esecuzione: 16/11/2012

Profondità falda m: \_\_\_\_\_



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°**

**4**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N°30	Napt
0	60	105,3
30	8	14,0
60	3	5,3
90	4	7,0
120	5	8,8
150	4	7,0
180	4	7,0
210	3	5,3
240	4	7,0
270	4	7,0
300	7	12,3
330	8	14,0
360	9	15,8
390	11	19,3
420	5	8,8
450	7	12,3
480	8	14,0
510	8	14,0
540	9	15,8
570	15	26,3
600	23	40,4
630	23	40,4
660	14	24,6
690	11	19,3
720	11	19,3
750	14	24,6
780	5	8,8
810	17	29,8
840	22	38,6
870	28	49,1
900	22	38,6
930	21	36,8
960	28	49,1
990	11	19,3
1020	8	14,0
1050	15	26,3
1080	24	42,1
1110	13	22,8
1140	21	36,8
1170	21	36,8
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

*Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6*

**cerfam s.r.l.**  
**geo & idro**

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

**Prova Penetrometrica**

**Dinamica (S.C.P.T.) N°** 5

**ns.rif. :** P49D4

**Cantiere:** Via del Romito, Via Vestri - PRATO

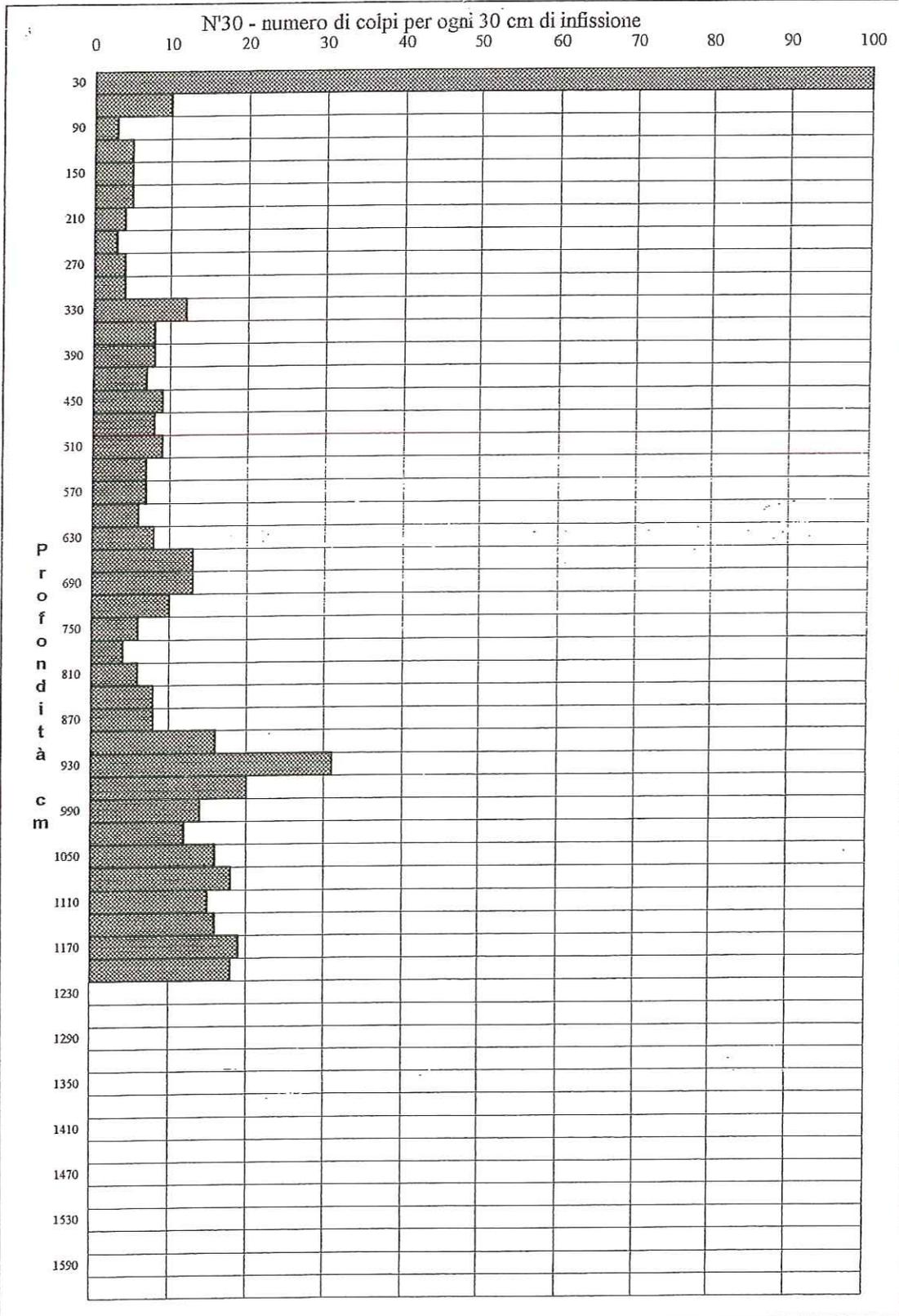
**Committente:** CAP CASA

**Data di esecuzione:** 16/11/2012

**Profondità prova m:** 12,00

**Profondità tubo piez. m:** 9,50

**Profondità falda m:** assente



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°****5**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N50	Nspt
0	100	175,4
30	10	17,5
60	3	5,3
90	5	8,8
120	5	8,8
150	5	8,8
180	4	7,0
210	3	5,3
240	4	7,0
270	4	7,0
300	12	21,1
330	8	14,0
360	8	14,0
390	7	12,3
420	9	15,8
450	8	14,0
480	9	15,8
510	7	12,3
540	7	12,3
570	6	10,5
600	8	14,0
630	13	22,8
660	13	22,8
690	10	17,5
720	6	10,5
750	4	7,0
780	6	10,5
810	8	14,0
840	8	14,0
870	16	28,1
900	31	54,4
930	20	35,1
960	14	24,6
990	12	21,1
1020	16	28,1
1050	18	31,6
1080	15	26,3
1110	16	28,1
1140	19	33,3
1170	18	31,6
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

**Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6**

cerfam s.r.l.

geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 6

ns.rif. : P49D6

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

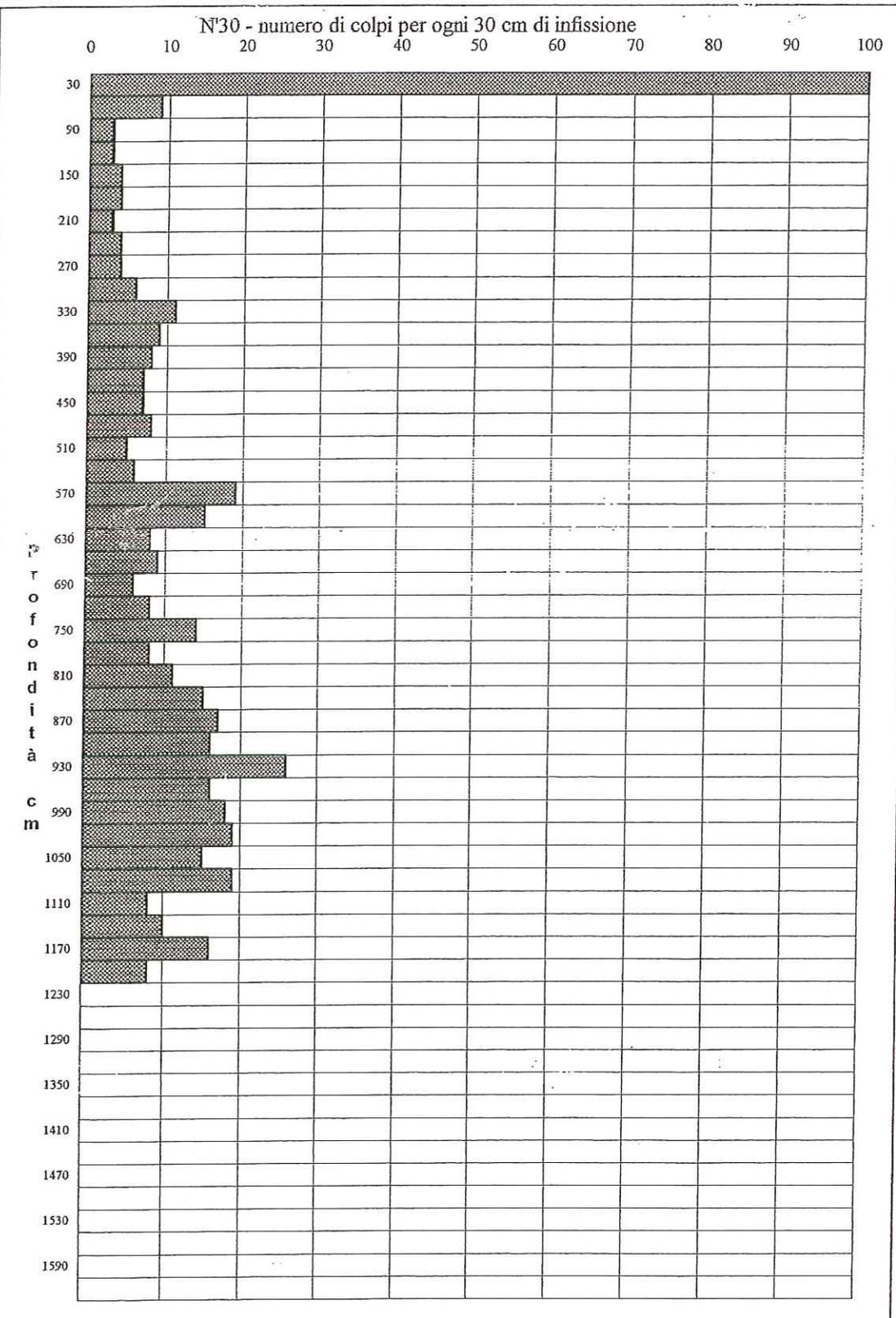
Profondità prova m: 12,00

Committente: CAP CASA

Profondità tubo piez. m: \_\_\_\_\_

Data di esecuzione: 16/11/2012

Profondità falda m: \_\_\_\_\_



*Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°*

6

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N°30	Napt
0	100	175,4
30	9	15,8
60	3	5,3
90	3	5,3
120	4	7,0
150	4	7,0
180	3	5,3
210	4	7,0
240	4	7,0
270	6	10,5
300	11	19,3
330	9	15,8
360	8	14,0
390	7	12,3
420	7	12,3
450	8	14,0
480	5	8,8
510	6	10,5
540	19	33,3
570	15	26,3
600	8	14,0
630	9	15,8
660	6	10,5
690	8	14,0
720	14	24,6
750	8	14,0
780	11	19,3
810	15	26,3
840	17	29,8
870	16	28,1
900	26	45,6
930	16	28,1
960	18	31,6
990	19	33,3
1020	15	26,3
1050	19	33,3
1080	8	14,0
1110	10	17,5
1140	16	28,1
1170	8	14,0
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

*Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6*

cerfam s.r.l.

geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 7

ns.rif. : P49D7

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

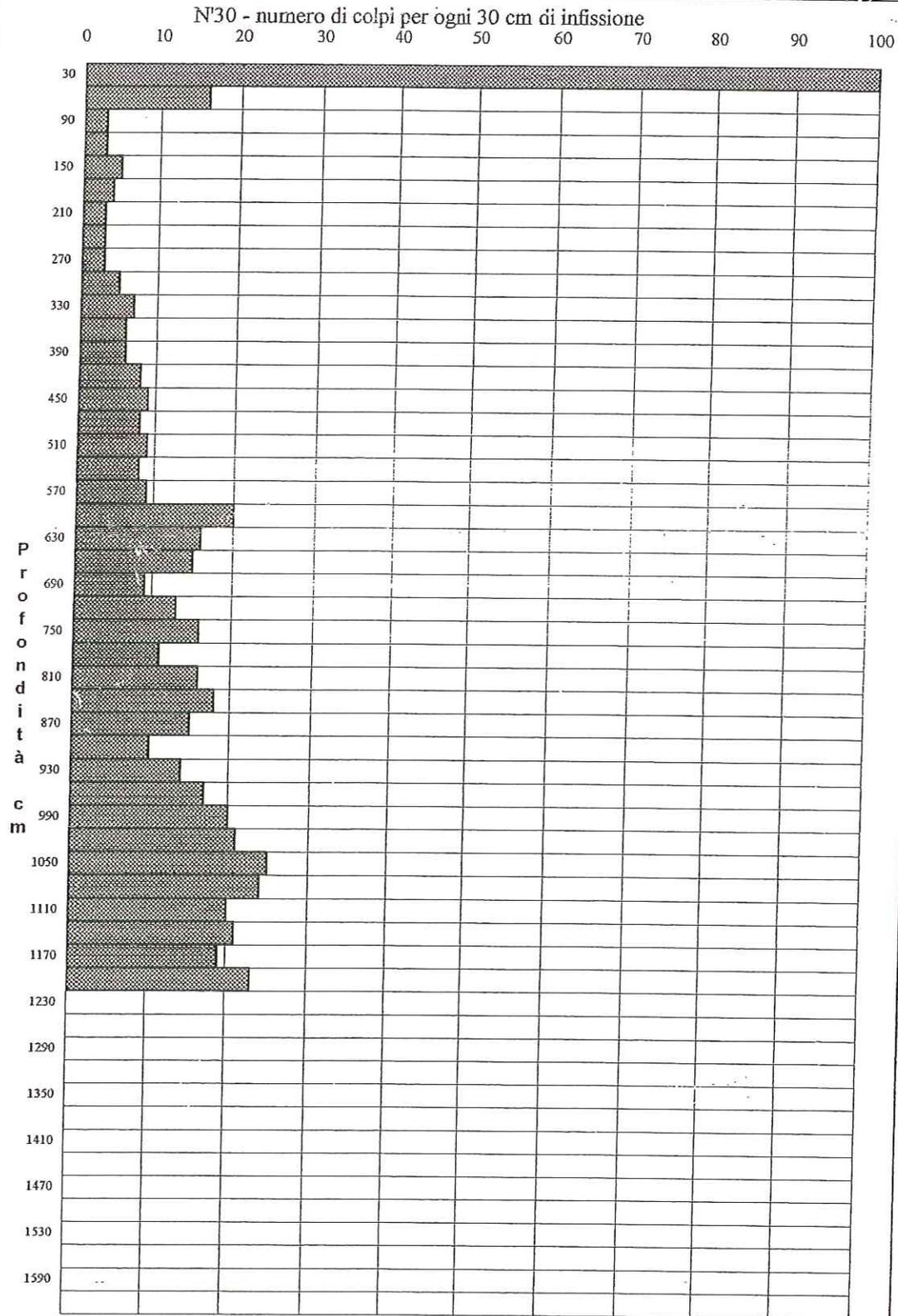
Committente: CAP CASA

Data di esecuzione: 16/11/2012

Profondità prova m: 12,00

Profondità tubo piez. m: \_\_\_\_\_

Profondità falda m: \_\_\_\_\_



cerfam s.r.l.  
geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 8

ns.rif. : P49D8

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

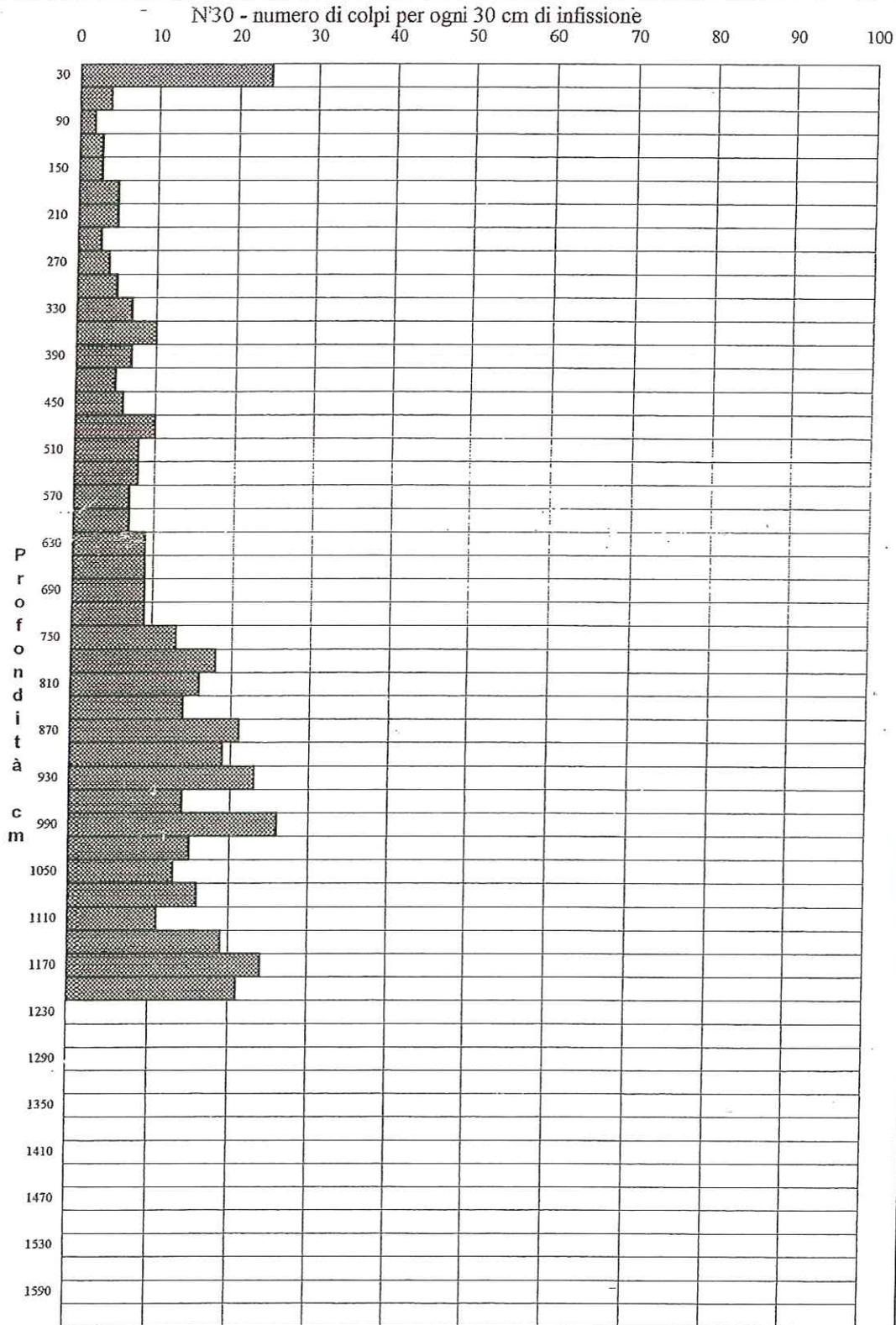
Committente: CAP CASA

Data di esecuzione: 16/11/2012

Profondità prova m: 12,00

Profondità tubo piez. m: \_\_\_\_\_

Profondità falda m: \_\_\_\_\_



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°****8**

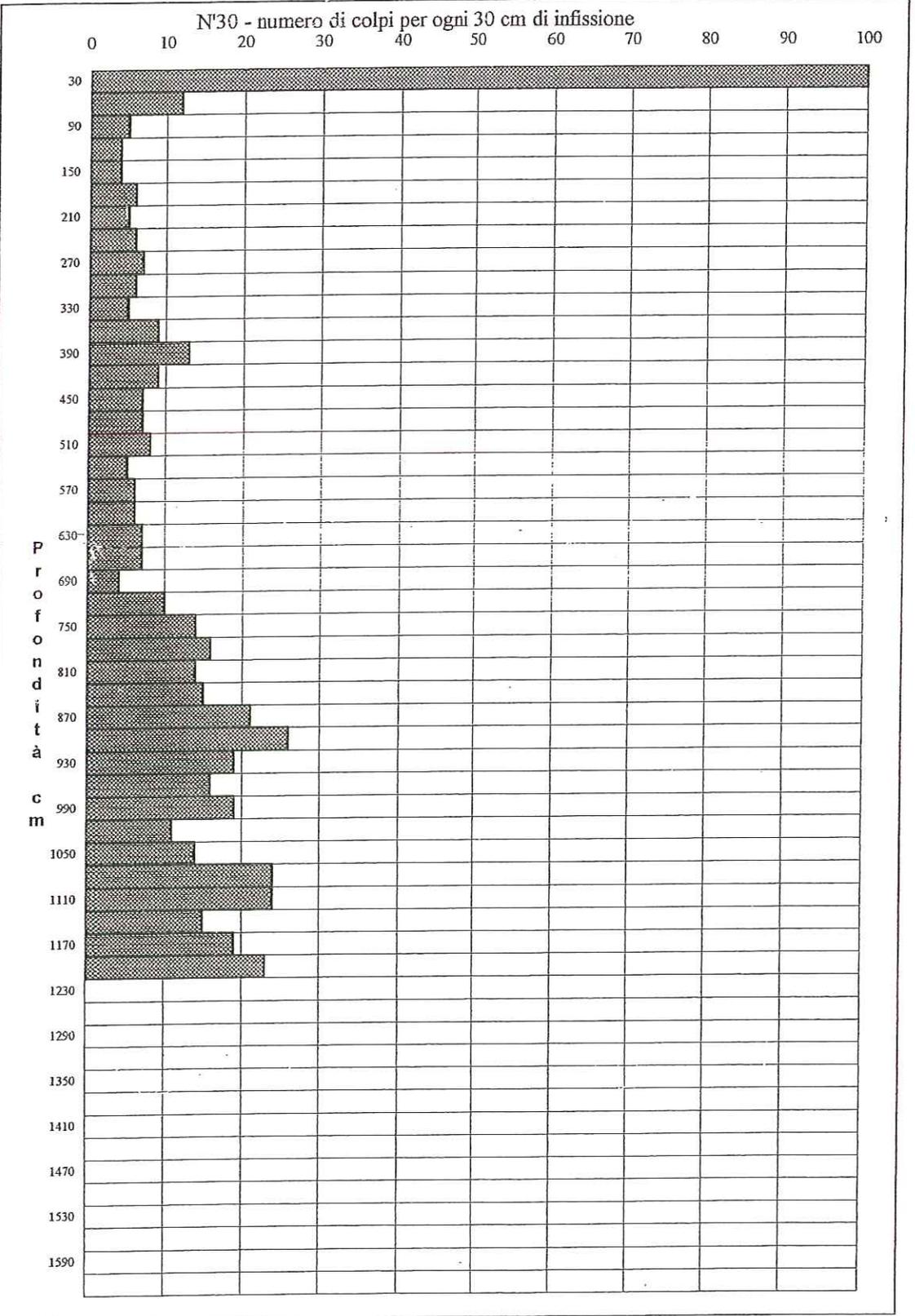
Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF.	N°50	N <sub>50t</sub>
0	24	42,1
30	4	7,0
60	2	3,5
90	3	5,3
120	3	5,3
150	5	8,8
180	5	8,8
210	3	5,3
240	4	7,0
270	5	8,8
300	7	12,3
330	10	17,5
360	7	12,3
390	5	8,8
420	6	10,5
450	10	17,5
480	8	14,0
510	8	14,0
540	7	12,3
570	7	12,3
600	9	15,8
630	9	15,8
660	9	15,8
690	9	15,8
720	13	22,8
750	18	31,6
780	16	28,1
810	14	24,6
840	21	36,8
870	19	33,3
900	23	40,4
930	14	24,6
960	26	45,6
990	15	26,3
1020	13	22,8
1050	16	28,1
1080	11	19,3
1110	19	33,3
1140	24	42,1
1170	21	36,8
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

**Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6**

<b>cerfam s.r.l.</b> <b>geo &amp; idro</b> Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888		<b>Prova Penetrometrica</b> Dinamica (S.C.P.T.) N° <b>9</b> ns.rif. : <b>P49D9</b>	
<b>Cantiere:</b> Via del Romito, Via Vestri - PRATO <b>Committente:</b> CAP CASA <b>Data di esecuzione:</b> 16/11/2012	<b>Profondità prova m:</b> 12,00 <b>Profondità tubo piez. m:</b> _____ <b>Profondità falda m:</b> _____		



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°**

**9**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N°30	Nsp
0	100	175,4
30	12	21,1
60	5	8,8
90	4	7,0
120	4	7,0
150	6	10,5
180	5	8,8
210	6	10,5
240	7	12,3
270	6	10,5
300	5	8,8
330	9	15,8
360	13	22,8
390	9	15,8
420	7	12,3
450	7	12,3
480	8	14,0
510	5	8,8
540	6	10,5
570	6	10,5
600	7	12,3
630	7	12,3
660	4	7,0
690	10	17,5
720	14	24,6
750	16	28,1
780	14	24,6
810	15	26,3
840	21	36,8
870	26	45,6
900	19	33,3
930	16	28,1
960	19	33,3
990	11	19,3
1020	14	24,6
1050	24	42,1
1080	24	42,1
1110	15	26,3
1140	19	33,3
1170	23	40,4
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

**Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6**

cerfam s.r.l.

geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° IU

ns.rif. : P49D1U

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

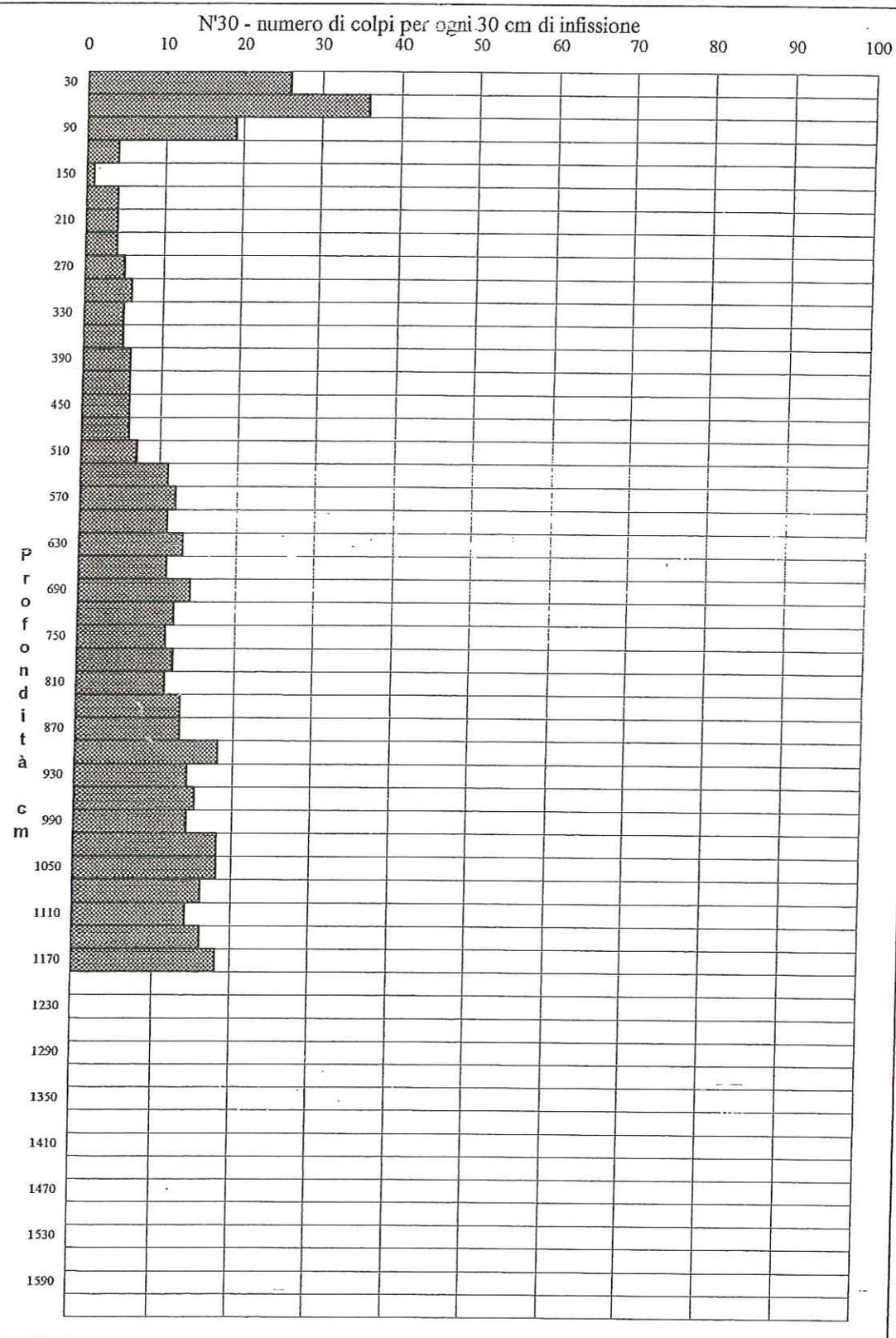
Committente: CAP CASA

Data di esecuzione: 23/10/1996

Profondità prova m: 11,70

Profondità tubo piez. m: 11,50

Profondità falda m: assente



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°****IU**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N°30	Nspt
0	26	45,6
30	36	63,2
60	19	33,3
90	4	7,0
120	1	1,8
150	4	7,0
180	4	7,0
210	4	7,0
240	5	8,8
270	6	10,5
300	5	8,8
330	5	8,8
360	6	10,5
390	6	10,5
420	6	10,5
450	6	10,5
480	7	12,3
510	11	19,3
540	12	21,1
570	11	19,3
600	13	22,8
630	11	19,3
660	14	24,6
690	12	21,1
720	11	19,3
750	12	21,1
780	11	19,3
810	13	22,8
840	13	22,8
870	18	31,6
900	14	24,6
930	15	26,3
960	14	24,6
990	18	31,6
1020	18	31,6
1050	16	28,1
1080	14	24,6
1110	16	28,1
1140	18	31,6
1170	0	0,0
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6

cerfam s.r.l.

geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 2U

ns.rif. : P49D2U

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

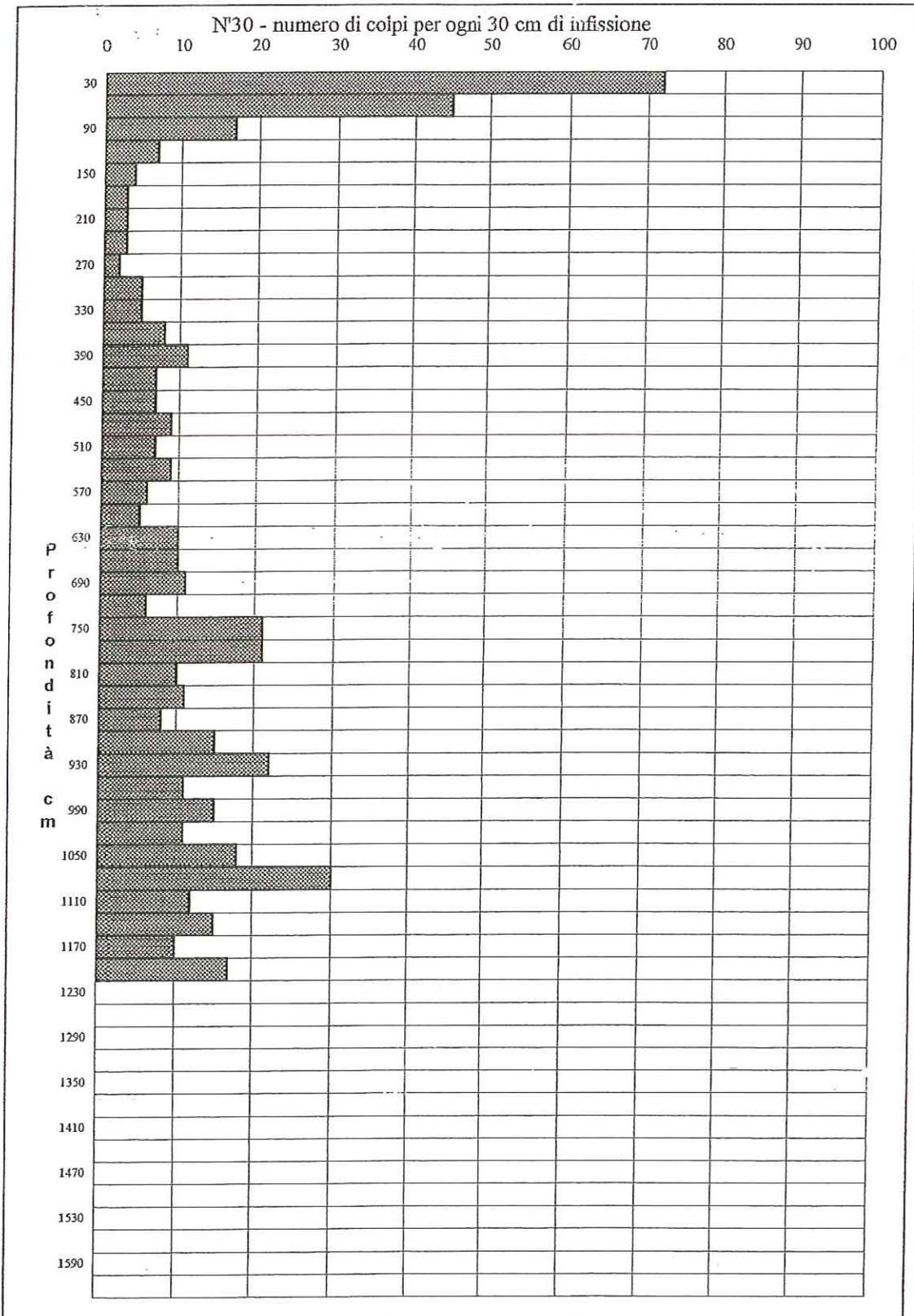
Committente: CAP CASA

Data di esecuzione: 23/10/1996

Profondità prova m: 12,00

Profondità tubo piez. m: 10,80

Profondità falda m: assente



*Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N° 2U*

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF	N°50	Napt
0	72	126,3
30	45	78,9
60	17	29,8
90	7	12,3
120	4	7,0
150	3	5,3
180	3	5,3
210	3	5,3
240	2	3,5
270	5	8,8
300	5	8,8
330	8	14,0
360	11	19,3
390	7	12,3
420	7	12,3
450	9	15,8
480	7	12,3
510	9	15,8
540	6	10,5
570	5	8,8
600	10	17,5
630	10	17,5
660	11	19,3
690	6	10,5
720	21	36,8
750	21	36,8
780	10	17,5
810	11	19,3
840	8	14,0
870	15	26,3
900	22	38,6
930	11	19,3
960	15	26,3
990	11	19,3
1020	18	31,6
1050	30	52,6
1080	12	21,1
1110	15	26,3
1140	10	17,5
1170	17	29,8
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

*Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6*

cerfam s.r.l.

geo & idro

Via Nardi, 9 - Prato - Tel. 0574/39888

Prova Penetrometrica

Dinamica (S.C.P.T.) N° 3U

ns.rif. : P49D3U

Cantiere: Via del Romito, Via Vestri - PRATO

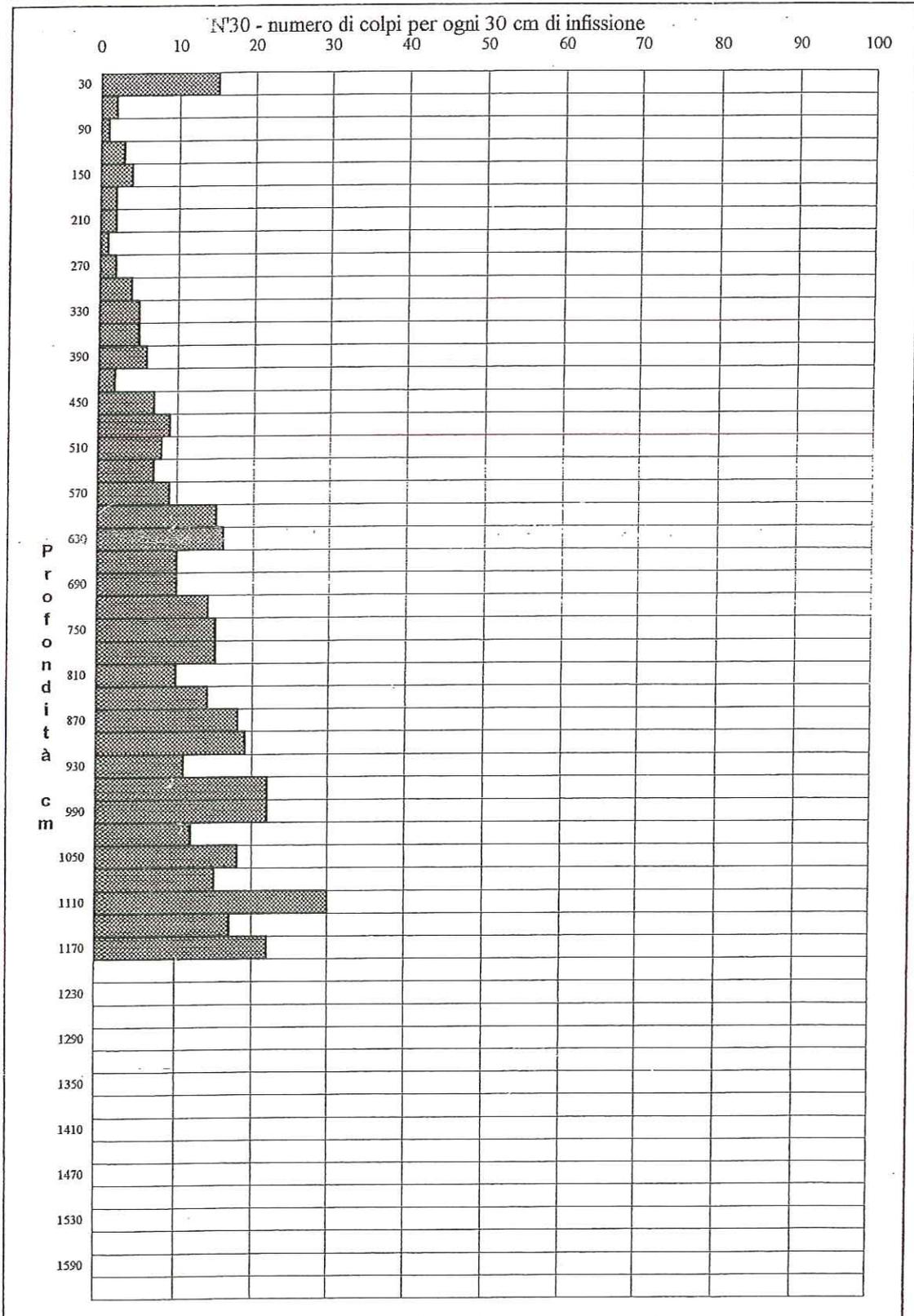
Profondità prova m: 11,70

Committente: CAP CASA

Profondità tubo piez. m: \_\_\_\_\_

Data di esecuzione: 23/10/1996

Profondità falda m: \_\_\_\_\_



**Prova penetrometrica dinamica (S.C.P.T.) N°****3U**

Penetrometro dinamico superpesante tipo Meardi - AGI

Maglio 73 Kg - Volata 75 cm

PROF.	N°50	Nspt
0	15	26,3
30	2	3,5
60	1	1,8
90	3	5,3
120	4	7,0
150	2	3,5
180	2	3,5
210	1	1,8
240	2	3,5
270	4	7,0
300	5	8,8
330	5	8,8
360	6	10,5
390	2	3,5
420	7	12,3
450	9	15,8
480	8	14,0
510	7	12,3
540	9	15,8
570	15	26,3
600	16	28,1
630	10	17,5
660	10	17,5
690	14	24,6
720	15	26,3
750	15	26,3
780	10	17,5
810	14	24,6
840	18	31,6
870	19	33,3
900	11	19,3
930	22	38,6
960	22	38,6
990	12	21,1
1020	18	31,6
1050	15	26,3
1080	30	52,6
1110	17	29,8
1140	22	38,6
1170	0	0,0
1200	0	0,0
1230	0	0,0
1260	0	0,0
1290	0	0,0
1320	0	0,0
1350	0	0,0
1380	0	0,0
1410	0	0,0
1440	0	0,0
1470	0	0,0
1500	0	0,0
1530	0	0,0
1560	0	0,0
1590	0	0,0

**Prova eseguita con penetrometro Pagani TG 73 - 100 KN 6 x 6**

# SONGEO SRL



via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)  
tel. 0532 773136-815683 Fax 0532 776455

E mail [info@songeo.it](mailto:info@songeo.it) - [www.songeo.it](http://www.songeo.it)

Laboratorio autorizzato con decreto N° 56718 del 17/09/07 all'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001 e Circ. Min. 7619/STC

## CERTIFICATO DI PROVA

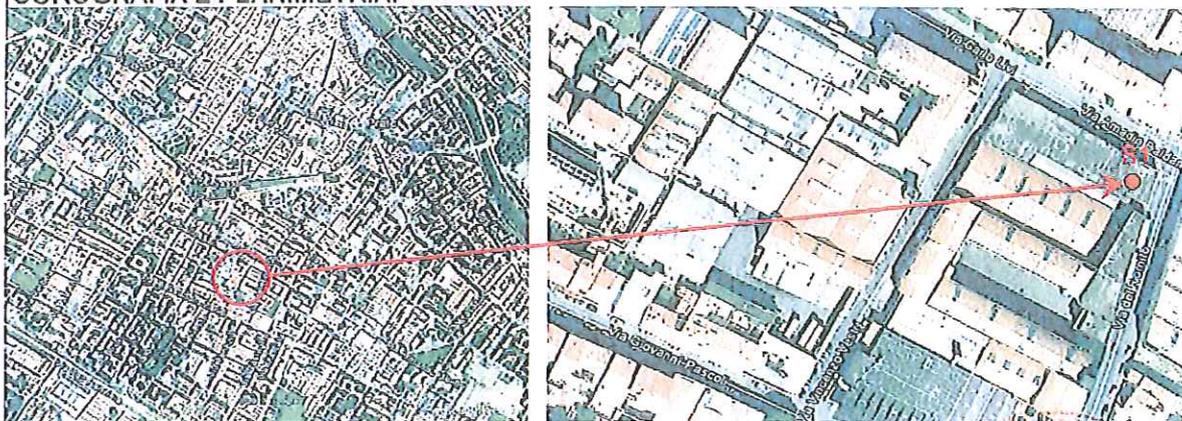
CERTIFICATO N°	207/12	data	12/12/2012	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	data	15/11/2012
----------------	--------	------	------------	-------------------------	-------	------	------------

COMMITTENTE:	CAP (Consorzio Autolinee Prato)
LOCALITA':	Prato
CANTIERE:	Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri
Sondaggio N°:	S1
Specifiche di prova:	ASTM D 2488-90; AGI 1977
Attrezzatura:	CMV MK420F/TR600
Metodo perforazione:	Carotaggio Continuo; PRO E01; PRO E02; PRO E03; PRO E06; PRO E08; PRO E12
Attrezzi:	Carotiere semplice Ø 101 mm rivestimenti metallici Ø 127 mm

QUOTA INIZIO	P.C.
PROFONDITA' DEL SONDAGGIO	36 mt
PROFONDITA' DELLA FALDA	17,20 mt da p.c.

### ANNOTAZIONI:

### COROGRAFIA E PLANIMETRIA:



IL PRESENTE CERTIFICATO SI COMPONE DI:

3 Pagine

Sperimentatore

Direttore



COMMITTENTE CAP (Consorzio Autolinee Prato)

LOCALITA' Prato - Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri

NOTE

CAMPIONI

- CAROTIERE SEMPLICE
- SPT
- INDISTURBATI

LIVELLO ACQUA DATA MT dal P.C

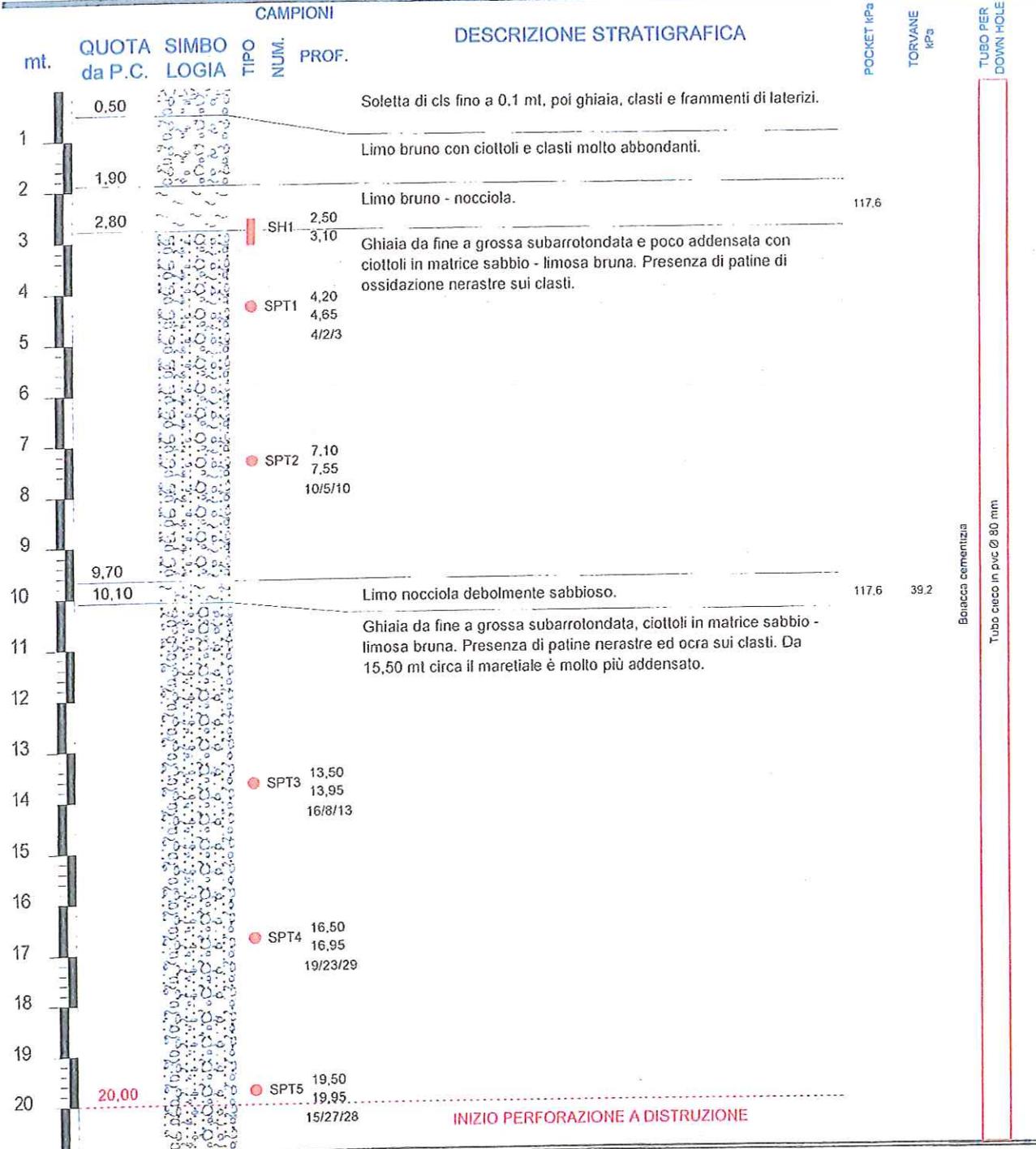
PROF. FORO PROF. RIVEST. 36,00 m 36,00 m

ASSISTENTI

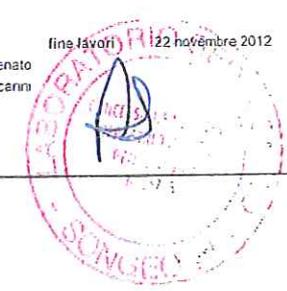
D. Pellegrini

OPERATORI

R. Sacchetti



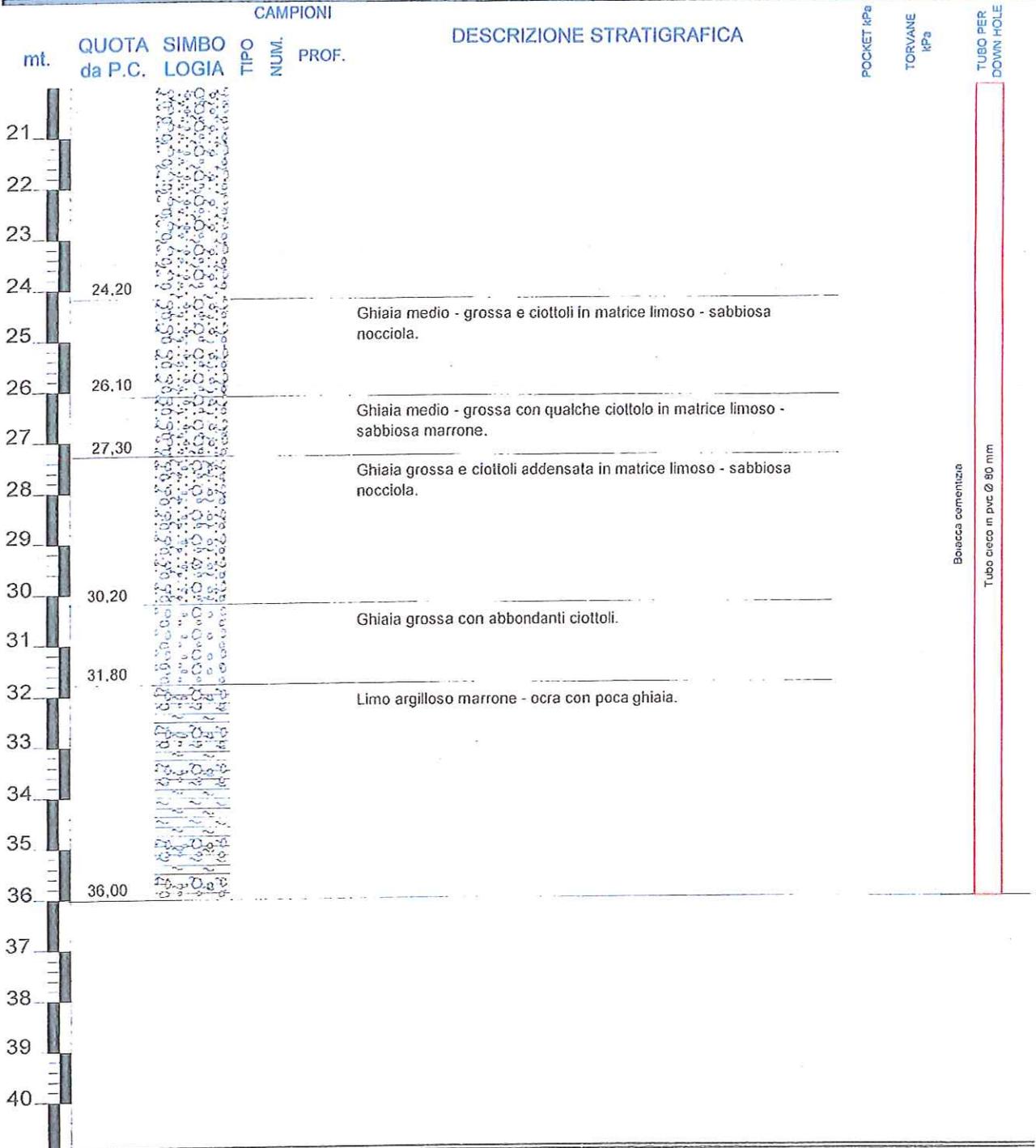
Certificato n°	207/12	data	12/12/12	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	DATA	15/11/2012	
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-90; AGI 1977		revisione	0	inizio lavori	15 novembre 2012	fine lavori	22 novembre 2012
elaborazione	Dott. Davide Pellegrini		responsabile cantiere	Dott. Geol. Sacchetti Renato	direzione lavori	Dott. Geol. Franco Ceccanni		
verifica	Dott. Renato Sacchetti							
SPERIMENTATORE					DIRETTORE			



- CAROTIERE SEMPLICE
- SPT
- INDISTURBATI

LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO MT dal P.C.	PROF. RIVEST. MT
	36,00	36,00

ASSISTENTI  
D. Pellegrini  
OPERATORI  
R. Sacchetti



Certificato n°	207/12	data	12/12/12	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	DATA	15/11/2012
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-90; AGI 1977			revisione	0	inizio lavori	15 novembre 2012
elaborazione	responsabili Dott. Davide Pellegrini Dott. Renato Sacchetti			responsabile cantiere	Dott. Geol. Sacchetti Renato	fine lavori	22 novembre 2012
verifica				direzione lavori	Dott. Geol. Franco Ceccarini		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			



# SONGEO SRL

via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

tel. 0532 773136-815683 Fax 0532 776455

E mail [info@songeo.it](mailto:info@songeo.it) - [www.songeo.it](http://www.songeo.it)

Laboratorio autorizzato con decreto N° 56718 del 17/09/07 all'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001 e Circ. Min. 7619/STC



## CERTIFICATO DI PROVA

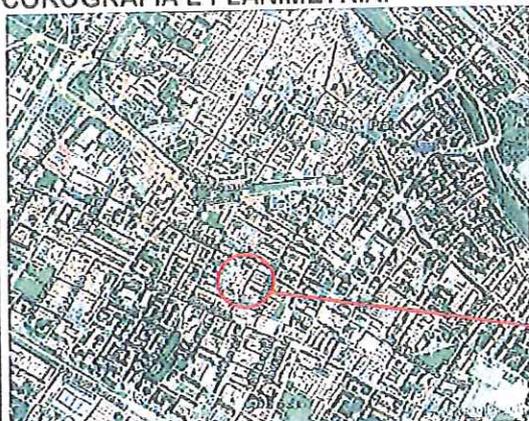
CERTIFICATO N°	208/12	data	12/12/2012	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	data	15/11/2012
----------------	--------	------	------------	-------------------------	-------	------	------------

COMMITTENTE:	CAP (Consorzio Autolinee Prato)
LOCALITA':	Prato
CANTIERE:	Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri
Sondaggio N°:	S2
Specifiche di prova:	ASTM D 2488-90; AGI 1977
Attrezzatura:	CMV MK420F/TR600
Metodo perforazione:	Carotaggio Continuo; PRO E01; PRO E02; PRO E03; PRO E06; PRO E08; PRO E12
Attrezzi:	Carotiere semplice Ø 101 mm rivestimenti metallici Ø 127 mm

QUOTA INIZIO	P.C.
PROFONDITA' DEL SONDAGGIO	12 mt
PROFONDITA' DELLA FALDA	n.r.

### ANNOTAZIONI:

### COROGRAFIA E PLANIMETRIA:



IL PRESENTE CERTIFICATO SI COMPONE DI:

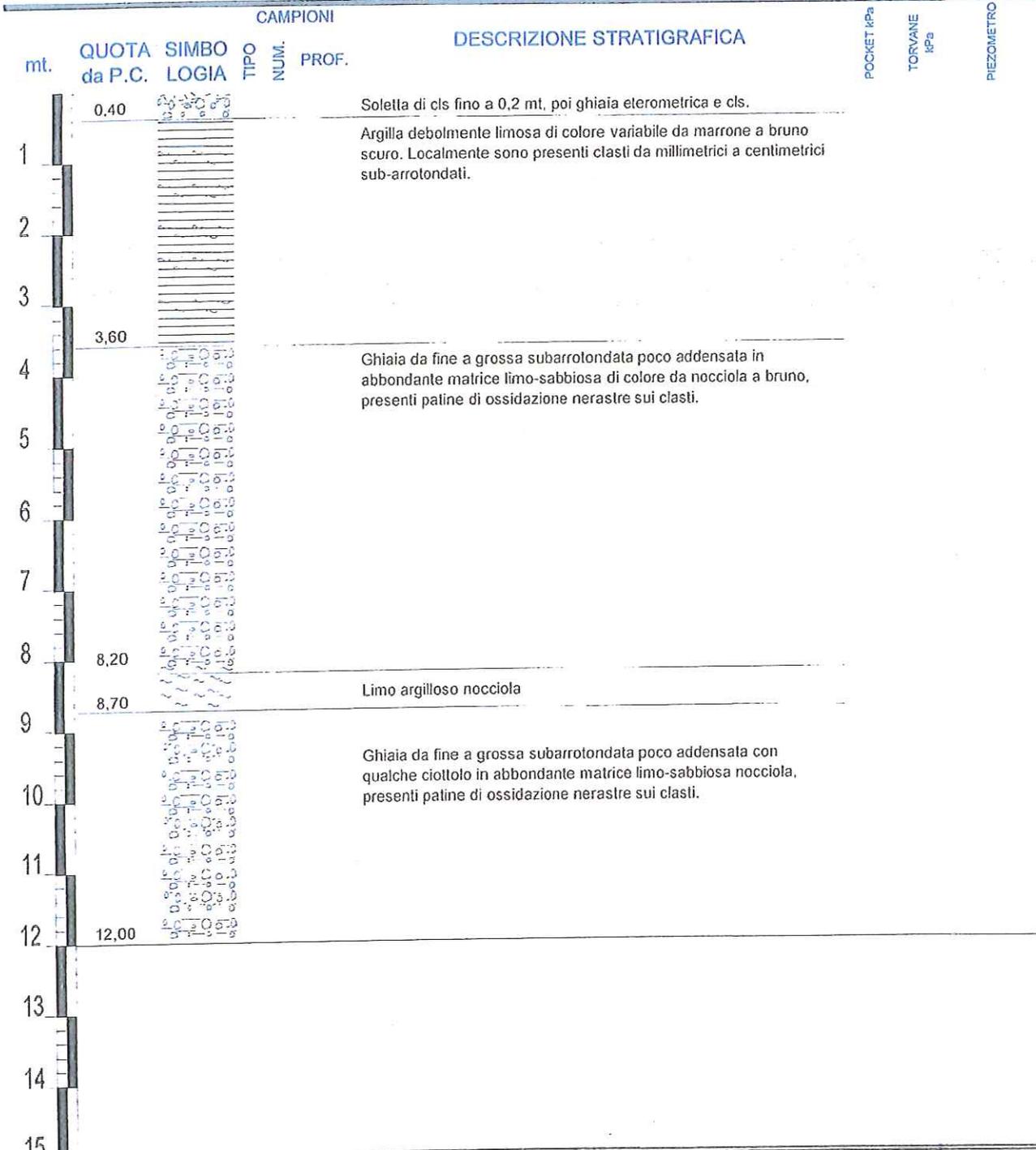
2 Pagine

Sperimentatore

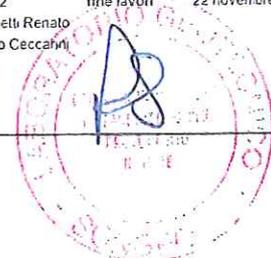
Direttore



- CAROTIERE SEMPLICE
- SPT
- INDISTURBATI



Certificato n°	208/12	data	12/12/12	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	DATA	15/11/2012
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-90; AGI 1977		revisione	inizio lavori	15 novembre 2012	fine lavori	22 novembre 2012
elaborazione	Dott. Davide Pellegrini		0	responsabile cantiere	Dott. Geol. Sacchetti Renato		
verifica	Dott. Renato Sacchetti			direzione lavori	Dott. Geol. Franco Ceccarelli		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			



# SONGEO SRL



via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)  
tel. 0532 773136-815683 Fax 0532 776455  
E mail [info@songeo.it](mailto:info@songeo.it) - [www.songeo.it](http://www.songeo.it)

Laboratorio autorizzato con decreto N° 56718 del 17/09/07 all'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001 e Circ. Min. 7619/STC

## CERTIFICATO DI PROVA

CERTIFICATO N°	209/12	data	12/12/2012	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	data	15/11/2012
----------------	--------	------	------------	-------------------------	-------	------	------------

COMMITTENTE:	CAP (Consorzio Autolinee Prato)
LOCALITA':	Prato
CANTIERE:	Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri
Sondaggio N°:	S3
Specifiche di prova:	ASTM D 2488-90; AGI 1977
Attrezzatura:	CMV MK420F/TR600
Metodo perforazione:	Carotaggio Continuo; PRO E01; PRO E02; PRO E03; PRO E06; PRO E08; PRO E12
Attrezzi:	Carotiere semplice Ø 101 mm rivestimenti metallici Ø 127 mm

QUOTA INIZIO	P.C.
PROFONDITA' DEL SONDAGGIO	12 mt
PROFONDITA' DELLA FALDA	n.r.

### ANNOTAZIONI:

### COROGRAFIA E PLANIMETRIA:



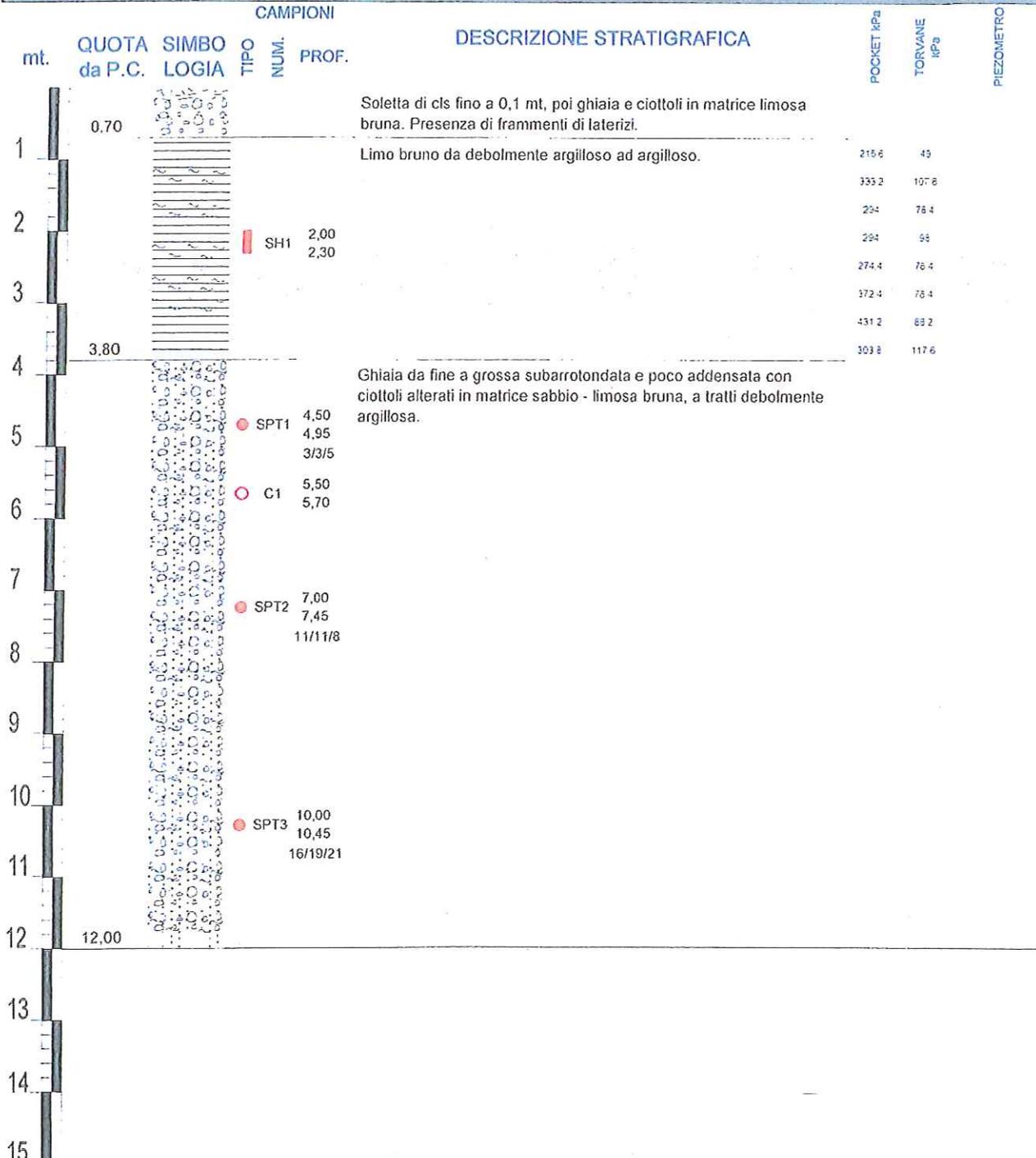
IL PRESENTE CERTIFICATO SI COMPONE DI:

2 Pagine

Sperimentatore

Direttore





Certificato n°	209/12	data	12/12/12	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	DATA	15/11/2012
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-90; AGI 1977			revisione	0	inizio lavori	15 novembre 2012
responsabili	Dott. Davide Pellegrini Dott. Renato Sacchetti			responsabile cantiere	Dott. Geol. Sacchetti Renato	fine lavori	22 novembre 2012
elaborazione				direzione lavori	Dott. Geol. Franco Ceccanni		
verifica							
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			



# SONGEO SRL



via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)  
tel. 0532 773136-815683 Fax 0532 776455

E mail [info@songeo.it](mailto:info@songeo.it) - [www.songeo.it](http://www.songeo.it)

Laboratorio autorizzato con decreto N° 56718 del 17/09/07 all'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001 e Circ. Min. 7619/STC

## CERTIFICATO DI PROVA

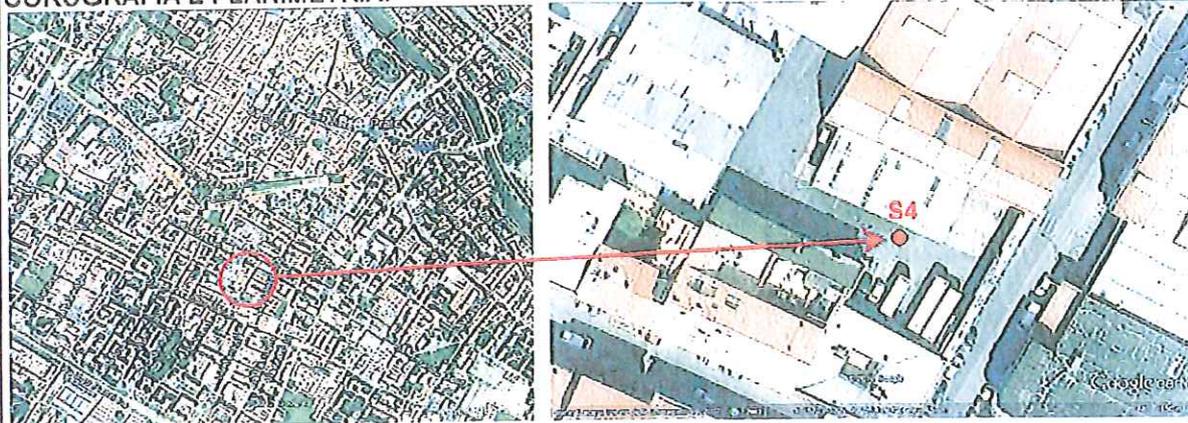
CERTIFICATO N°	210/12	data	12/12/2012	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	data	15/11/2012
----------------	--------	------	------------	-------------------------	-------	------	------------

COMMITTENTE:	CAP (Consorzio Autolinee Prato)
LOCALITA':	Prato
CANTIERE:	Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri
Sondaggio N°:	S4
Specifiche di prova:	ASTM D 2488-90; AGI 1977
Attrezzatura:	CMV MK420F/TR600
Metodo perforazione:	Carotaggio Continuo; PRO E01; PRO E02; PRO E03; PRO E06; PRO E08; PRO E12
Attrezzi:	Carotiere semplice Ø 101 mm rivestimenti metallici Ø 127 mm

QUOTA INIZIO	P.C.
PROFONDITA' DEL SONDAGGIO	12 mt
PROFONDITA' DELLA FALDA	n.r.

ANNOTAZIONI:

COROGRAFIA E PLANIMETRIA:



IL PRESENTE CERTIFICATO SI COMPONE DI:

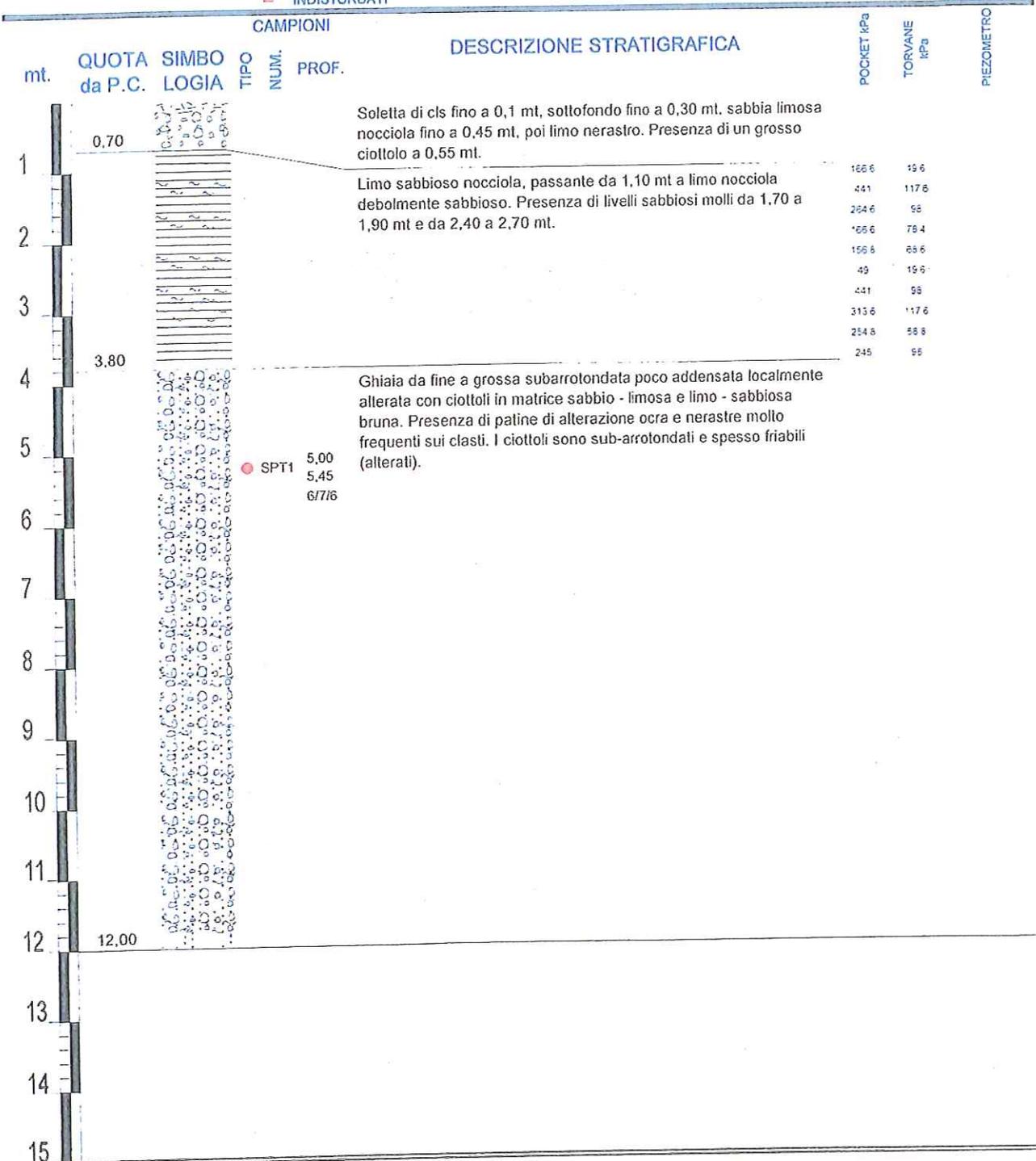
2 Pagine

Sperimentatore

Direttore



- CAROTIERE SEMPLICE
- SPT
- INDISTURBATI



● SPT1  
5,00  
5,45  
6/7/6

Certificato n°	210/12	data	12/12/12	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	DATA	15/11/2012	
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-90; AGI 1977		responsabili	revisione	inizio lavori	15 novembre 2012	fine lavori	22 novembre 2012
elaborazione	Dott. Davide Pellegrini		responsabile cantiere	0	responsabile cantieri	Dott. Geol. Sacchetti Renato		
verifica	Dott. Renato Sacchetti		direzione lavori		direzione lavori	Dott. Geol. Franco Ceccanni		
SPERIMENTATORE			DIRETTORE					



# SONGEO SRL



via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

tel. 0532 773136-815683 Fax 0532 776455

E mail [info@songeo.it](mailto:info@songeo.it) - [www.songeo.it](http://www.songeo.it)

Laboratorio autorizzato con decreto N° 56718 del 17/09/07 all'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001 e Circ. Min. 7619/STC

## CERTIFICATO DI PROVA

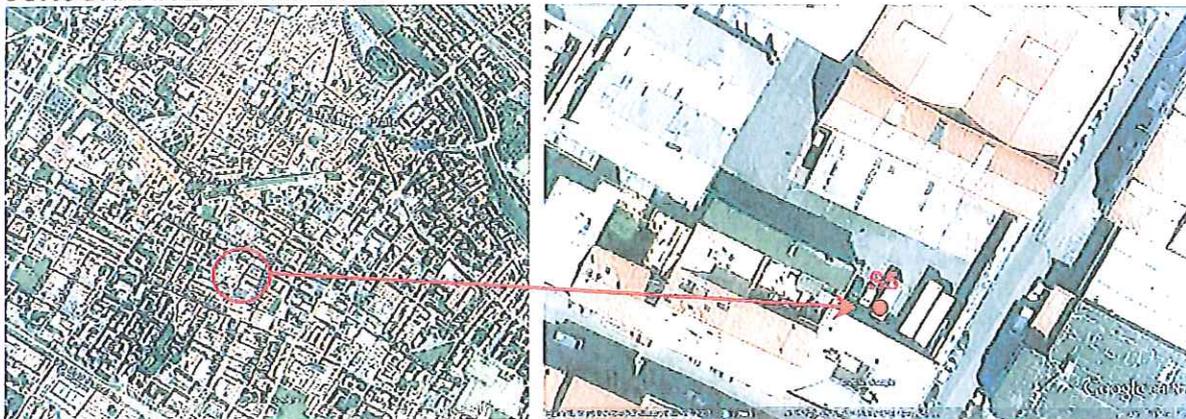
CERTIFICATO N°	211/12	data	12/12/2012	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	data	15/11/2012
----------------	--------	------	------------	-------------------------	-------	------	------------

COMMITTENTE:	CAP (Consorzio Autolinee Prato)
LOCALITA':	Prato
CANTIERE:	Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri
Sondaggio N°:	S5
Specifiche di prova:	ASTM D 2488-90; AGI 1977
Attrezzatura:	CMV MK420F/TR600
Metodo perforazione:	Carotaggio Continuo; PRO E01; PRO E02; PRO E03; PRO E06; PRO E08; PRO E12
Attrezzi:	Carotiere semplice Ø 101 mm rivestimenti metallici Ø 127 mm

QUOTA INIZIO	P.C.
PROFONDITA' DEL SONDAGGIO	12 mt
PROFONDITA' DELLA FALDA	n.r.

### ANNOTAZIONI:

### COROGRAFIA E PLANIMETRIA:



IL PRESENTE CERTIFICATO SI COMPONE DI:

2 Pagine

Sperimentatore

Direttore





# SONGEO SRL



via A. Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)  
tel. 0532 773136-815683 Fax 0532 776455

E mail [info@songeo.it](mailto:info@songeo.it) - [www.songeo.it](http://www.songeo.it)

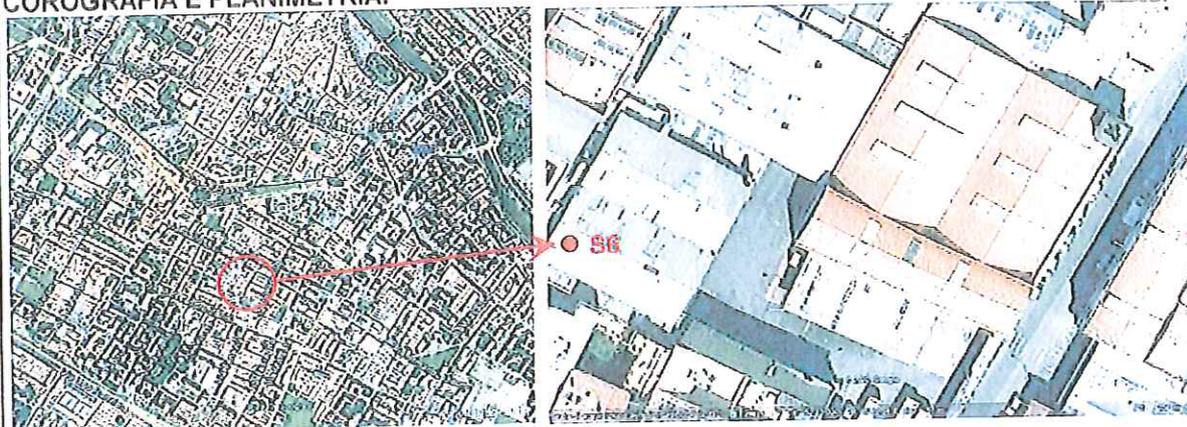
Laboratorio autorizzato con decreto N° 56718 del 17/09/07 all'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001 e Circ. Min. 7619/STC

## CERTIFICATO DI PROVA

CERTIFICATO N°	212/12	data	12/12/2012	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	data	15/11/2012
COMMITTENTE:	CAP (Consorzio Autolinee Prato)						
LOCALITA':	Prato						
CANTIERE:	Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri						
Sondaggio N°:	S6						
Specifiche di prova:	ASTM D 2488-90; AGI 1977						
Attrezzatura:	CMV MK420F/TR600						
Metodo perforazione:	Carotaggio Continuo; PRO E01; PRO E02; PRO E03; PRO E05; PRO E08; PRO E12						
Attrezzi:	Carotiere semplice Ø 101 mm rivestimenti metallici Ø 127 mm						
QUOTA INIZIO	P.C.						
PROFONDITA' DEL SONDAGGIO	23,00 mt						
PROFONDITA' DELLA FALDA	17,80 mt da p.c.						

### ANNOTAZIONI:

### COROGRAFIA E PLANIMETRIA:



IL PRESENTE CERTIFICATO SI COMPONE DI:

3 Pagine

Sperimentatore

Direttore



**COMMITTENTE** CAP (Consorzio Autolinee Prato)

**LOCALITA'** Prato - Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri

**NOTE**

**CAMPIONI**

- CAROTIERE SEMPLICE
- SPT
- INDISTURBATI

**PIEZOMETRO**

Tubo in PVC  $\phi$  3", profondità 22,0 m, fessurato da -22 a -16 m, cieco da -16 m a p.c.

**LIVELLO ACQUA**

DATA MT dal P.C.

23/11/12 17,80

**PROF. FORO**

PROF. RIVEST.

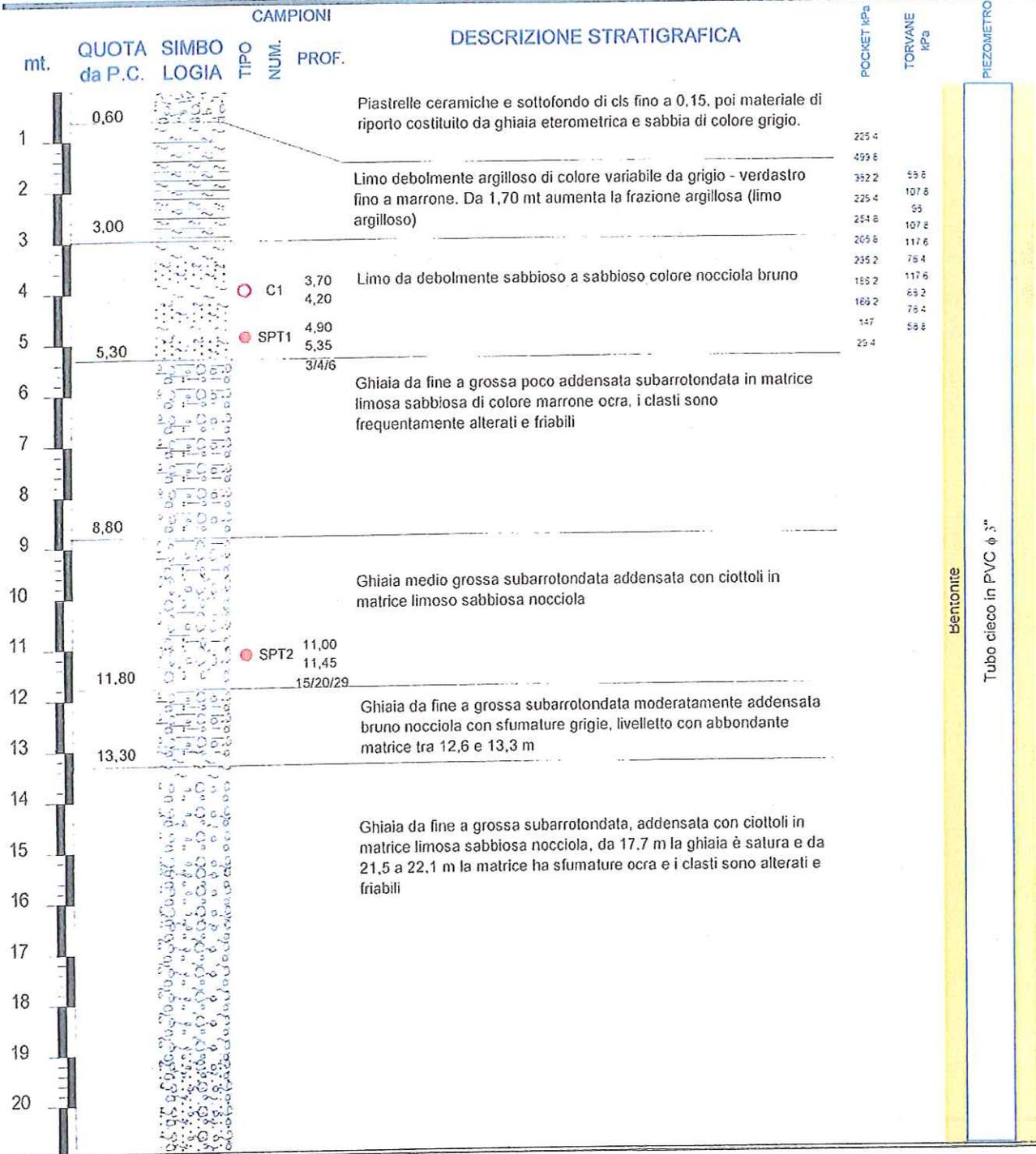
23,00 m 22,00 m

**ASSISTENTI**

M Rolfini

**OPERATORI**

R. Sacchetti



Bentonite  
Tubo cieco in PVC  $\phi$  3"

Certificato n°	212/12	data	12/12/12	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	DATA	15/11/2012
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-90; AGI 1977			inizio lavori	15 novembre 2012	fine lavori	22 novembre 2012
elaborazione	Dott. Davide Pellegrini	responsabili	revisione	responsabile cantiere	Dott. Geol. Sacchetti Renato	direzione lavori	Dott. Geol. Franco Ceccarini
verifica	Dott. Renato Sacchetti		0				
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			



**COMMITTENTE** CAP (Consorzio Autolinee Prato)  
**LOCALITA'** Prato - Via Del Romito, Via Livi, Via Vestri  
**NOTE**

### CAMPIONI

- CAROTIERE SEMPLICE
- SPT
- INDISTURBATI

### DATA ESECUZIONE

DAL 22/11/12 AL 22/11/12

### QUOTA

P.C

### METODO PERFOR. SONDAGGIO

Carotaggio continuo **N. S6**

### ATTREZZI

Carotiere semplice  $\phi$  101 mm.

Rivestim. Metallici  $\phi$  127 mm.

### SONDA IDRAULICA

CMV MK420F / TR 600

### PIEZOMETRO

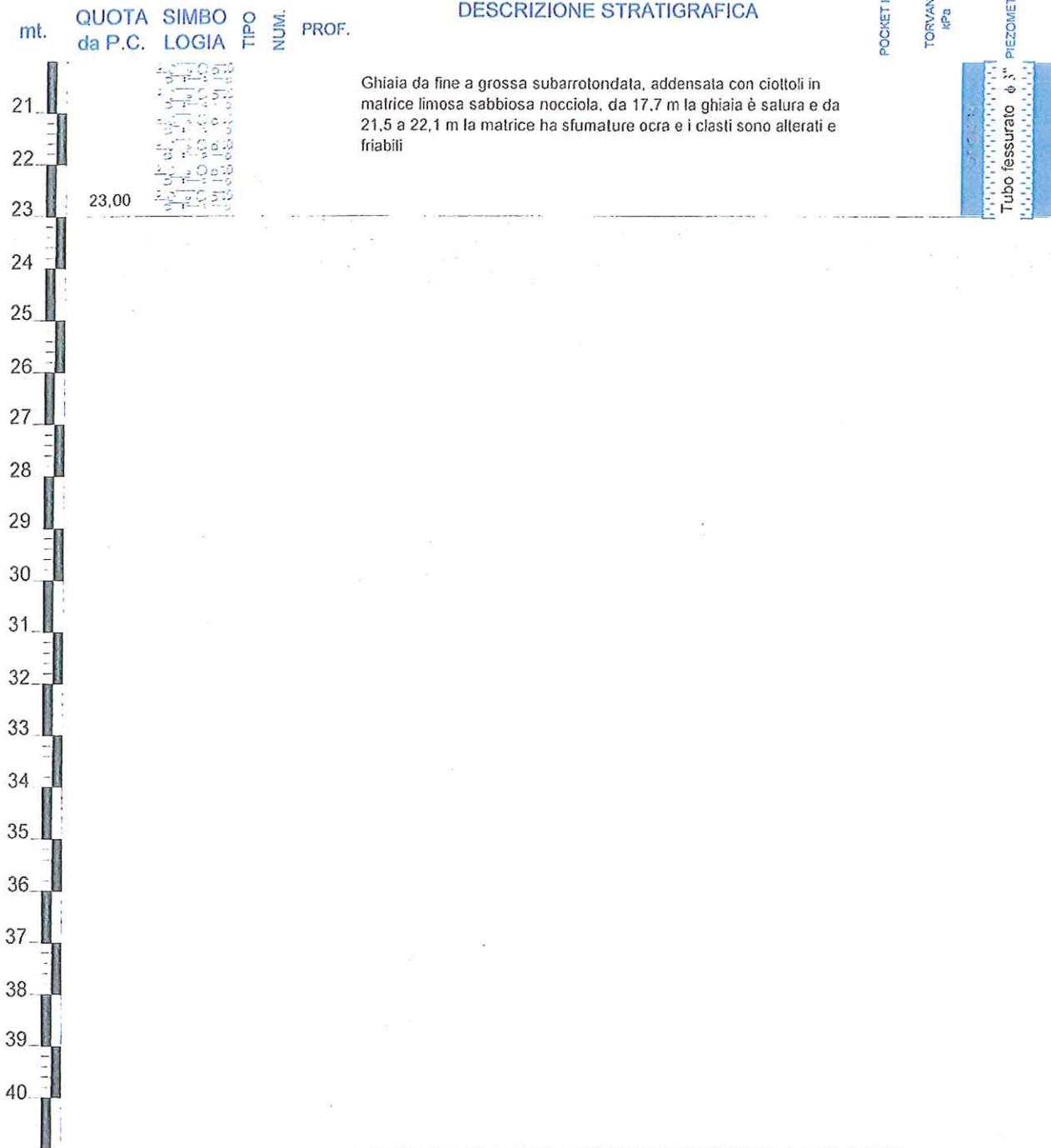
Tubo in PVC  $\phi$  3", profondità 22,0 m, fessurato da -22 a -16 m, cieco da -16 m a p.c.

LIVELLO ACQUA	PROF. FORO	PROF. RIVEST.
DATA	MT dal P.C	
23/11/12	17,80	23,00 m 22,00 m

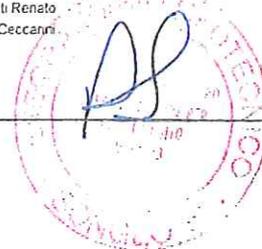
**ASSISTENTI**  
M. Roffini  
**OPERATORI**  
R. Sacchetti

### CAMPIONI

### DESCRIZIONE STRATIGRAFICA



Certificato n°	212/12	data	12/12/12	N° VERBALE ACCETTAZIONE	34/12	DATA	15/11/2012
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-90; AGI 1977						
elaborazione	responsabili	revisione	inizio lavori	15 novembre 2012	fine lavori	22 novembre 2012	
verifica	Dott. Davide Pellegrini Dott. Renato Sacchetti	0	responsabile cantiere direzione lavori	Dott. Geol. Sacchetti Renato Dott. Geol. Franco Ceccaroni			
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			





**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

Rapporto di prova n. 01151 del 07/12/2012

V.A. 346/3118 del 07/12/2012

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
INDIRIZZO: Via J. Nardi, 9 – Prato  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi – Prato.

ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra  
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 2 pagine.

### RELAZIONE

Il giorno 26/11/2012 sono stati consegnati al Laboratorio 5 campioni di terra contrassegnati nel modo seguente:

- Campione S1SH1: campione SH1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.5m e 3.1m dal piano campagna.  
Campione S3C1: campione 1 prelevato dal sondaggio 3 a profondità compresa tra 5.35m e 5.70m dal piano campagna.  
Campione S3SH1: campione SH1 prelevato dal sondaggio 3 a profondità compresa tra 2.0m e 2.3m dal piano campagna.  
Campione S5SH1: campione SH1 prelevato dal sondaggio 5 a profondità compresa tra 4.0m e 4.6m dal piano campagna.  
Campione S6C1: campione 1 prelevato dal sondaggio 6 a profondità compresa tra 3.7m e 4.2m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2) su tutti i campioni eccetto S3C1 e S6C1.
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3) sul campione S5SH1.
4. Analisi granulometrica per via umida e per sedimentazione (Raccomandazioni AGI 1994) sul campione S3C1.
5. Determinazione dei limiti di Atterberg liquido e plastico (UNI CEN ISO/TS 17892-12) su tutti i campioni eccetto S3C1.
6. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5) sul campione S5SH1.
7. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10) sui campioni S1SH1, S3C1 e S5SH1.
8. Prova di compressione ELL (UNI CEN ISO/TS 17892-7) S1SH1, S3SH1 S5SH1.

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 2320/G al 2336/G.



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

La prova di taglio CD permette di ottenere quanto di seguito riportato:

Campione S1/SH1

Angolo di attrito  $\phi' = 31.5^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 8\text{kPa}$

Campione S3/C1

Angolo di attrito  $\phi' = 31.0^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 2\text{kPa}$

Campione S5/SH1

Angolo di attrito  $\phi' = 30.7^\circ$   
Coesione drenata  $c' = 7\text{kPa}$

Lo Sperimentatore  
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Andrea Manuelli



**Laboratorio SIGMA S.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2320/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 1    CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 2.5 - 3.1

### CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA %	= 22.82
UNI CEN ISO/TS 17892-1	
PESO DI VOLUME kN/m <sup>3</sup>	= 20.43
UNI CEN ISO/TS 17892-2	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m <sup>3</sup>	
UNI CEN ISO/TS 17892-3	
VALORI DERIVATI	
DENSITA' SECCA kN/m <sup>3</sup>	= 16.63
INDICE DEI VUOTI	
POROSITA'	
GRADO DI SATURAZIONE %	

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : - Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 29/11/12-30/11/12  
Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Mantelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

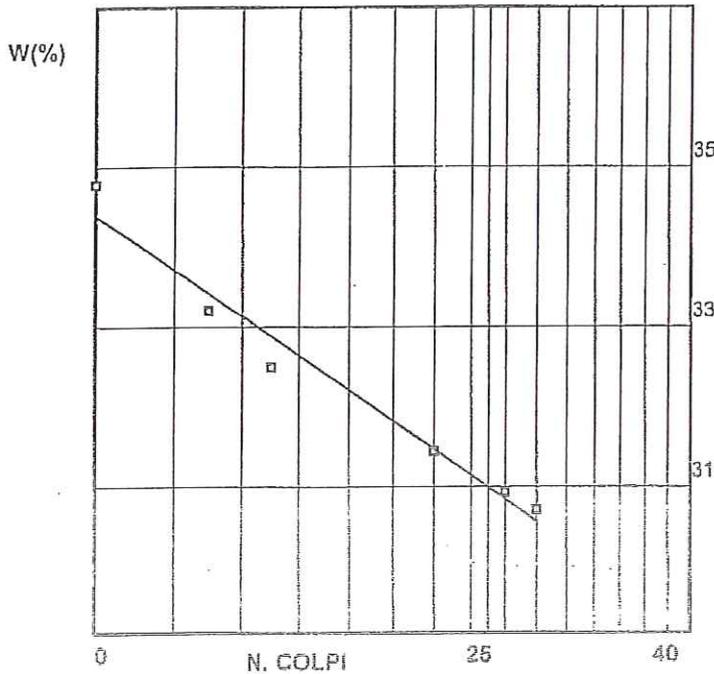
Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2321/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

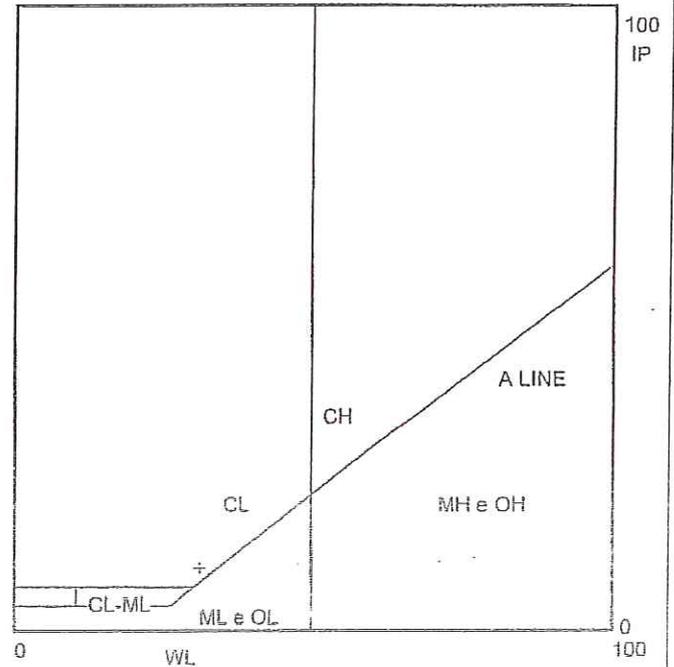
Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 1 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 2.5 - 3.1

## PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 22.82  
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 31  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 21  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 10  
INDICE DI CONSISTENZA= 0.82

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/m<sup>3</sup>= 20.43  
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

### CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	-
40	0.420	
200	0.074	

LIMITE DI RITIRO %= -  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

Pagina: 1/1  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta-Vianna

Data esecuzione prove: 30/11/12-03/12/12  
Il Direttore del Laboratorio  
Ing. A. Manfredi



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001-art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2322/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 1 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 2.5 - 3.1

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10**

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00  
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	21.40	21.34	21.07
grado di saturazione, %	-	-	-
peso di volume, kN/m <sup>3</sup>	20.29	20.54	20.52
densità secca, kN/m <sup>3</sup>	16.71	16.92	16.95
Peso specifico dei grani, t/m <sup>3</sup>	-	-	-
Indice dei vuoti, -	-	-	-

PRESSIONI VERTICALI

kPa

98.07  
196.14  
294.21

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

67.45  
130.33  
187.50

RESISTENZA RESIDUA

kPa

-  
-  
-

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

67.45  
130.33  
187.50

DEF. ORIZZONTALE

mm

4.73  
2.91  
3.06

DEF. VERTICALE

mm/100

-28.30  
-18.30  
-25.30

Velocità di taglio= 0.0035 mm/minuto

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/2

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 29/11/12-04/12/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Mariani



**Laboratorio SIGMA S.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2322/G del 07/12/12

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI

IMPRESA: Songeo Srl

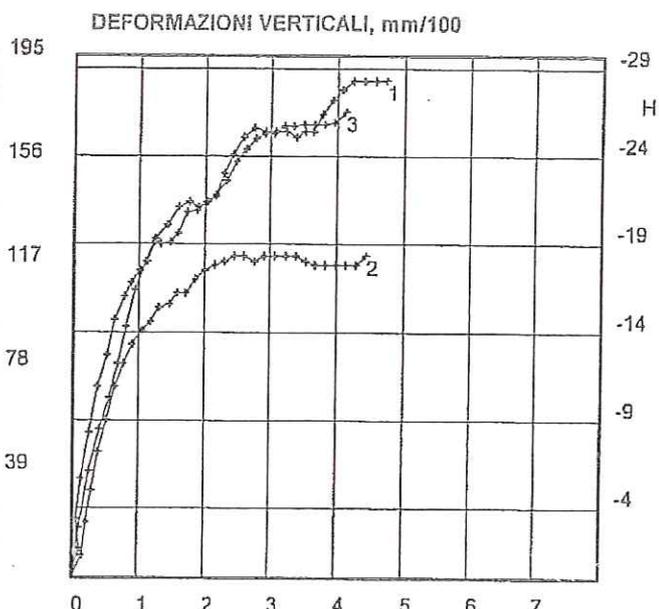
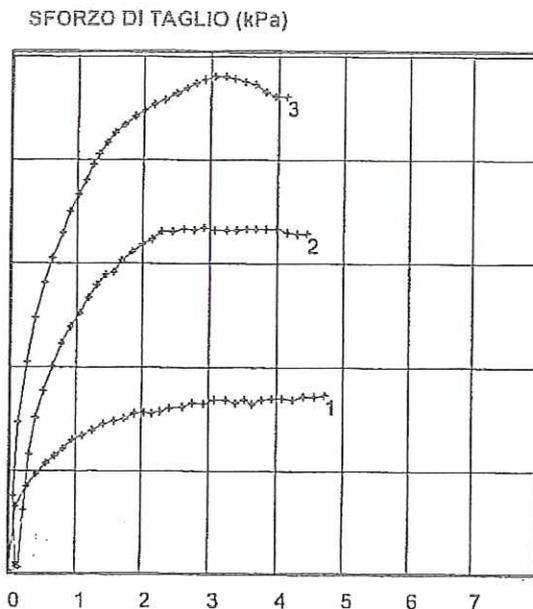
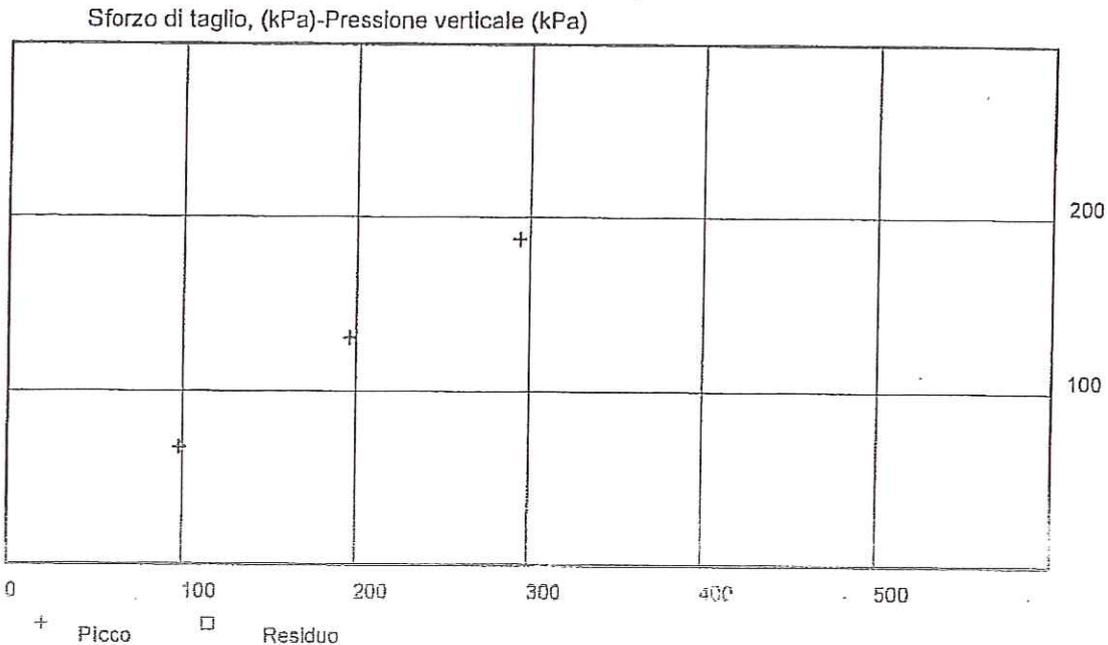
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livì - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118

SOND.: 1 CAMP.: SH1

PROFONDITA', m: 2.5 - 3.1

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10



Deformazione orizzontale (mm)

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/2  
Lp. Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Viarina

Data esecuzione prove: 29/11/12-04/12/12

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. A. Manfredi

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520

www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mcclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it

C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489



**Laboratorio SIGMA S.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2323/G del 07/12/12

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI

IMPRESA: Songeo Srl

CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118

SOND.: 1 CAMP.: SH1

PROFONDITA', m: 2.5 - 3.1

## PROVA DI COMPRESIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

### CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

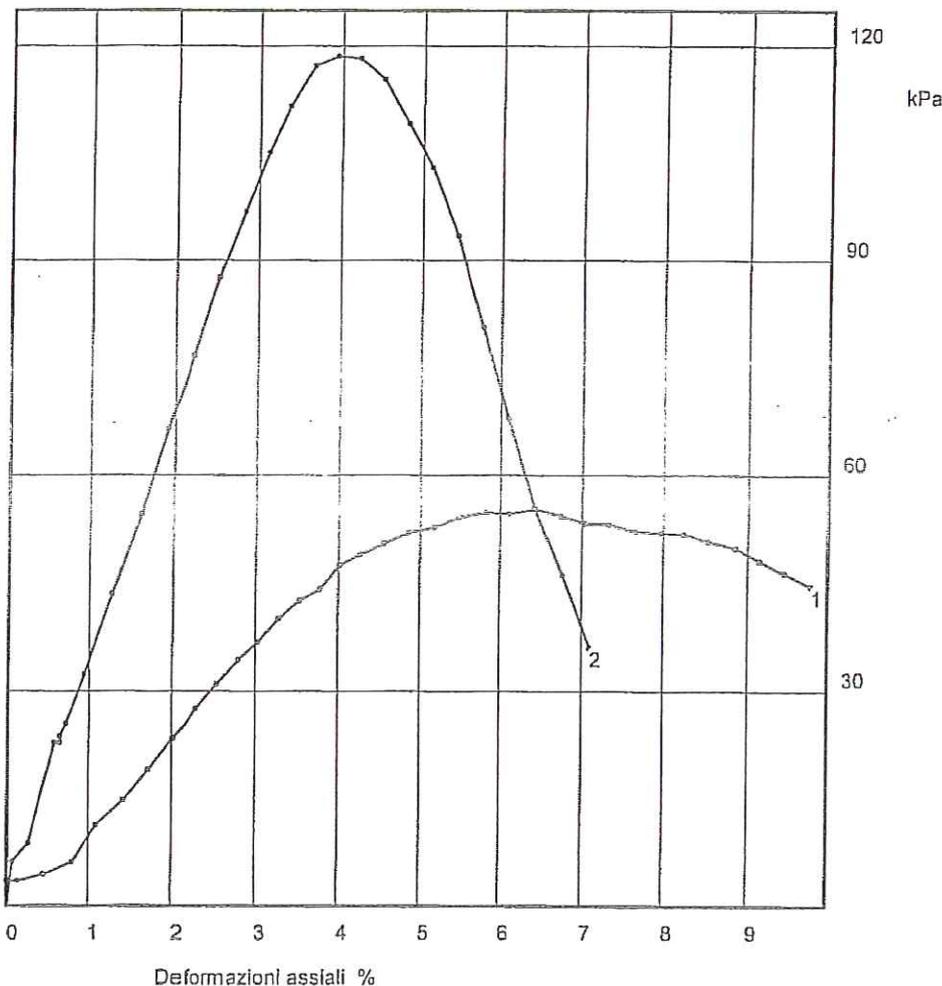
Diametro: 3.80 cm

Altezza: 7.60 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 21.97 %

Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 19.79 kN/m<sup>3</sup>

Deformazione assiale %-pressione kPa



Pressione a rottura kPa=  
Deformazione a rottura %=  
Provino n. = 1  
55.28  
6.42  
Provino n. = 2  
118.58  
3.94

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5

Angolo di rottura (°)= 60

Condizioni del campione: Q1

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 29/11/12-30/11/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Mantelli



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2324/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 3 CAMP.: 1  
PROFONDITA', m: 5.35 - 5.7

## CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 16.13

UNI CEN ISO/TS 17892-1

PESO DI VOLUME kN/m<sup>3</sup>

UNI CEN ISO/TS 17892-2

PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m<sup>3</sup>

UNI CEN ISO/TS 17892-3

### VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m<sup>3</sup>

INDICE DEI VUOTI

POROSITA'

GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. S. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 29/11/12-30/11/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manelli



# Laboratorio SIGMA S.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2325/G del 07/12/12

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI

IMPRESA: Songeo Srl

CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

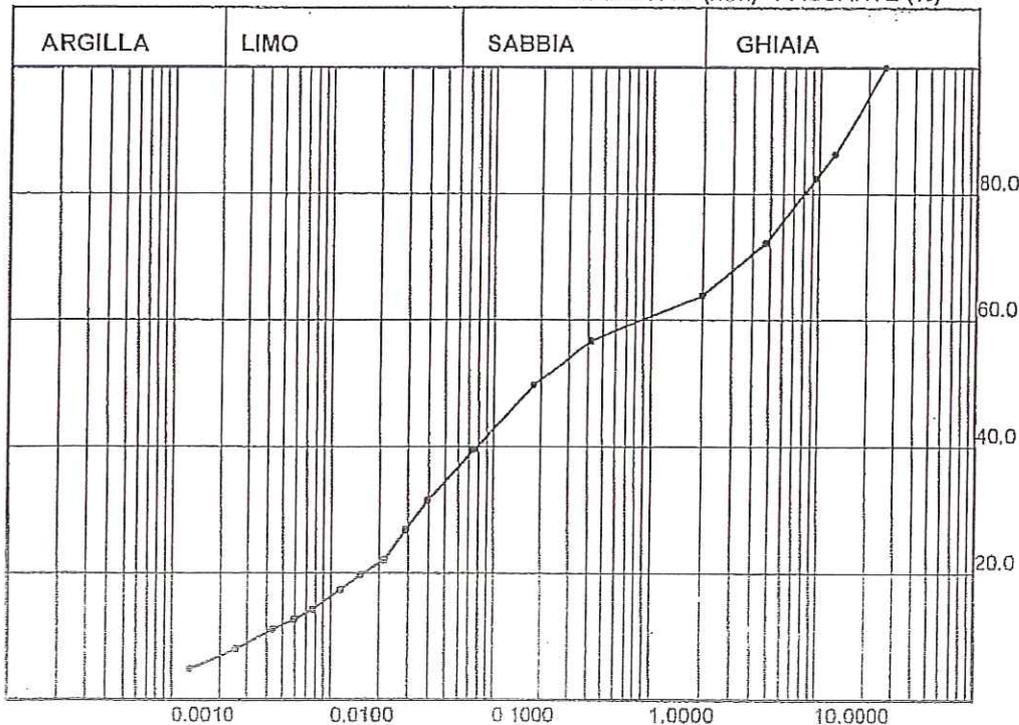
Verbale di accettazione: 346/3118

SOND.: 3 CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 5.35 - 5.70

## ANALISI GRANULOMETRICA RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

DIAMETRO (mm) - PASSANTE (%)



### ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 500.00

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
25.400	0.00	100.00
12.500	68.59	86.28
9.500	19.66	82.35
4.750	51.05	72.14
2.000	41.72	63.80
0.420	35.67	56.66
0.180	34.89	49.68
0.075	51.26	39.43

### ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 40.00

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0395	1.024	31.47
0.0291	1.021	26.77
0.0214	1.018	22.08
0.0154	1.016	19.73
0.0115	1.015	17.38
0.0077	1.013	14.25
0.0059	1.012	12.68
0.0043	1.011	11.12
0.0025	1.009	7.98
0.0013	1.007	4.85

GHIAIA, %= 36.20  
SABBIA, %= 27.73  
LIMO, %= 29.45  
ARGILLA, %= 6.62

Tipo di campione: Q3

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. S. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 04/12/12-06/12/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Martelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2326/G del 07/12/12

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI

IMPRESA: Songeo Srl

CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118

SOND.: 3 CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 5.35 - 5.70

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

### Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00

altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	16.13	16.27	16.28
grado di saturazione, %	-	-	-
peso di volume, kN/m <sup>3</sup>	16.76	16.65	15.97
densità secca, kN/m <sup>3</sup>	14.43	14.32	13.73
Peso specifico dei grani, t/m <sup>3</sup>	-	-	-
Indice dei vuoti, -	-	-	-

### PRESSIONI VERTICALI

kPa

98.07

196.14

294.21

### RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

63.07

116.52

180.83

### RESISTENZA RESIDUA

kPa

-

-

-

### PARAMETRI A ROTTURA

#### RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

63.07

116.52

180.83

#### DEF. ORIZZONTALE

mm

5.48

5.63

5.57

#### DEF. VERTICALE

mm/100

-44.70

-58.10

-47.80

Velocità di taglio= 0.0066 mm/minuto

NOTA: Prova eseguita su materiale passante al setaccio 2mm UNI

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/2

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 30/11/12-05/12/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Mariuelli



**Laboratorio SIGMA S.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

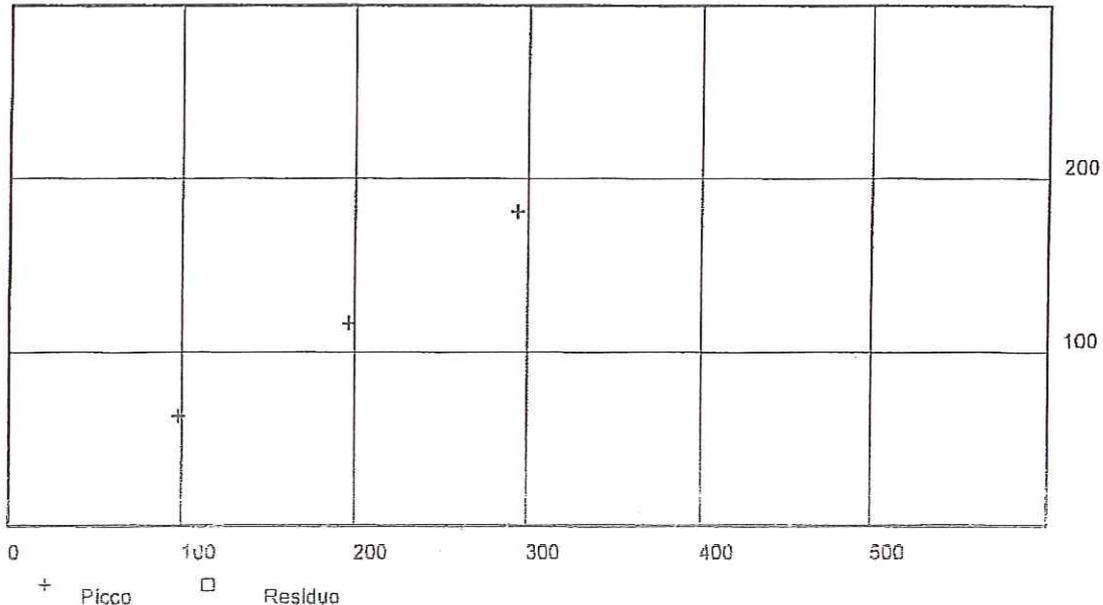
Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2326/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

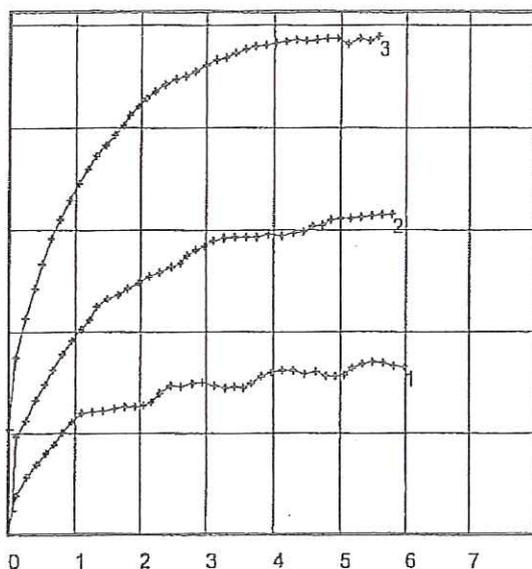
Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 3 CAMP.: 1  
PROFONDITA', m: 5.35 - 5.70

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI GEN ISO/TS 17892-10

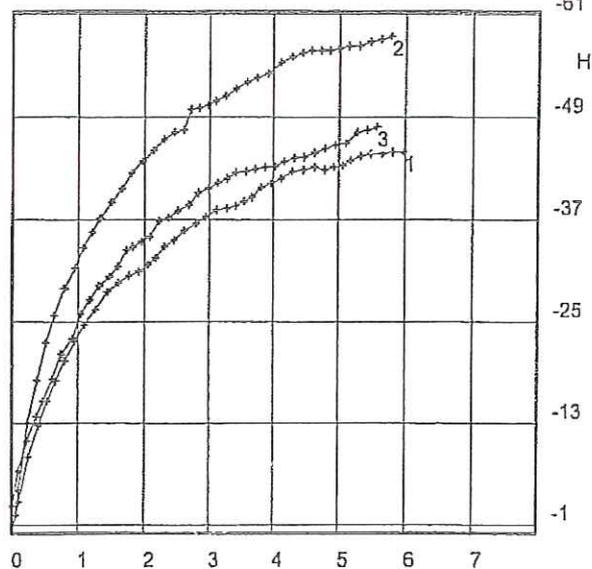
Sforzo di taglio, (kPa)-Pressione verticale (kPa)



SFORZO DI TAGLIO (kPa)



DEFORMAZIONI VERTICALI, mm/100



Deformazione orizzontale (mm)

NOTA: Prova eseguita su materiale passante al setaccio 2mm UNI

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/2  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 30/11/12-05/12/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manfell



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2327/G del 07/12/12

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI

IMPRESA: Songeo Srl

CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livì - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118

SOND.: 3 CAMP.: SH1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.3

## CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 21.26

UNI CEN ISO/TS 17892-1

PESO DI VOLUME kN/m<sup>3</sup> = 19.52

UNI CEN ISO/TS 17892-2

PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m<sup>3</sup>

UNI CEN ISO/TS 17892-3

### VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m<sup>3</sup> = 16.10

INDICE DEI VUOTI

POROSITA'

GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 28/11/12-29/11/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Nannelli



# Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

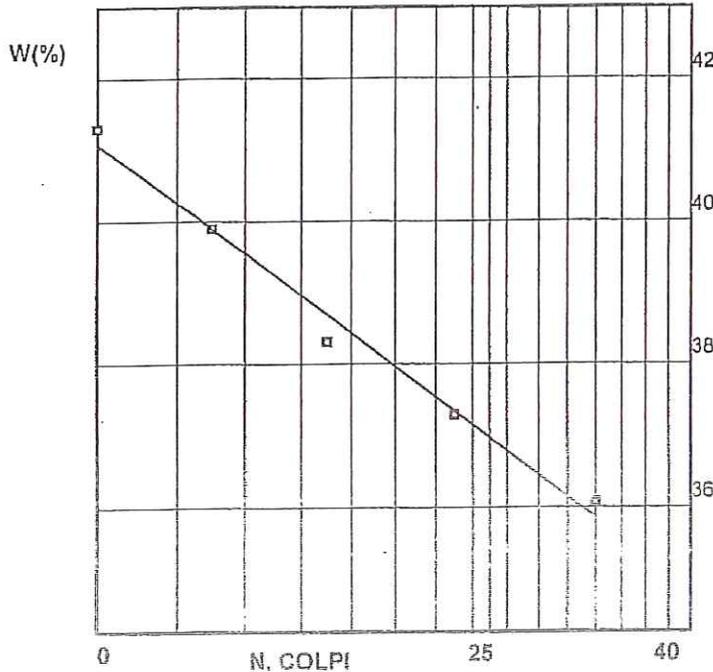
Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2328/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

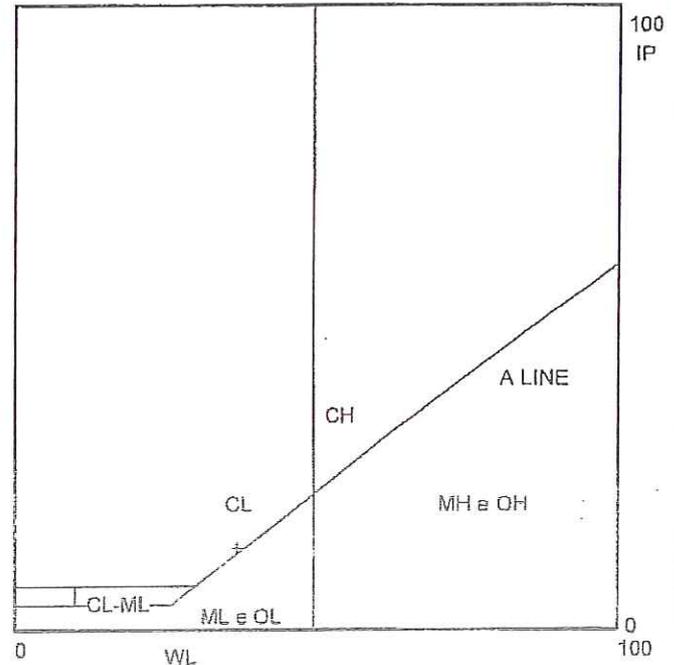
Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 3 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.3

## PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 21.26  
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 37  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 24  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 13

INDICE DI CONSISTENZA= 1.21

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME  $\text{kN/m}^3$ = 19.52  
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= -

ATTIVITA'=-

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1  
Lo sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 29/11/12-30/11/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Mantuelli



# Laboratorio SIGMA S.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2329/G del 07/12/12

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO GECCARINI

IMPRESA: Songeo Srl

CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118

SOND.: 3 CAMP.: SH1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.3

## PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

### CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

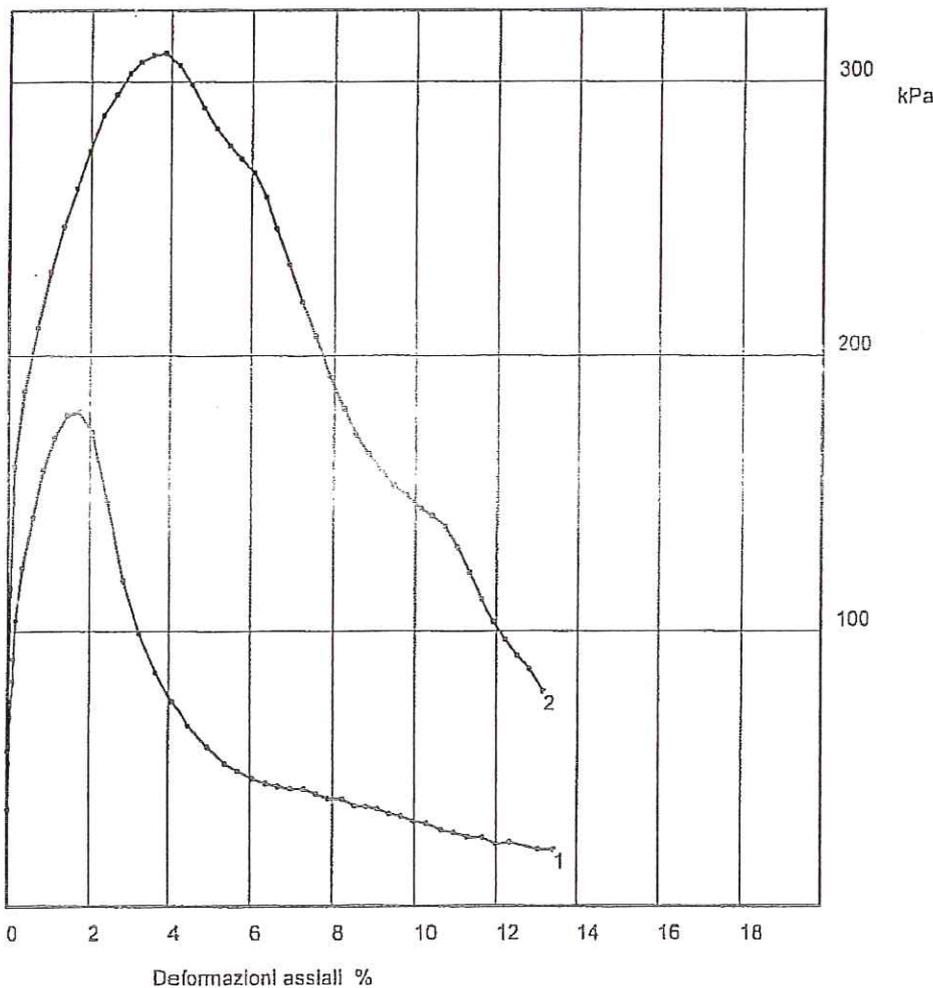
Diametro: 3.80 cm

Altezza: 7.60 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 21.18 %

Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 19.47 kN/m<sup>3</sup>

Deformazione assiale %-pressione kPa



Pressione a rottura kPa=  
Deformazione a rottura %=-

Provino n. = 1

179.38

1.72

Provino n. = 2

310.21

3.88

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5

Angolo di rottura (°)= 45

Condizioni del campione: Q1

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. S. Gambetta-Vianna

Data esecuzione prove: 28/11/12-29/11/12

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. A. Manfelloni



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2330/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito, angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5    CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

### CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA %	= 23.15
UNI CEN ISO/TS 17892-1	
PESO DI VOLUME kN/m <sup>3</sup>	= 20.16
UNI CEN ISO/TS 17892-2	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m <sup>3</sup>	= 2.72
UNI CEN ISO/TS 17892-3	
VALORI DERIVATI	
DENSITA' SECCA kN/m <sup>3</sup>	= 16.37
INDICE DEI VUOTI	= 0.630
POROSITA'	= 0.387
GRADO DI SATURAZIONE %	= 99.99

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta - *Wanna*

Data esecuzione prove: 27/11/12-28/11/12

Il Direttore del laboratorio  
*Ing. A. Manuelli*



# Laboratorio SIGMA S.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

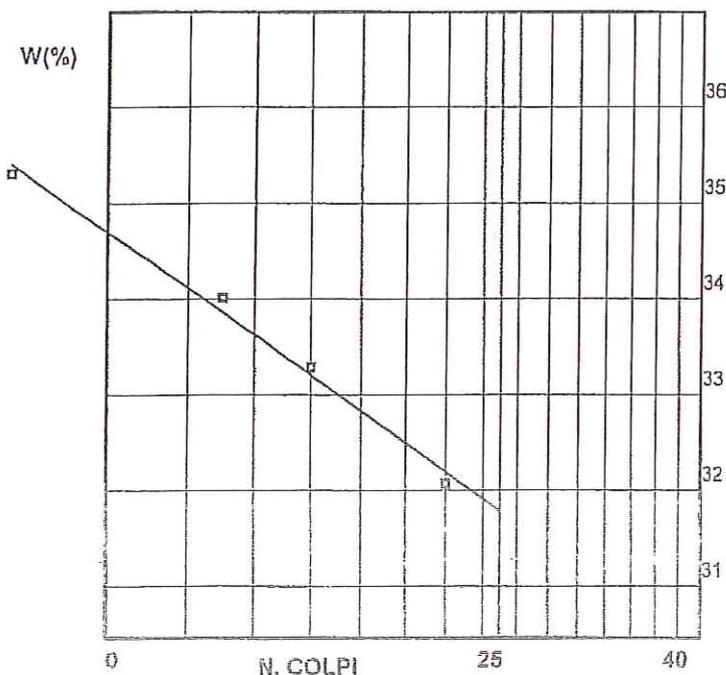
Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2331/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

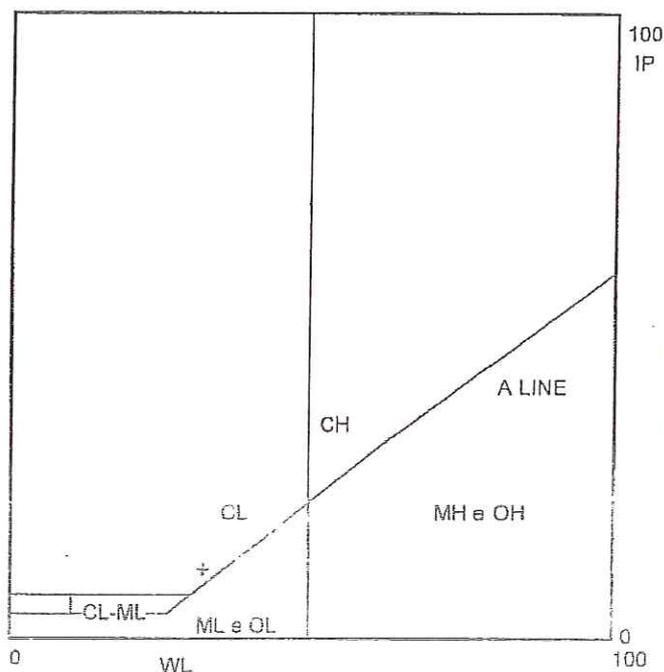
Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

## PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 23.15  
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 32  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 21  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 11

INDICE DI CONSISTENZA= 0.80

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME  $kN/m^3 = 20.16$   
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= -

ATTIVITA' = -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

### CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	-
40	0.420	
200	0.074	

LIMITE DI RITIRO %= -  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-29/11/12

il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli



**Laboratorio SIGMA S.R.L.** – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2336/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

## PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

### Caratteristiche del campione

diametro, cm= 5.05  
altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	24.41	19.40
grado di saturazione, %	97.48	-
peso di volume, kN/m <sup>3</sup>	19.73	0.00
densità secca, kN/m <sup>3</sup>	15.86	0.00
Peso specifico dei granl, t/m <sup>3</sup>	2.72	2.72
Indice dei vuoti, -	0.68	-

Pressioni Kpa	Cedimenti mm	H/H %	Indice Vuoti -	Mod. Edom. KPa
12.50	0.146	0.73	0.669	-
25.00	0.287	1.44	0.657	1753.86
49.00	0.549	2.74	0.635	1793.77
98.00	0.872	4.36	0.608	2926.27
196.00	1.261	6.30	0.575	4769.88
392.00	1.754	8.77	0.534	7351.99
785.00	2.289	11.45	0.489	13206.64
1569.00	2.958	14.79	0.433	20363.49
392.00	2.821	14.11	0.444	-
98.00	2.660	13.30	0.458	-
25.00	2.514	12.57	0.470	-
12.50	2.474	12.37	0.473	-

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/4  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-07/12/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Maruffi



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

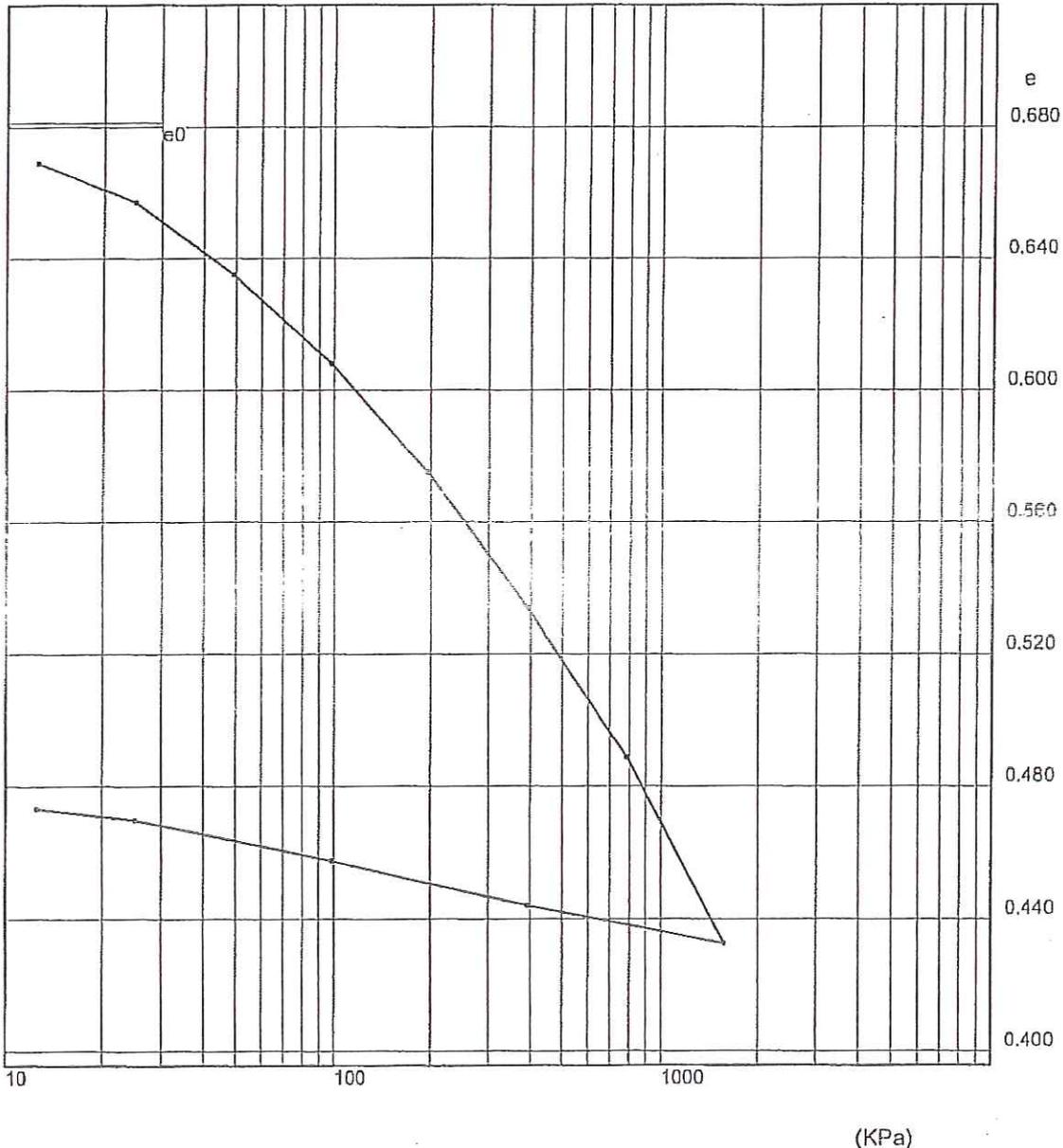
Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2336/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

### PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Log pressione, kPa - Indice dei vuoti



NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/4  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-07/12/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli



**Laboratorio SIGMA S.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

N. di certificato: 2336/G del 07/12/12

COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI

IMPRESA: Songeo Srl

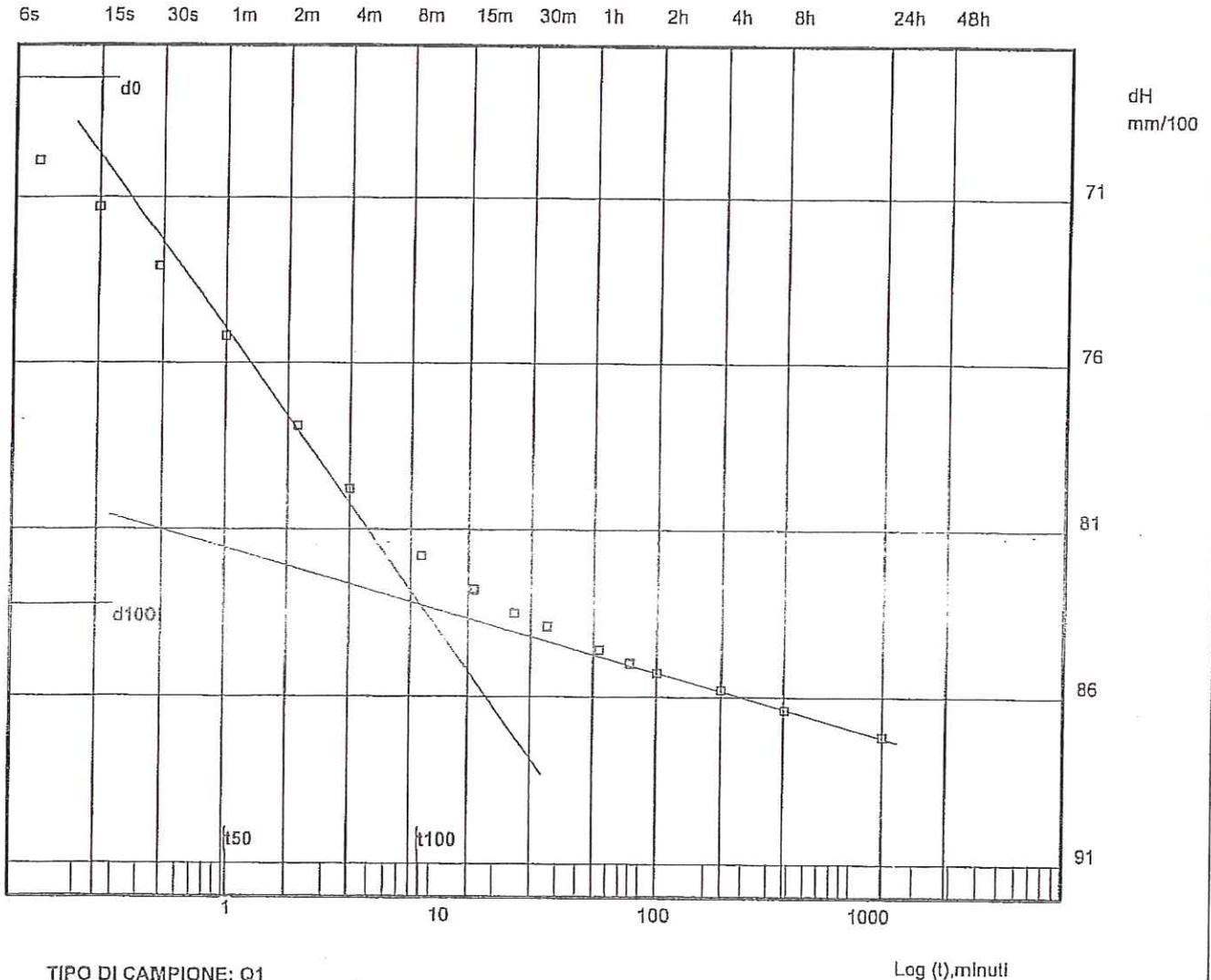
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato..

Verbale di accettazione: 346/3118

SOND.: 5 CAMP.: SH1

PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

### PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI-CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1

PRESSIONE da 49.00 kPa a 98.00 kPa

t50= 63 sec

Cv= 2.91E-03 cm<sup>2</sup>/sec

k= 9.67E-08 cm/sec

Log (t),minuti

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 3/4

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-07/12/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Maruelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMP. BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520

www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it

C.G.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Parl. I.V.A. 00667530489



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001-art.59)

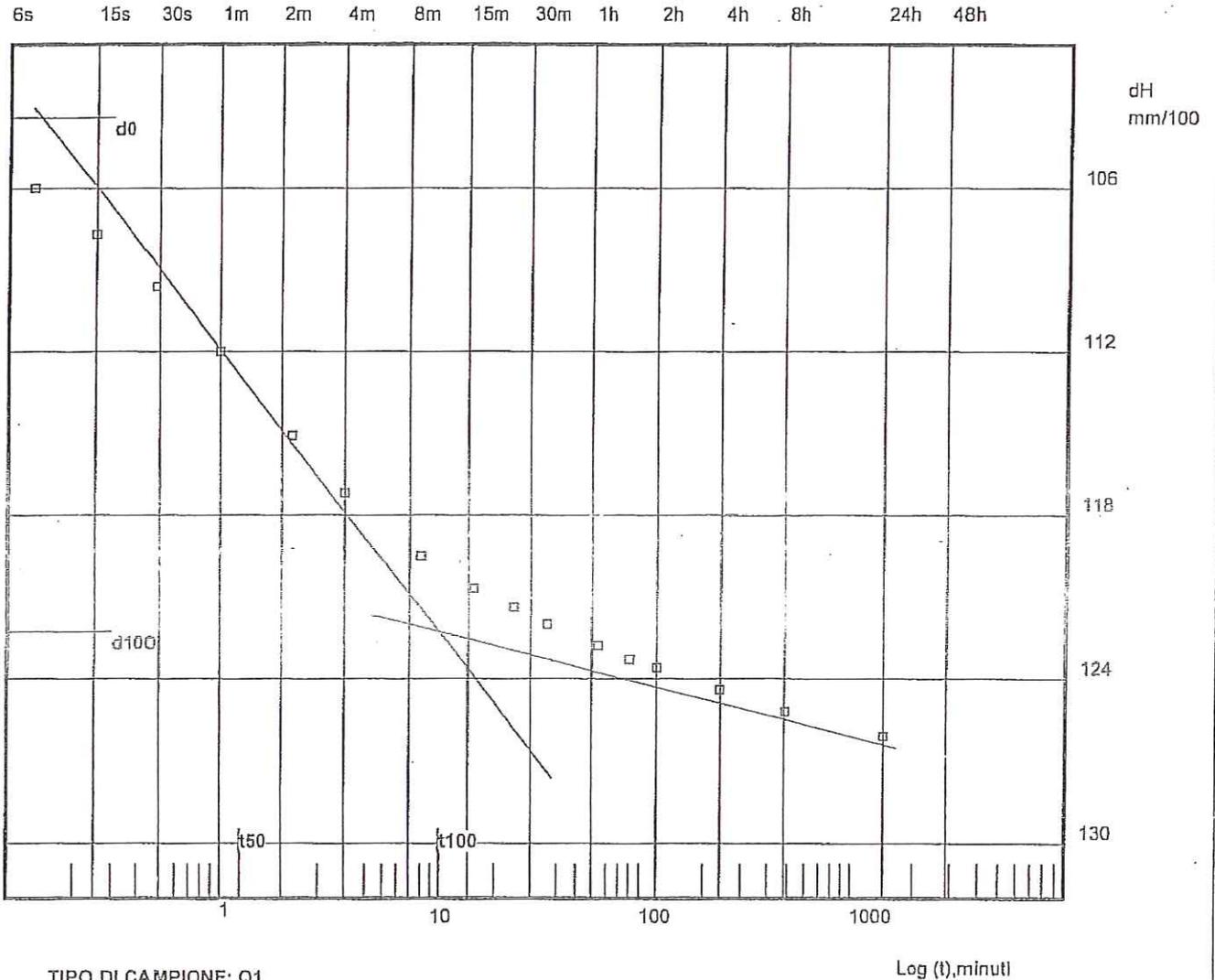
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2336/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Liyi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

### PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI GEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1  
PRESSIONE da 98.00 kPa a 196.00 kPa  
t50= 75 sec  
Cv= 2.33E-03 cm<sup>2</sup>/sec  
k= 4.74E-08 cm/sec

Log (t),minuti

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 4/4  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-07/12/12  
Il Direttore del Laboratorio  
Ing. A. Manuelli



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2332/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI GEN ISO/TS 17892-10**

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00  
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	27.17	25.74	25.11
grado di saturazione, %	96.50	90.98	89.31
peso di volume, kN/m <sup>3</sup>	19.20	18.95	18.90
densità secca, kN/m <sup>3</sup>	15.10	15.07	15.11
Peso specifico dei grani, t/m <sup>3</sup>	2.72	2.72	2.72
Indice dei vuoti, -	0.77	0.77	0.77

PRESSIONI VERTICALI

kPa

98.07  
196.14  
294.21

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

66.13  
120.82  
182.78

RESISTENZA RESIDUA

kPa

-  
-  
-

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

66.13  
120.82  
182.78

DEF. ORIZZONTALE

mm

5.63  
5.29  
5.39

DEF. VERTICALE

mm/100

-29.90  
-21.50  
-47.10

Velocità di taglio= 0.0029 mm/minuto

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L.:

Pagina: 1/2

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gamba Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-03/12/12

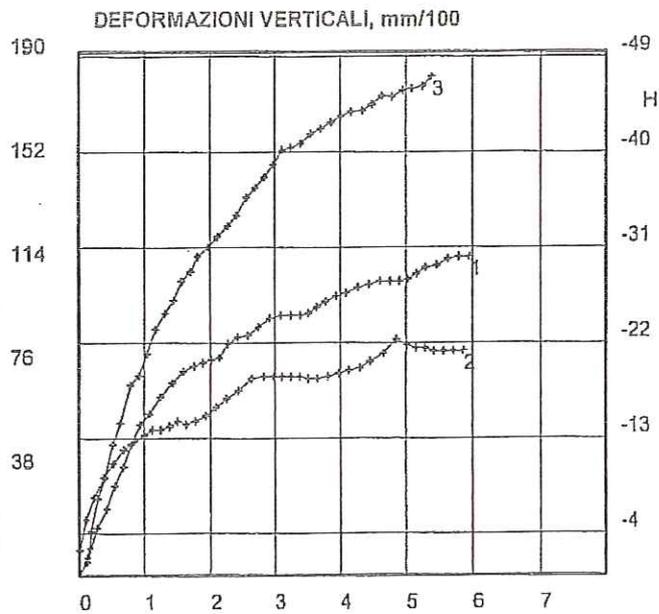
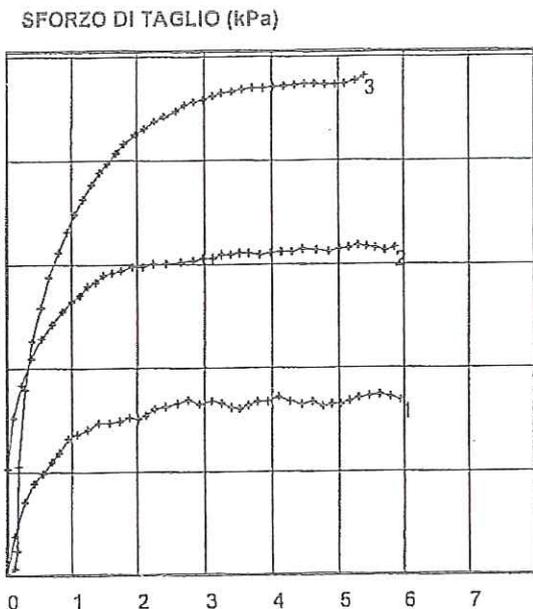
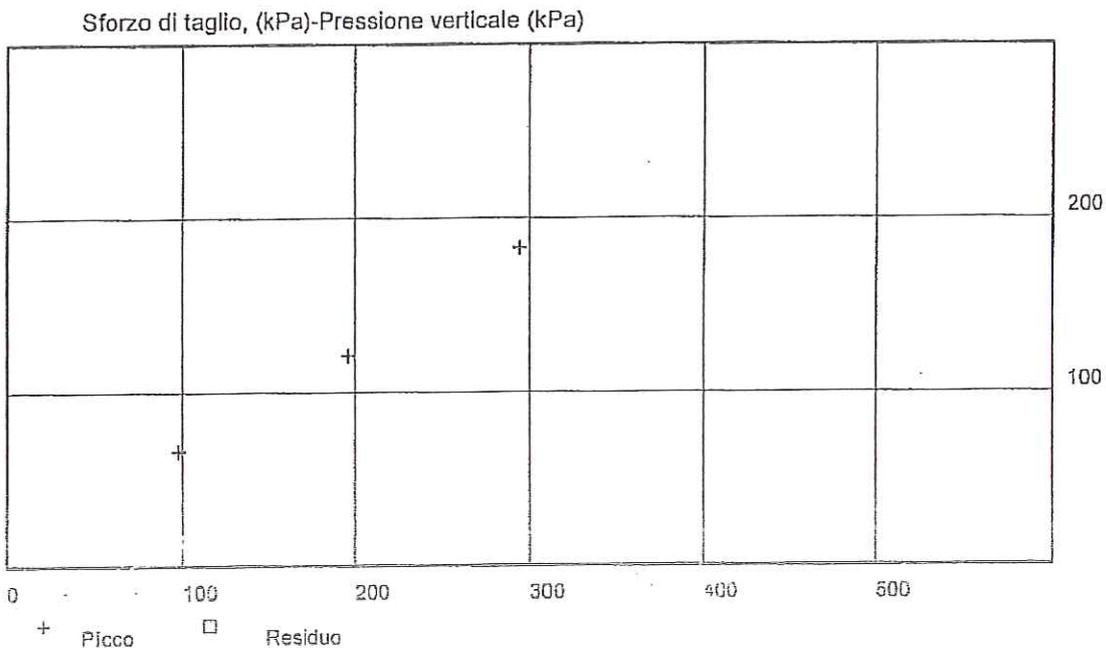
Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli



N. di certificato: 2332/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10**



Deformazione orizzontale (mm)

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/2  
Lo Spedimentatore  
Geo. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-03/12/12  
Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli



**Laboratorio SIGMA S.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2333/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livì - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 5 CAMP.: SH1  
PROFONDITA', m: 4.0 - 4.6

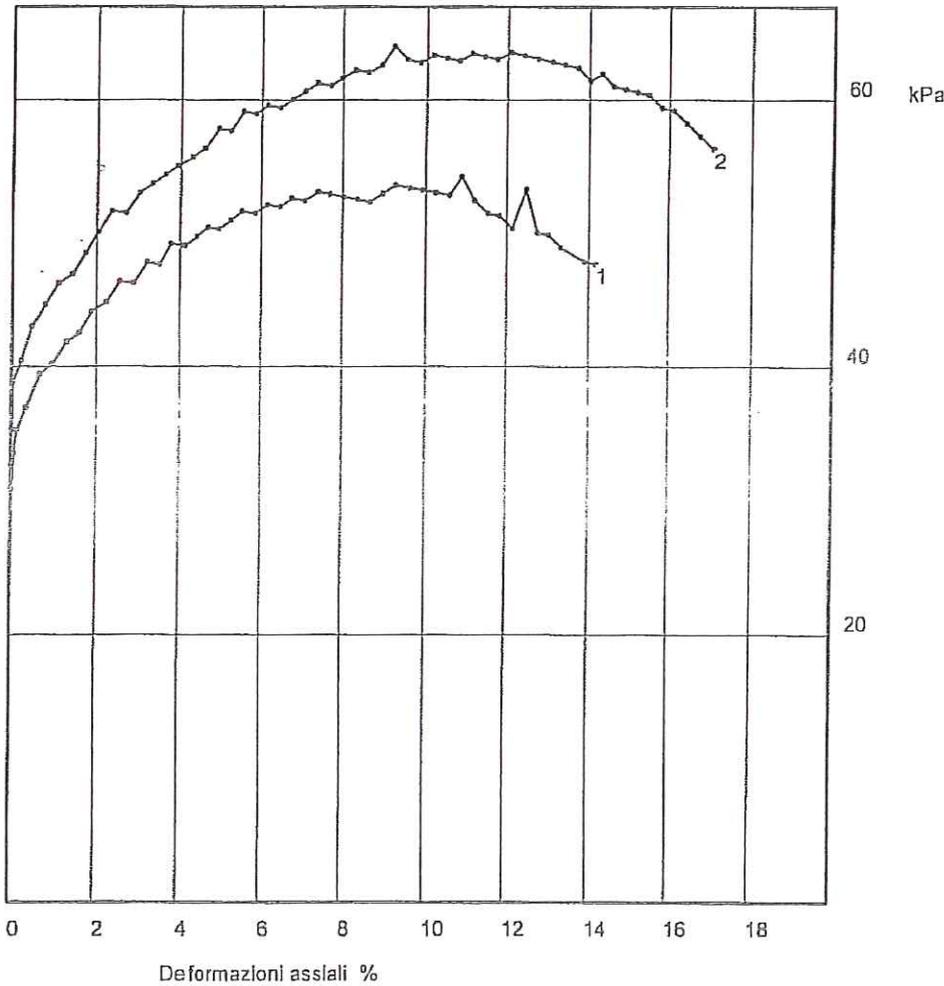
## PROVA DI COMPRESIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

### CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Diametro: 3.80 cm  
Altezza: 7.60 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 22.65 %  
Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 19.21 kN/m<sup>3</sup>

Deformazione assiale %-pressione kPa



	Provino n. = 1	Provino n. = 2
Pressione a rottura kPa=	54.22	64.03
Deformazione a rottura %=	10.89	9.23

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5  
Angolo di rottura (°)= 45  
Condizioni del campione: Q1

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-28/11/12  
Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manuelli



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed Indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2334/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 6 CAMP.: 1  
PROFONDITA', m: 3.7 - 4.2

## CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA % = 21.16

UNI CEN ISO/TS 17892-1

PESO DI VOLUME kN/m<sup>3</sup>

UNI CEN ISO/TS 17892-2

PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m<sup>3</sup>

UNI CEN ISO/TS 17892-3

### VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m<sup>3</sup>

INDICE DEI VUOTI

POROSITA'

GRADO DI SATURAZIONE %

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-28/11/12

Il Direttore del laboratorio  
Ing. A. Manfelloni



**Laboratorio SIGMA s.r.l.** - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

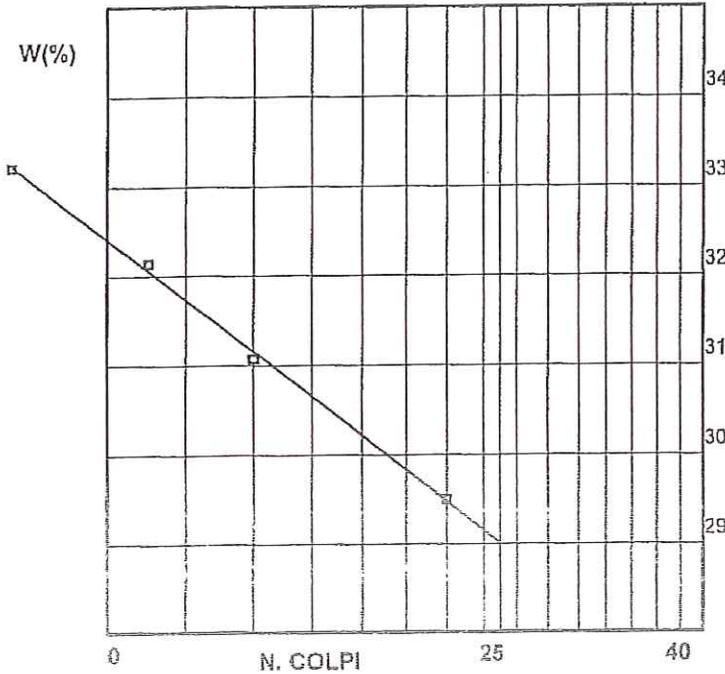
Sistema Gestione Qualità  
Certificato RINA  
ISO 9001:2008

N. di certificato: 2335/G del 07/12/12  
COMMITTENTE: GEOL. FRANCO CECCARINI  
IMPRESA: Songeo Srl  
CANTIERE: Via del Romito angolo via Carlo Livi - Prato.

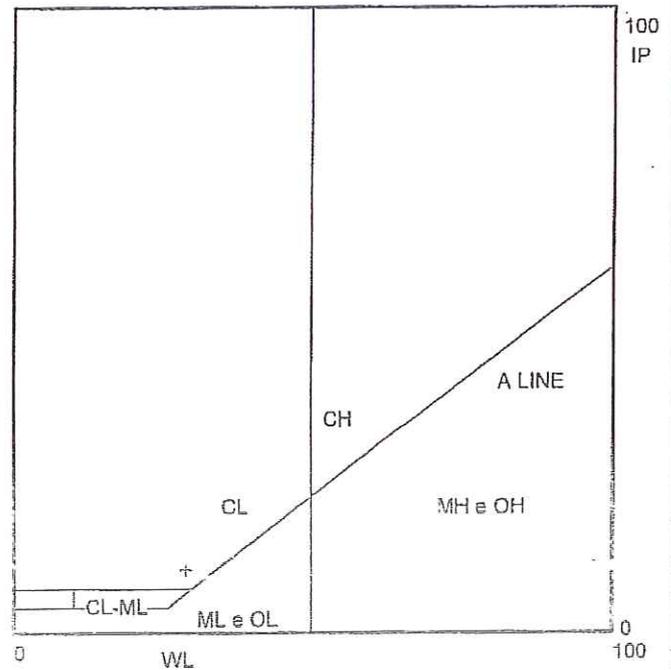
Verbale di accettazione: 346/3118  
SOND.: 6 CAMP.: 1  
PROFONDITA', m: 3.7 - 4.2

**PROVE DI CLASSIFICAZIONE**

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= 21.16  
UNI CEN ISO/TS 17892-1

LIMITE LIQUIDO %= 29  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

LIMITE PLASTICO %= 19  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

INDICE PLASTICO %= 10

INDICE DI CONSISTENZA= 0.78

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/m<sup>3</sup>= 0.00  
UNI CEN ISO/TS 17892-2

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :

CLASSIFICAZIONE USCS :

NOTA:

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	-
40	0.420	-
200	0.074	-

LIMITE DI RITIRO %= -  
UNI CEN ISO/TS 17892-12

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Q1

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1  
Lo Sperimentatore  
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 27/11/12-29/11/12

Il Direttore del laboratorio -  
Ing. A. Manuelli

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>pag. 2</b>
<b>2. PROPAGAZIONE DELLE ONDE NEL SOTTOSUOLO</b>	<b>pag. 3</b>
<b>3. METODOLOGIA DOWN HOLE</b>	<b>pag. 4</b>
<b>4.) STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</b>	<b>pag. 5</b>
<b>5.) INTERPRETAZIONE DEI DATI</b>	<b>pag. 6</b>
<b>6.) CONCLUSIONI</b>	<b>pag. 8</b>

## 1. INTRODUZIONE

In data 13 dicembre 2012, su commissione di Cap Casa, è stata effettuata un'indagine sismica a supporto del progetto di riconversione in edifici per civile abitazione dell'area fino ad oggi occupata da uffici e deposito automezzi per il trasporto pubblico ubicata in Prato, nell'isolato compreso tra Via del Romito, Via Pascoli e Via Livi..

Tale indagine è stata svolta mediante prova in foro di tipo down hole.

L'acquisizione dei dati è avvenuta mediante il sismografo DoReMi della Sara Electronics Instruments.

Il geofono utilizzato è una sonda da foro SS-BH equipaggiato con cinque sensori, uno verticale e quattro orizzontali.

Le energizzazioni sono avvenute mediante la battuta di una mazza da 10 kg su una piastra posata sul suolo (rilevamento in onde P) e sull'estremità di un asse appositamente caricata al fine di essere resa solidale con il suolo (rilevamento in onde S).

Per le analisi interpretative della prova di rifrazione è stato usato un apposito foglio di calcolo.

L'ubicazione dello stendimento è visibile dalla figura 1.

## 2. PROPAGAZIONE DELLE ONDE NEL SOTTOSUOLO

Le traiettorie secondo cui un treno d'onda si propaga in un sottosuolo con presenza di discontinuità, rispondono a tre principi fondamentali della fisica:

*Principio di Huygens:* le onde sismiche si propagano secondo fronti d'onda sferici a cui le loro traiettorie sono perpendicolari. Il fronte d'onda è il luogo dei punti raggiunti nel medesimo tempo dalla stessa fase e ogni punto del fronte è sorgente a sua volta di un fronte d'onda sferico.

*Legge di Snell:* le onde, incontrata un'interfaccia, rispondono alle leggi dell'ottica subendo riflessione e rifrazione.

*Principio di Fermat:* l'onda segue il percorso temporalmente più breve.

Generata un'onda in superficie (sorgente) si producono:

- onde dirette, che corrono all'interfaccia piano campagna – aria;
- onde riflesse
- onde rifratte

### 3. METODOLOGIA DOWN HOLE

La metodologia down hole si basa sul concetto della bi-rifrazione; data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo, giungeranno a tali geofoni onde riflesse ed onde coniche o bi-rifratte (head wave): le onde analizzate sono quelle birifratte, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di  $90^\circ$  propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte con lo stesso angolo di incidenza.

I contrasti di proprietà elastiche possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche; il modello interpretativo del mezzo investigato è di tipo elastico, omogeneo, continuo ed isotropo.

La metodologia down hole prevede la collocazione della sorgente in superficie e la misura della velocità delle onde P e SH mediante sonda posta in un foro di sondaggio.

La sonda utilizzata per le misure contiene 5 geofoni, uno verticale e 4 orizzontali, posti a  $90^\circ$  tra loro; tali quattro geofoni orizzontali garantiscono che almeno uno sia sempre rivolto in maniera congrua alla battuta di superficie e che si possa scegliere il sismogramma migliore rispetto all'eventuale rumore presente nell'area. La sonda viene fissata alle pareti del tubo in PVC all'interno del foro di sondaggio mediante un pistoncino meccanico; tale tubo viene precedentemente reso solidale alle pareti del foro mediante cementazione dello stesso.

La sorgente sismica è costituita da una massa battente che attiva la registrazione del sismografo mediante un meccanismo di accensione ubicato nel geofono trigger posto in adiacenza alla battuta. L'energizzazione delle onde P viene eseguita mediante la battuta di una mazza da 20 lb su di una piastra posta in prossimità della verticale dell'indagine; per le onde SH le battute con la mazza sono fatte sull'estremità di una trave adagiata sul terreno e caricata in maniera da renderla solidale con esso.

Mediante i geofoni posti nel foro sono misurati i tempi di arrivo delle onde P e SH; da questi viene poi ricavata la velocità delle onde P e SH stesse.

#### 4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le misure sono state effettuate mediante il sismografo DoReMi della Sara Electronic Instrument.

L'acquisizione è stata effettuata con le seguenti impostazioni di campionamento:

- lunghezza 0,15 s
- Frequenza 20000 Hz
- Periodo 50 uS

Per l'energizzazione del terreno è stata utilizzata la sopra detta mazza da 20 lb con una sorgente sismica posta a 3,00 m per le onde SH e 3 m per le onde P; per ogni acquisizione sono state utilizzate più battute in maniera tale da avere dati ridondanti in favore della precisione del risultato.

I dati sono stati interpretati mediante il software DoReMi della Sara Electronic Instrument e elaborati attraverso un foglio di calcolo per la restituzione delle velocità.

## 5. INTERPRETAZIONE DEI DATI

La prova down hole è stata effettuata mediante n. 17 acquisizioni per le onde P e per le onde SH; le battute sono state fatte ogni 2 metri per un totale di 34 m di profondità indagati.

Durante la fase di elaborazione sono state scelte le migliori tracce registrate alle varie profondità, ed elaborate tra di loro al fine di effettuare il "picking", ovvero definire in maniera più precisa possibile il primo arrivo sia in onde P sia in onde SH.

Successivamente i tempi di arrivo sono stati corretti in funzione della geometria del sistema attraverso la seguente relazione:

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

con:

- $t^*$  = tempo corretto
- $t$  = tempo misurato con le registrazioni
- $z$  = profondità geofono
- $d$  = distanza effettiva sorgente-geofono
- $R$  = distanza superficiale tra sorgente e boccaforo

I tempi misurati e corretti sono visibili in Appendice.

Attraverso lo studio dei primi arrivi è stato possibile ricostruire, mediante un foglio di calcolo, le velocità dei singoli intervalli spaziali indagati, sia per le onde P che per le onde SH come visibile dalle figure riportate in Appendice.

Si perviene alla seguente ricostruzione sismo-stratigrafica:

*Primo sismostrato*

Da p.c. a -4 m da p.c.:

$V_s = 213 \div 300$  m/s

$V_p = 607-662$  m/s

Corrisponde al livello superficiale di materiali fini limosi

*Secondo sismostrato*

Da -4 m a -8 m da p.c.:

$$V_s = 345 \div 383 \text{ m/s}$$

$$V_p = 600 \div 625 \text{ m/s}$$

Corrisponde alla parte più superficiale dei terreni ghiaiosi, con ghiaia più piccola ed alterata e maggior contenuto di matrice fine.

*Terzo sismostrato*

Da -8 a -14 m da p.c.:

$$V_s = 450 \text{ m/s}$$

$$V_p = 830 \div 1050 \text{ m/s}$$

Corrisponde alle ghiaie in crescente stato di addensamento.

*Quarto sismostrato*

Da -14 a -36 m da p.c.:

$$V_s = 500 \div 690 \text{ m/s}$$

$$V_p = 1200 \div 1800 \text{ m/s}$$

Corrisponde alle ghiaie con il più elevato stato di addensamento.

Il valore registrato per le onde P a partire da -17 m dal p.c. può dipendere anche dalla presenza di acqua nel suolo.

..

## 6. CONCLUSIONI

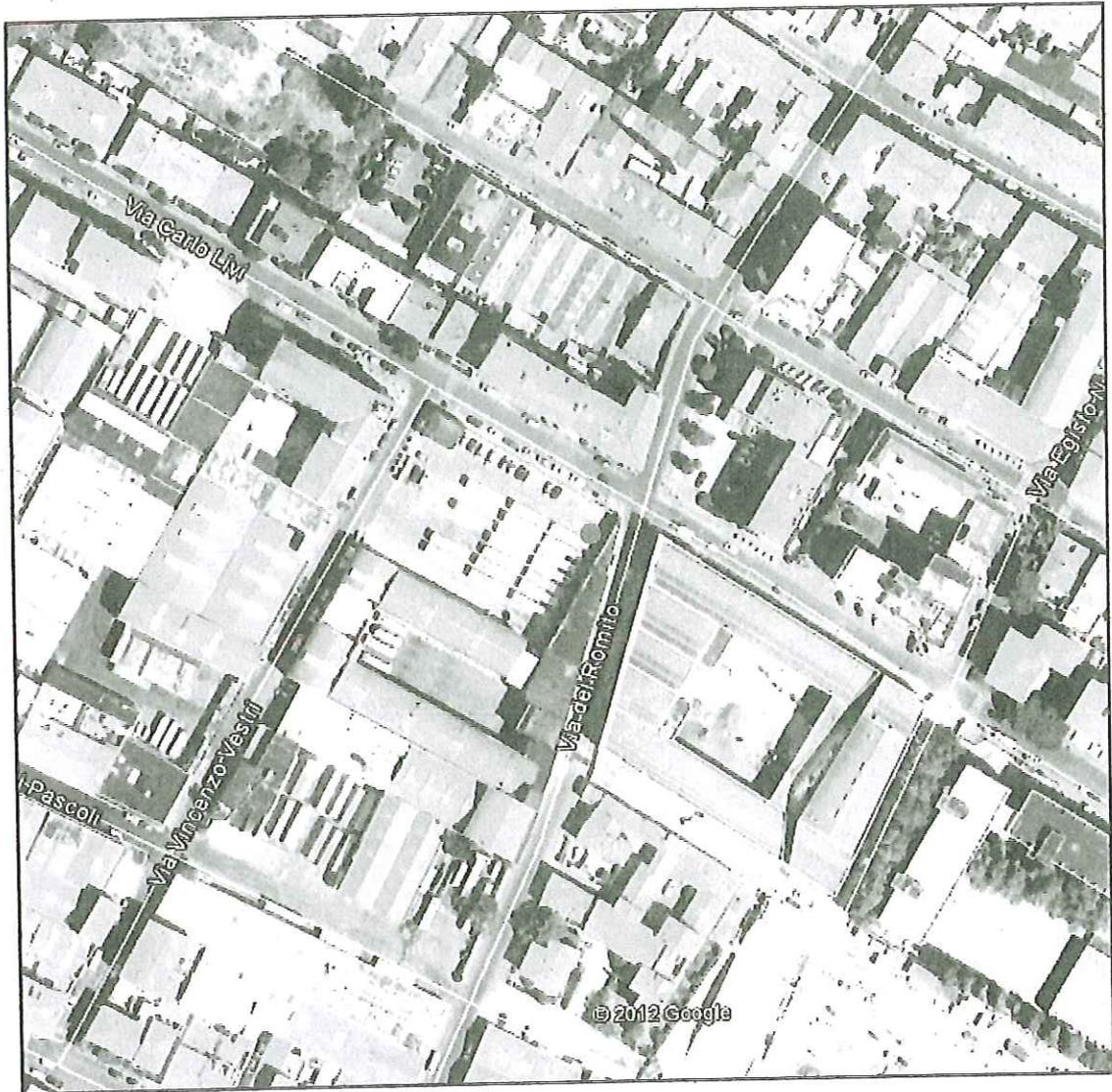
Il modello ricostruito mediante metodologia down hole, confermato sia in onde P sia in onde SH e anche dalla ricostruzione stratigrafica effettuata mediante sondaggio, ha consentito la ricostruzione di una stratigrafia verticale basata sul valore delle onde di volume ( $V_s$ ), e di conseguenza la determinazione del valore  $V_{s30}$ , il cui calcolo è visibile negli allegati.

Si riportano due diverse tabelle di calcolo: la prima per la porzione edificio che sarà dotata di un livello interrato (profondità di posa pari a circa -4 m dal p.c.) e la seconda per la parte di edificio che rimarrà priva di piano interrato (profondità di posa cautelativamente ipotizzata pari a -1 m dal p.c.) La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s30}$  risulta rispettivamente pari a 509 e 568 m/sec, con differenza quindi piuttosto limitata.

In riferimento al D.M. 14/01/2008 punto 3.2, il sito in oggetto ricade quindi in ogni caso in **categoria di sottosuolo B**, ovvero *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

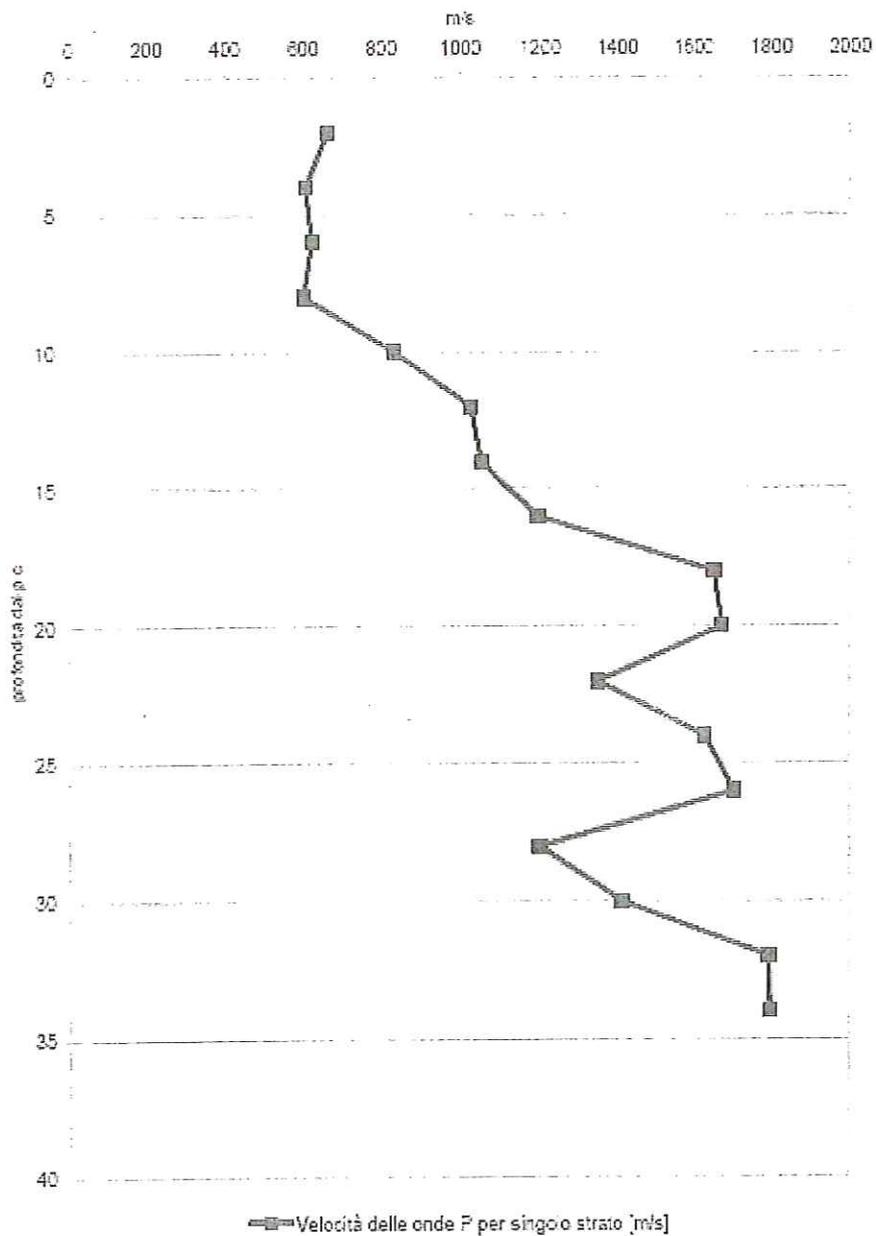
Prato, 23 dicembre 2012

### 1. Ubicazione del punto di prova

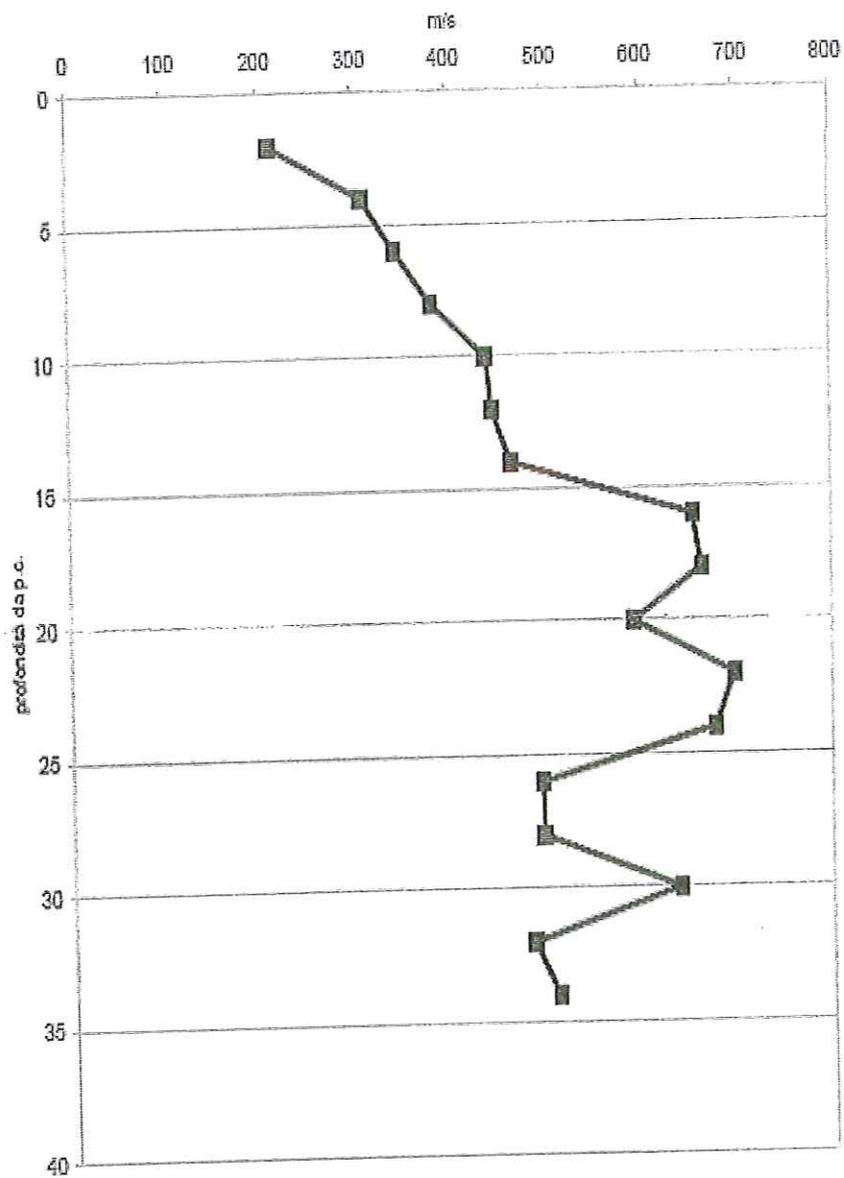


In rosso l'ubicazione della prova down hole

Velocità delle onde P



Velocità delle onde Vs



—■— Velocità delle onde S per singolo strato [m/s]

**CALCOLO Vs30**

Da -4 a -34

Hi [m]	Vsi [m/s]	Hi/Vsi
2	345	0,00581
2	383	0,00523
2	440	0,00454
2	447	0,00448
2	466	0,00429
2	654	0,00306
2	663	0,00302
2	591	0,00338
2	697	0,00287
2	677	0,00295
2	495	0,00404
2	496	0,00403
2	639	0,00313
2	485	0,00412
2	510	0,00392

Sommatoria	30	0,05887
------------	----	---------

**Vs30 509,6 m/s**

Da -1 a -31

Hi [m]	Vsi [m/s]	Hi/Vsi
1	213	0,00469
2	309	0,00647
2	345	0,00581
2	383	0,00523
2	440	0,00454
2	447	0,00448
2	466	0,00429
2	654	0,00306
2	663	0,00302
2	591	0,00338
2	697	0,00287
2	677	0,00295
2	495	0,00404
2	496	0,00403
2	639	0,00313
1	485	0,00206

Sommatoria	30	0,06405
------------	----	---------

<b>Vs30</b>	<b>468,4 m/s</b>
-------------	------------------