

**RELAZIONE GEOLOGICA CON VALUTAZIONI
SISMICHE IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE
PRELIMINARI INERENTE IL PROGETTO DI
AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA MATERNA DI
CALAMARI**

Committente

COMUNE DI PESCIA



Relatore : Dr. Franco Menetti

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO	pag. 3
3. SITUAZIONE IDRAULICA E IDROGEOLOGICA	pag. 4
4. PERICOLOSITA' DEL SITO E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO	pag. 5
5. INDAGINE GEOGNOSTICA	pag. 6
5.1 Sondaggio	pag. 7
5.2 Analisi di laboratorio	pag. 8
5.3 Indagine geofisica	pag. 9
5.4 Prove penetrometriche	pag. 11
6. RICOSTRUZIONE LITOLOGICA E LITOTECNICA	pag. 12
7. ASPETTI RELATIVI ALL'AZIONE SISMICA	pag. 14
7.1 Vita Nominale – Classe d'Uso – Periodo di Riferimento	pag. 14
7.2 Risposta sismica locale	pag. 15
7.3 Liquefazione	pag. 16
8. VALUTAZIONI GEOTECNICHE PRELIMINARI	pag. 17
9. CONCLUSIONI	pag. 19

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta a seguito dell'indagine geologica svolta in funzione del progetto di ampliamento della scuola materna situata nella frazione di Calamari.

Lo studio è stato condotto a norma del D.M. 14.1.2008 (NTC) con Circolare del 2.2.2009 (Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche), del DCRT n.36/17.7.2009 inerente le categorie di indagine, della D.G.R.T. n.878/2012 (classificazione sismica), nonché ai sensi dello strumento urbanistico comunale.

L'indagine è stata svolta allo scopo prevalente di :

- valutare la pericolosità del sito e la fattibilità dell'intervento;
- definire la situazione geomorfologica e idrogeologica;
- caratterizzare il sottosuolo dal punto di vista stratigrafico e litotecnico;
- valutare gli aspetti sismici;
- esaminare in via preliminare l'aspetto geotecnico.

Il progetto, elaborato dall'Ufficio Tecnico Comunale, riguarda la costruzione di un fabbricato di due piani fuori terra al posto di un capannone che verrà demolito. La pianta è assimilabile ad un rettangolo di area intorno a 200 mq, con loggiato circostante e corridoio coperto per l'accesso alla scuola esistente.

Trattandosi di un edificio sensibile, l'intervento rientra in 4^a classe di indagine, pur essendo nettamente inferiore a 6000 mc di volume.

La zona di intervento è ubicata nella corografia di Tavola 1, mentre l'ampliamento in progetto è evidenziato nella planimetria di Tavola 7, dove sono ubicate anche le indagini geognostiche svolte allo scopo.

2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'abitato di Calamari è situato nel fondovalle del torrente Pesca di Pesca, in sinistra idraulica, nella zona semipianeggiante compresa tra l'alveo fluviale ed il piede del versante esposto ad ovest del Monte Paretaio, facente parte del preappennino pesciatino.

Il terreno è posto ad una quota di circa 180 m s.l.m., assai più rilevata (circa 8-9 m) rispetto all'alveo del Pesca di Pesca; la morfologia è blandamente inclinata verso sud-ovest.

Nella sponda fluviale, in parte sorretta da vecchie opere di contenimento, sono assenti fenomeni geomorfologici di rilievo, in quanto il corso d'acqua scorre rettilineo con alveo incassato nel substrato roccioso.

Al confine occidentale della parte più a nord del capannone da abbattere scorre un antico gorile, ora in disuso, ad una quota di circa 2,0-2,5 m inferiore.

Dal punto di vista geologico si osserva che in loco i rilievi preappenninici sono rialzati in monoclinali con asse nord-sud, e con immersione degli strati verso ovest. I corsi d'acqua si impostano prevalentemente su lineazioni appenniniche oppure con asse parallelo alle monoclinali.

Il substrato lapideo della vallata del Pesca di Pesca è costituito dalle rocce appartenenti alla formazione oligocenica del Macigno (Serie Toscana). Si tratta di una turbidite arenacea con matrice terrigena composta da strati alternati ritmicamente di arenaria, siltiti e livelletti argillitici.

La roccia è visibile nell'alveo del Pesca in particolare nella ripida pendice del versante opposto; Si tratta di bancate arenacee localmente fratturate, raramente con livelli fini.

La formazione è sormontata dai depositi alluvionali terrazzati che costituiscono l'ampio ripiano di fondovalle. L'attuale fase erosiva del corso d'acqua conseguente al periodo di

ringiovanimento dei rilievi, ha prodotto nel tempo l'abbassamento dell'alveo, ed il progressivo incassamento del torrente entro la coltre di sedimenti, che si trovano così rilevati rispetto all'alveo.

I depositi alluvionali sono osservabili nelle incisioni del corso d'acqua : si tratta di sedimenti di alta energia, in quanto la pendenza del torrente è piuttosto accentuata. Nella zona prevalgono ghiaia, ciottoli e massi anche di grandi dimensioni, in scarsa matrice sabbiosa.

In Tavola 2 è riportata la carta geologica e geomorfologica estratta dagli elaborati del P.S., dove si nota che il terreno in esame rientra nell'ambito della formazione dei depositi alluvionali terrazzati.

3. SITUAZIONE IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

La rete scolante è rappresentata dal Torrente Pesca di Pesca, scorrente verso sud in direzione del Padule di Fucecchio, ed appartenente quindi al bacino del Fiume Arno.

La pendenza è consistente, tale da provocare un regime ed un aspetto prettamente torrentizio. L'andamento naturale del corso d'acqua è quasi rettilineo, in quanto influenzato dal substrato roccioso; mancano pertanto le curve tipiche delle zone a minore pendenza.

La rete minore è rappresentata da vari fossi che provengono dal versante del monte Paretaio, il più prossimo situato al centro della frazione, spostato circa 80 m a nord dell'area di intervento.

Nella frazione non si hanno notizie storiche di allagamenti, anche perchè il terrazzo fluviale su cui è posto l'abitato rimane ad una quota molto sopraelevata all'alveo del Pesca.

Per quanto concerne l'aspetto idrogeologico si rileva che per la posizione di fondovalle è attiva una circolazione freatica all'interno dei depositi alluvionali altamente permeabili.

Per l'afflusso da parte del corso principale e dagli impluvi minori provenienti da est è nota la presenza di acqua a scarsa profondità.

A conferma di quanto sopra è stato possibile misurare il livello freatico della falda alla profondità di 3,0 m nel piezometro inserito inizialmente nel foro del sondaggio, successivamente approfondito per inserire il tubo per la prospezione sismica D.H.

4. PERICOLOSITA' DEL SITO E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

- La zona di intervento ricade nelle seguenti classi di pericolosità secondo i vari aspetti trattati nel P.S. (vedi stralci delle carte riportati nelle Tavole 3, 4 e 5 allegate) : Pericolosità Geomorfologica bassa (**classe G.1**); Pericolosità Idraulica media (**classe I.2**); Pericolosità Sismica locale media (**S.2**), in quanto individuata nelle zone con depositi alluvionali granulari e/o sciolti suscettibili di amplificazioni stratigrafiche.
- In merito alle classificazioni operate dall'Autorità di Bacino dell'Arno, in cui il territorio ricade, si rileva che nel Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) la zona di intervento è considerata a moderato rischio geomorfologico **P.F.1** ed in parte a moderato rischio idraulico **P.I.1** (vedi stralci in Tavola 6).
Per quanto riguarda il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (**PGRA**) la zona risulta inserita nelle aree classificate a pericolosità bassa (**P1**).
- Ai fini della Norma 13 del D.P.C.M. 5/11/99 relativa alla "Salvaguardia dei suoli e del reticolo idraulico minore", il progetto non comporterà variazioni morfologiche, né saranno realizzate modifiche della rete dei fossi esistenti o delle superfici impermeabili, per cui l'intervento non è sottoposto a pratiche autorizzative.

- Il sito in esame risulta compreso nell'area sottoposta al Vincolo Idrogeologico, per cui l'intervento necessita di autorizzazione.
- In assenza di appositi studi e cartografie si indicano di seguito le classi di fattibilità ritenute idonee per l'opera in progetto :
 - fattibilità geomorfologica con normali vincoli (**classe 2**);
 - fattibilità idraulica senza particolari limitazioni (**classe 1**);
 - fattibilità sismica con normali vincoli (**classe 2**).

5. INDAGINE GEOGNOSTICA

Dalla situazione geomorfologica dell'area della scuola si evince che il sottosuolo è costituito da depositi alluvionali a granulometria in genere elevata, sormontati da terreni rimaneggiati, data la presenza del capannone e di altri fabbricati nelle vicinanze.

Per disporre di una conoscenza dettagliata del sottosuolo nella zona di intervento sono state svolte varie indagini consistenti in un sondaggio a carotaggio continuo con prove SPT, alcune prove penetrometriche dinamiche DPSH, ed una prospezione sismica a rifrazione con analisi MASW.

In un secondo momento è stato approfondito il sondaggio a 30 m per poter effettuare una prospezione sismica Downhole.

Il sondaggio è stato inizialmente effettuato dalla ditta Mappo Geognostica s.r.l. di Spianate (LU), e proseguito dalla Geodrill s.r.l. di Lucca; le prove DPSH sono state effettuate dalla Geoin di Montecatini Terme, mentre le indagini geofisiche sono state svolte in collaborazione con il Dr. Alessandro Campetti ed il Dr. Edoardo Gemignani dello Studio di Geologia Applicata di Capannori.

La localizzazione delle varie indagini è osservabile nella planimetria di Tavola 7.

5.1 Sondaggio

Il sondaggio è stato realizzato il 10 dicembre utilizzando una sonda IPC, con preforo nei primi 3 metri, ed approfondito il 27 luglio con una sonda CMK 420.

La stratigrafia del sottosuolo attraversato redatta dallo scrivente è allegata in appendice unitamente alle foto che documentano le carote prelevate durante la perforazione (carotaggio fino a 14,5 m, e quindi prosecuzione a distruzione, trattandosi di rocce arenacee).

Di seguito è riportata la descrizione dei litotipi attraversati e dei valori di N_{spt} individuati durante le due penetrometrie.

S.1

dal p.c. a -1,0 m : lastrico, massicciata e riporto grossolano
 da -1,0 a -3,6 m : limo sabbioso-argilloso e sabbia limosa con ghiaia
 da -3,6 a -6,0 m : sabbia, ghiaia e ciottoli
 da -6,0 a -7,5 m : arenaria grigia poco fratturata
 da -7,5 a -12,5 m : arenaria grigia fratturata
 da -12,5 a -14,5 m : arenaria grigia poco fratturata

Le prove SPT, eseguite nel primo strato di terreno in posto e la seconda nei depositi alluvionali più grossolani, hanno fornito i risultati evidenziati nella seguente tabella.

Prove SPT			
n°	Profondità in metri	Valori misurati	Valori N_{spt}
1	1,50-1,95	6-7-7	14
2	3,80-4,25	25-25-31	56

Tabella 1

Il campione è stato prelevato nello strato limo sabbioso-argilloso e sabbioso limoso con ghiaia alla profondità di 1,10-1,50 m, ed inviato al laboratorio di analisi per le opportune verifiche, come esplicitato nel seguente paragrafo.

5.2 Analisi di Laboratorio

Il campione, debitamente sigillato, è stato esaminato presso il laboratorio di meccanica delle terre della Laboter s.n.c. di Pontelungo (PT).

Oltre al riconoscimento delle caratteristiche salienti, è stata eseguita l'analisi granulometrica, ed è stato quindi sottoposto alla prova di taglio drenato consolidato CD e alla prova di taglio diretto UU al fine di valutare coesione e angolo di attrito interno sia in termini di pressioni effettive che in condizioni non drenate.

I certificati delle varie analisi effettuate sono allegati in appendice, mentre i parametri salienti sono riportati nella seguente Tabella 2.

Caratteristiche fisiche		Campione 1
Peso di volume	γ	19,3 kN/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,1 kN/m ³
Umidità naturale	w	18,2 %
Indice dei vuoti	e_0	0,618
Coesione non drenata	c_u	14,2 kPa
Angolo di attrito interno	ϕ_u	31,9°
Coesione drenata	c'	12,6 kPa
Angolo di attrito interno	ϕ'	24,7°

Tabella 2

Da rilevare che i $\frac{3}{4}$ del campione erano costituiti da sedimenti fini sabbiosi-limosi, mentre per $\frac{1}{4}$ era presente un elemento di ghiaia.

L'analisi granulometrica effettuata solo sulla porzione fine ha rilevato le seguenti percentuali della "matrice", riferibili ad una sabbia limosa debolmente argillosa :

- Ghiaia 3,6 %
- Sabbia 47,0%
- Limo 35,8%
- Argilla 13,6%

5.3 Indagini geofisiche

E' stata realizzata in un primo momento una prospezione sismica a rifrazione parallela al capannone utilizzando un sismografo Dolang JEA a 24 canali con 12 geofoni, con una interdistanza di 3 m, più 3+3 m di tiri esterni, per un totale di 39 m di stesa.

Sono state generate onde di superficie tipo Rayleigh mediante cannoncino industriale, analizzate con metodo MASW al fine di determinare la velocità media V_{s30} .

I dati tecnici dell'indagine sono riportati nella specifica relazione allegata. A commento dei risultati, osservabili visivamente nel profilo MASW, si rileva quanto segue :

- il sottosuolo è costituito per circa 6 m da terreni con velocità V_s compresa tra 218 e 315 m/s; al di sotto si rileva un netto incremento di velocità in quanto la V_s raggiunge i 550 m/s per poi crescere costantemente, fino ad attestarsi intorno a 700 m/s a circa 20 m di profondità.
- La V_{s30} individuata mediante l'analisi MASW risulta pari a 486 m/s; si tratta di un andamento poco comune nella vallata del

Pescia di Pescia, dove la velocità delle onde S attraverso il Macigno è in genere elevata. In questo caso è evidente un forte grado di fratturazione della roccia.

- Pur trovandoci in presenza di roccia fratturata è evidente il passaggio stratigrafico tra depositi alluvionali con media V_s e substrato roccioso con V_s elevata.

La prova Downhole realizzata nel foro del sondaggio attrezzato con apposito tubo (vedi relazione in appendice), conferma sostanzialmente l'analisi Masw, anche se mostra una maggiore velocità delle onde S nel Macigno più profondo.

Si possono suddividere n.5 strati con differente velocità sismica, e precisamente n.2 strati riferibili alla coltre alluvionale e detritica :

- 1) da 0 a -3 m, con $V_p = 410$ m/s e $V_s = 226$ m/s
- 2) da -3 a -6 m, con $V_p = 529$ m/s e $V_s = 275$ m/s

Seguono altri due strati riferibili al Macigno più o meno fratturato :

- 3) da -6 a -13 m, con $V_p = 1195$ m/s e $V_s = 632$ m/s
- 4) da -13 a -22 m, con $V_p = 1327$ m/s e $V_s = 615$ m/s

In ultimo, dalla profondità di 22 si individua il 5° e ultimo strato riferibile al bedrock sismico:

- 5) da -22 a -30 m, con $V_p = 2045$ m/s e $V_s = 975$ m/s

La $V_{s_{30}}$ risulta 516 m/s, ben rapportabile a quella individuata mediante l'analisi Masw (486 m/s). Anche in questo caso risulta evidente il contrasto di rigidità tra i depositi alluvionali e la roccia in posto.

In merito alla categoria del profilo stratigrafico del terreno fondale si rileva che, adottando il metodo semplificato, avremmo

una categoria **S2** secondo la prospezione in foro, ed una categoria **B** per l'analisi MASW.

Trattandosi di un edificio sensibile, ed in considerazione della disomogeneità dei dati ricavati dalle due prospezioni, si è preferito fare riferimento allo studio di risposta sismica locale appositamente svolto.

5.4 Prove penetrometriche

Le prove dinamiche superpesanti DPSH, realizzate con uno strumento Pagani TG 63-200, forniscono informazioni relative alla resistenza all'avanzamento della punta.

La lettura del numero dei colpi di maglio per avanzare l'asta di 20 cm produce il valore n , da cui derivano la resistenza dinamica del terreno R_d , ed il valore di correlazione N_{spt} , utile per ottenere i vari parametri geotecnici del sottosuolo.

Gli elaborati grafici e numerici dell'indagine sono allegati in appendice, e di seguito descritti.

P.1

Dopo 60 cm di terreno di bassa resistenza ($N_{spt} = 3$) si incontra uno strato di caratteristiche variabili fino alla profondità di 2,40 m; il valore di N_{spt} varia da 7 a 18 colpi (in media = 12). Il rifiuto è stato raggiunto improvvisamente a -2,60 m.

P.2-P.3

In P.2 si incontra un primo strato a bassa resistenza ($N_{spt} = 2$) fino alla profondità di 1,60 m, con successivo rifiuto immediato. La prova P.3 è stata ripetuta a breve distanza. Anche in questo caso si ha un terreno sciolto fino a -1,40 m ($N_{spt} = 2$), mentre al di sotto si intercetta lo strato con resistenza

variabile come in P.1. In questo caso N_{spt} passa da 6 a 20 (in media $N_{spt} = 12$). Il rifiuto è stato raggiunto a -3,0 m.

6. RICOSTRUZIONE LITOLOGICA E LITOTECNICA

Per mezzo delle varie indagini geognostiche è stato possibile in primo luogo effettuare una ricostruzione della stratigrafia e della litologia dei terreni; ai vari litotipi sono stati quindi assegnati dei parametri geotecnici che permettono di caratterizzare il sottosuolo sotto quest'ottica.

Va innanzitutto rilevato che l'area di intervento si presenta omogenea, con terreni alluvionali a granulometria media e alta fino alla profondità di circa 6 m, sormontati da uno straterello di terreno agrario rimaneggiato e di riporto di spessore intorno a 0,5/1,5 m.

I terreni alluvionali appoggiano al di sopra del substrato lapideo costituito dalle rocce arenacee appartenenti alla formazione del Macigno. La roccia presenta alternanze di strati massivi e di altri molto alterati e fratturati, fino alla profondità di circa 20-22 m, dove il grado di fratturazione decresce.

Nelle sezioni di Tavola 8 fuori testo è stata evidenziata la situazione stratigrafica e litotecnica del sottosuolo nella zona di intervento, oltre alla morfologia superficiale ed alla posizione del fabbricato in progetto. Su tutta l'area studiata sono individuabili tre distinti litotipi al di sopra del Macigno, e precisamente :

- A) Terreni rimaneggiati (lastrici, massicciata e terreno agrario soffice), per uno spessore complessivo intorno a 0,50-1,50 m, contraddistinti da bassi valori di N_{spt} (2-3).
- B) Depositi alluvionali mediamente addensati (limo sabbioso-argilloso, con livelli di sabbie e ghiaie), presenti fino alla profondità di 2,50-3,50 m. La resistenza media risulta uniforme ($N_{spt} = 12-14$).

C) Depositi grossolani costituiti da sabbie, ghiaie e ciottoli, con base alla profondità di circa 6 m, con $N_{spt} > 50$.

Dalla ricostruzione eseguita si può dedurre che i terreni fondali indagati sono riferibili alla Unità delle terre di copertura, e precisamente a depositi alluvionali con addensamento crescente con la profondità.

Per quanto riguarda le caratteristiche litotecniche, è stato possibile assegnare ai tre litotipi i valori dei principali parametri geotecnici medi (f_m) utilizzando i dati ricavabili dalle analisi di laboratorio e dalle prove penetrometriche SPT e DPSH svolte sul posto, denotanti una elevata omogeneità di valori.

Nella Tabelle 3 e 4 sono riportati i seguenti parametri atti a caratterizzare i terreni, ipotizzando un comportamento puramente granulare oppure coesivo del litotipo A, un comportamento misto per il litotipo fondale B (del quale sono noti entrambe i parametri) ed infine un comportamento puramente granulare del litotipo C :

- angolo di attrito interno ϕ_u e ϕ' , coesione c_u e c' ;
- peso di volume γ ; coefficiente di compressibilità di volume mv .

Parametri geotecnici medi f_m						
Litotipi		N_{spt}	ϕ_u (in gradi)	c_u (in kg/cmq)	ϕ' (in gradi)	c' (in kg/cmq)
A	Terreni rimaneggiati	2-3	-	0,2-0,3	24-26	-
B	Depositi alluvionali mediamente addensamenti	12-14	32	0,15	25	0,13
C	Depositi alluvionali grossolani	> 50	40	0	40	0

Tabella 3

Parametri geotecnici medi			
Litotipi		γ (in gr/cmc)	mv (in cmq/kg)
A	Terreni rimaneggiati	1,80	0,035-0,045
B	Depositi alluvionali mediamente addensamenti	2,00	0,012
C	Depositi alluvionali grossolani	2,10	0,002

Tabella 4

7. ASPETTI RELATIVI ALL'AZIONE SISMICA

Il territorio comunale di Pescia è stato inserito nella classe di sismicità 3, a seguito della O.P.C.M. 3278/03 e della D.G.R.T. n.878/2012.

Per le zone 3 l'accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico è indicativamente stabilito pari a 0,15 a_g/g .

Di seguito sono esaminati i vari aspetti legati alla risposta del sito alle sollecitazioni sismiche.

7.1 Vita Nominale - Classe d'Uso - Periodo di Riferimento

Il tipo di costruzione risulta di categoria **2** (opere ordinarie). La classe d'uso del manufatto è la **Classe III**, essendo un fabbricato con affollamento significativo di persone, quindi rilevante.

Di seguito è riportata la vita nominale V_N di norma utilizzata, ed i conseguenti coefficiente d'uso CU , e periodo di riferimento per l'azione sismica V_R :

$$V_N = 50 \text{ anni} \quad CU = 1,5 \quad V_R = 75 \text{ anni}$$

7.2 Risposta sismica locale

Nell'allegato riguardante la modellazione sismica è riportata la relazione inerente la risposta sismica locale (RSL) della scuola materna di Calamari.

Sono state definite le modifiche, in termini di ampiezza, durata, e contenuto in frequenza, che un segnale in arrivo alla base di un deposito subisce nel suo attraversamento fino a raggiungere la superficie.

Sulla base della sismostratigrafia desunta dalla prospezione sismica in foro Downhole e in riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita SLV, e allo stato limite di danno SLD, sono stati elaborati 7 accelerogrammi sismo compatibili tramite il programma STRATA, ottenendo i corrispondenti spettri elastici, così come descritto in relazione.

Nella seguente Tabella sono riportati i principali parametri degli spettri normalizzati per le due configurazioni previste (SLV e SLD):

- accelerazione orizzontale massima al sito a_g
- fattore di amplificazione S
- accelerazione massima (in m/s^2) a_{max}
- valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0
- parametri dipendenti dello spettro (in s) T_B T_C T_D

Stato limite	a_g	S	a_{max}	F_0	T_B	T_C	T_D
SLV	0.182	0.864	0.157	2.385	0.11	0.35	2.328
Stato limite	a_g	S	a_{max}	F_0	T_B	T_C	T_D
SLD	0.076	0.638	0.048	2.476	0.07	0.35	1.904

Tabella 5

Gli spettri elastici relativi allo stato limite di danno (SLD) e stato limite di salvaguardia alla vita (SLV) sono evidenziati nella apposita relazione.

7.3 Liquefazione

Il fenomeno della liquefazione del terreno a causa di azioni sismiche può verificarsi unicamente nei terreni sabbiosi-limosi saturi, per cui solo in minima parte il litotipo B può risultare potenzialmente soggetto a liquefazione.

Il risultato dell'analisi granulometrica evidenzia una curva prossima a quella dei terreni liquefacibili, anche se appena esterna nell'ultima parte. In considerazione inoltre della presenza di elementi arenacei di ghiaia all'interno del litotipo, si può tranquillamente affermare che per la granulometria molto più miscelata di quella dei terreni liquefacibili (condizione 5 delle N.T.C.), si può omettere la verifica.

In sintesi si può affermare che dalle indagini svolte i terreni risultano non soggetti a liquefazione.

8. VALUTAZIONI GEOTECNICHE PRELIMINARI

In via preliminare sono state effettuate considerazioni relativamente all'aspetto geotecnico, in particolare al riguardo delle caratteristiche fondali dei terreni.

Dalle sezioni si evince che il primo terreno è caratterizzato da parametri geotecnici scadenti e variabili, ed anche la morfologia rilevata rispetto al vicino gorile implica la necessità di utilizzare fondazioni non superficiali. Il piano fondale ideale sarebbe quello in appoggio sui depositi alluvionali grossolani (litotipo C), tuttavia la profondità consistente fa prendere in considerazione anche un appoggio sui terreni alluvionali riferibili al litotipo B, quindi ad una profondità di almeno 1,50 m rispetto al piano di calpestio.

A titolo di esempio è stata quindi individuata la resistenza limite del terreno (R_l) per una fondazione nastriforme continua larga 80 cm e profonda 150 cm.

Per individuare la resistenza sono stati presi in esame l'Approccio 1 Combinazione 1 (*Verifica STR*), i cui risultati sono identici a quelli ottenuti tramite l'Approccio 2, e quindi l'Approccio 1 Combinazione 2 (*Verifica GEO*).

I calcoli sono stati effettuati per mezzo della seguente formula di Terzaghi per terreni incoerenti :

$$R_l = \gamma D N_q + 0,5B \gamma N_\gamma$$

con

R_l = resistenza limite

B = larghezza della fondazione

D = profondità di posa

γ = peso di volume del terreno

$N_q N_\gamma$ = coefficienti adimensionali di Terzaghi

Secondo le istruzioni del C.S.L.P. alle N.T.C. i parametri geotecnici medi f_m possono corrispondere ai parametri caratteristici f_k in quanto trattasi di una fondazione superficiale di dimensioni piuttosto ampie, considerando anche che i parametri adottati sono oltremodo cautelativi, avendo utilizzato il valore di ϕ' , ed escluso la coesione c' .

L'Approccio 1 Combinazione 1 prevede per il calcolo di R_1 l'utilizzo dei parametri riduttivi **M1**. Il valore della resistenza limite del terreno è il seguente :

$$R_1 = 3,200 \text{ kg/cmq}$$

L'Approccio 1 Combinazione 2 prevede per il calcolo di R_1 l'utilizzo dei parametri riduttivi **M2**. Il valore della resistenza limite del terreno è di seguito indicato :

$$R_1 = 1,750 \text{ kg/cmq}$$

Volendo disporre di un carico limite maggiore di quelli individuati si potranno prevedere fondazioni più profonde e/o larghe di quelle usate nell'ipotesi di calcolo.

Per quanto riguarda i cedimenti del terreno sottoposto al nuovo carico, si ritiene possano considerarsi trascurabili, sia per la scarsa compressibilità del litotipo B e quella praticamente nulla dei terreni sottostanti, sia perchè il sottosuolo risulta già costipato dal peso del fabbricato che si andrà a demolire, di dimensioni pressochè identiche al nuovo in progetto.

Le presenti valutazioni sono state redatte in base ad ipotesi comunque modificabili. Si evidenzia che per fondazioni di diversa natura o dimensione rispetto a quelle prese in esame, varieranno di conseguenza anche i valori della resistenza e dei cedimenti del terreno.

In sede di verifiche definitive agli stati limite ultimi e di esercizio si dovranno comunque tenere conto di tutte le combinazioni di azioni previste dalle N.T.C. del 14.1.2008.

9. CONCLUSIONI

Dai rilievi effettuati e dall'esame dei riferimenti bibliografici e normativi emerge che l'area ove è previsto l'ampliamento della scuola materna di Calamari non è sottoposta a condizioni di rischio geomorfologico e idraulico, in quanto ubicata in zona semipianeggiante e sopraelevata rispetto al fondovalle del Torrente Pescia di Collodi.

A seguito delle indagini geognostiche appositamente svolte si evince che il sottosuolo del sito di intervento risulta costituito da un ampio spessore (circa 5 m) di depositi alluvionali a grana medio/alta con matrice prevalentemente sabbiosa-limosa, interessati da una circolazione freatica relativamente superficiale. I depositi sono sottostanti un primo livello di terreni rimaneggiati di scadenti qualità di spessore compreso tra 50 e 150 cm ca.

Il substrato litoide costituito dalle rocce arenacee del Macigno si rinviene alla profondità media di 6 m, mentre la roccia decisamente sana è individuabile a oltre 20 m di profondità.

Nelle Tabelle 3 e 4 sono indicati i vari litotipi in cui il sottosuolo è stato suddiviso, ed i relativi parametri geotecnici medi f_m . Appare evidente un comportamento granulare per tutti i litotipi, anche se per i primi due si rileva un minimo grado di coesione.

Ad eccezione del primo strato i terreni appaiono dotati di un angolo di attrito interno medio/alto e di una compressibilità molto bassa.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per definire gli spettri elastici del sito è stata svolta una specifica analisi di

risposta sismica locale che ha permesso di individuare gli spettri per gli stati limite SLV e SLD. Tale metodologia è stata ritenuta più affidabile sia perchè il metodo semplificato non indica una categoria di suolo fondale uniforme, differenziandosi tra le due indagini geofisiche svolte, sia per la situazione morfologica e stratigrafica poco favorevole dal punto di vista sismico.

Per quanto riguarda la possibilità della liquefazione dei terreni fondali, è risultato che la granulometria assai miscelata dell'unico deposito potenzialmente liquefacibile (litotipo B a grana più fine), è tale da escludere il rischio.

E' stato esaminato infine l'aspetto geotecnico per valutare i terreni fondali in questo senso.

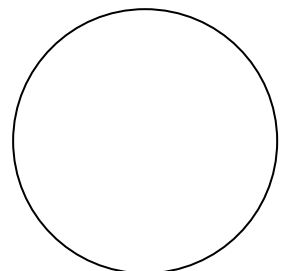
Sia per la posizione morfologica rilevata rispetto al gorile ed al terreno posto ad ovest, sia per le caratteristiche scadenti del primo strato di terreno rimaneggiato, si renderà necessario raggiungere con le strutture fondali almeno i depositi alluvionali mediamente addensati (litotipo B), per i quali è stata calcolata la resistenza limite del terreno ipotizzando una fondazione continua.

Una resistenza unitaria decisamente maggiore di quella individuata si otterrà approfondendo le fondazioni fino al raggiungimento dei depositi grossolani.

In ultimo si pone in evidenza che per la natura stessa dei terreni superficiali rimaneggiati, la reale situazione litologica potrà essere definita in modo completo solo al momento degli scavi, in quanto è possibile una situazione più disomogenea di quella rappresentata graficamente nelle sezioni ottenute interpolando i dati delle singole prove.

Pescia, 2 ottobre 2015

il relatore
Dr. Franco Menetti



ALLEGATI

- **Tavola 1 – Ubicazione topografica**
- **Tavola 2 – Carta geologica**
- **Tavola 3 – Carta della pericolosità geomorfologica**
- **Tavola 4 – Carta della pericolosità idraulica**
- **Tavola 5 – Carta della pericolosità sismica**
- **Tavola 6 – Carte della pericolosità del PAI**
- **Tavola 7 – Planimetria con ubicazione delle indagini**

- **Elaborati del sondaggio**
- **Elaborati delle analisi di laboratorio**
- **Elaborati delle prove penetrometriche**

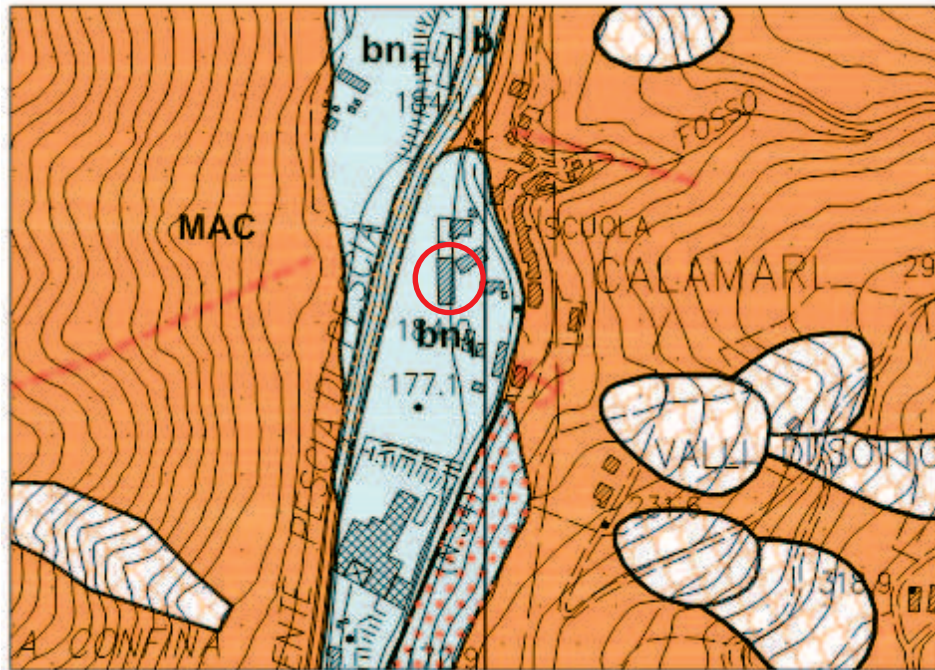
Fuori testo

- **Tavola 8 – Sezioni geologiche e litotecniche**







- **Analisi di risposta sismica locale**
- **Elaborati della prospezione sismica DH**
- **Elaborati della prospezione sismica MASW**

CARTA GEOLOGICA

Scala 1: 5.000

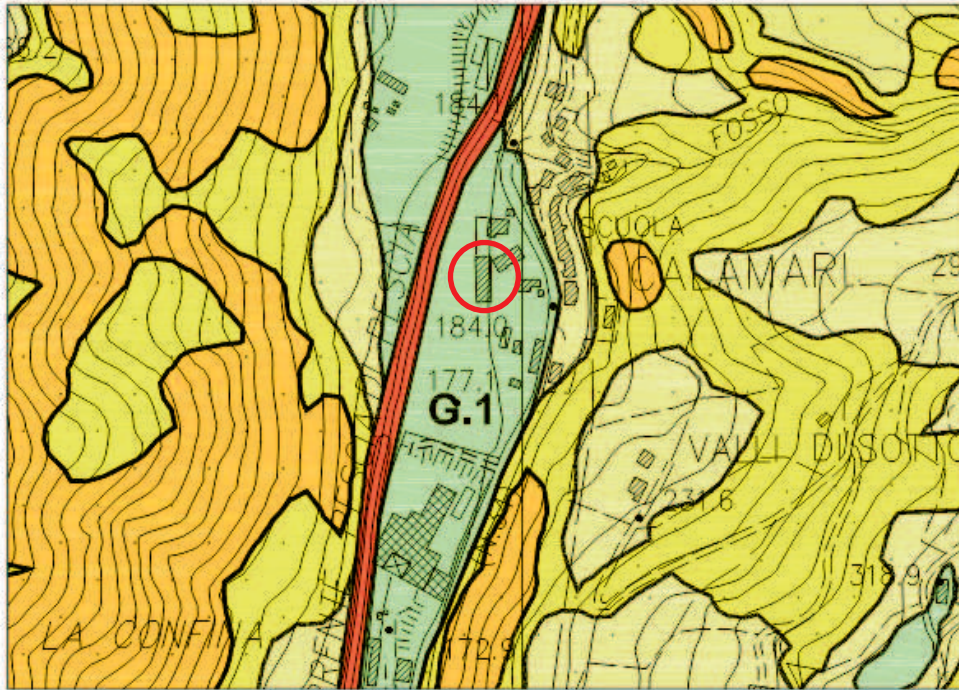


LEGENDA

-  Frane quiescenti
-  b Depositi alluvionali attuali e recenti
-  bn₁ Depositi alluvionali terrazzati
-  a₃ Depositi detritici di versante
-  MAC Arenaria Macigno
-  Faglia presunta
-  Frana attiva non cartografabile

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Scala 1: 5.000

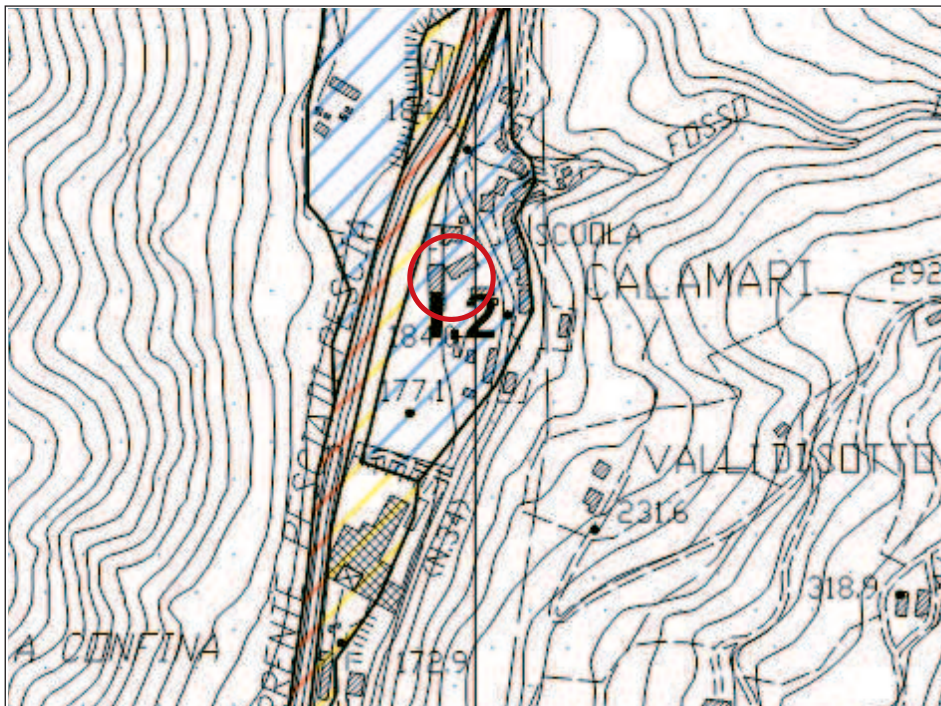


LEGENDA

G.1	Pericolosità bassa
G.2a	Pericolosità media
G.2b	Pericolosità media con propensione al dissesto
G.3	Pericolosità elevata
G.4	Pericolosità molto elevata

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Scala 1: 5.000



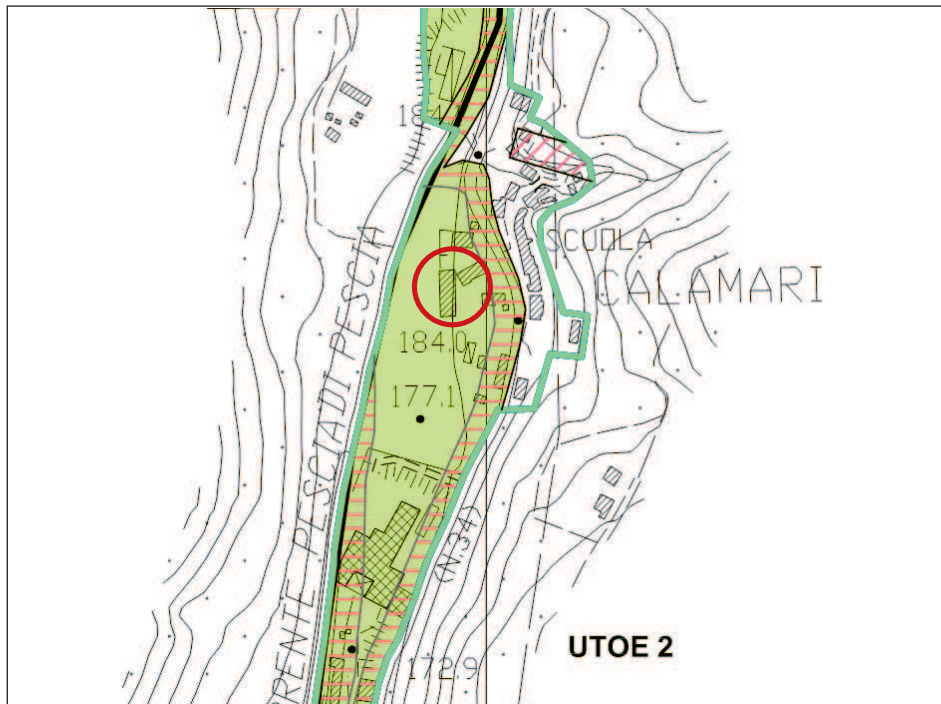
LEGENDA

Pericolosità desunta da criteri morfologico-storici




- | | |
|------|----------------------------|
| I.1 | Pericolosità bassa |
| I.2 | Pericolosità media |
| I.3 | Pericolosità elevata |
| I.4a | Pericolosità molto elevata |

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Scala 1: 5.000

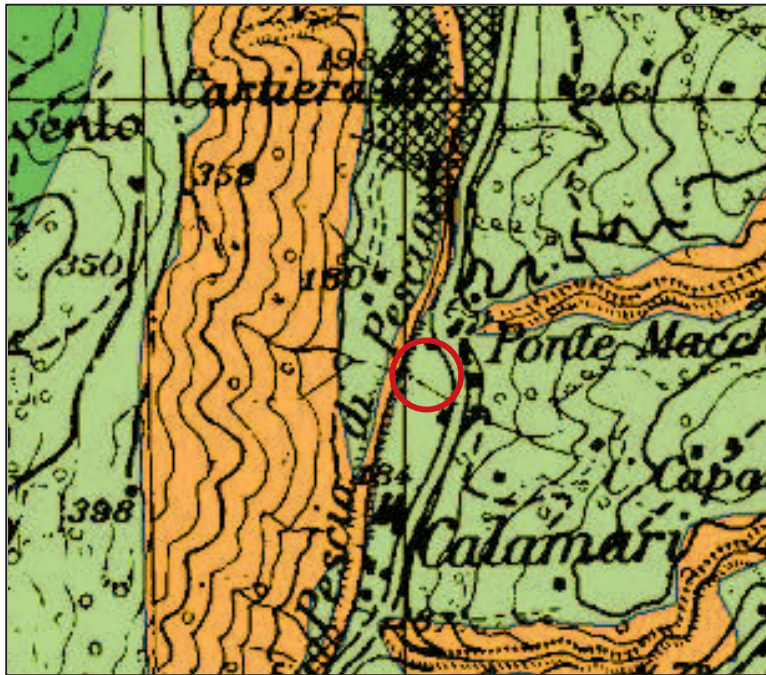


LEGENDA

-  S.1 - Pericolosità bassa
-  S.2 - Pericolosità media
-  S.3 - Pericolosità elevata

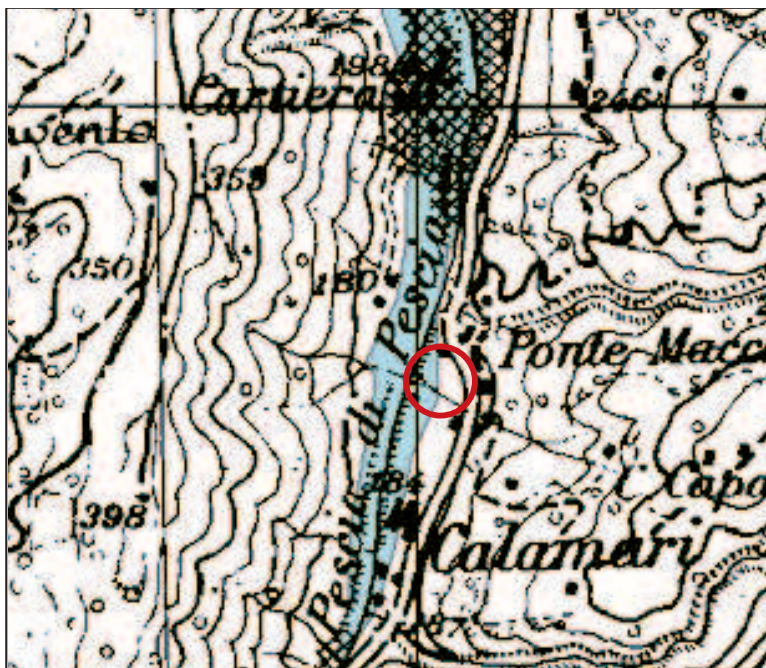
CARTE DELLA PERICOLOSITA' del Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)

Scala 1 : 10.000



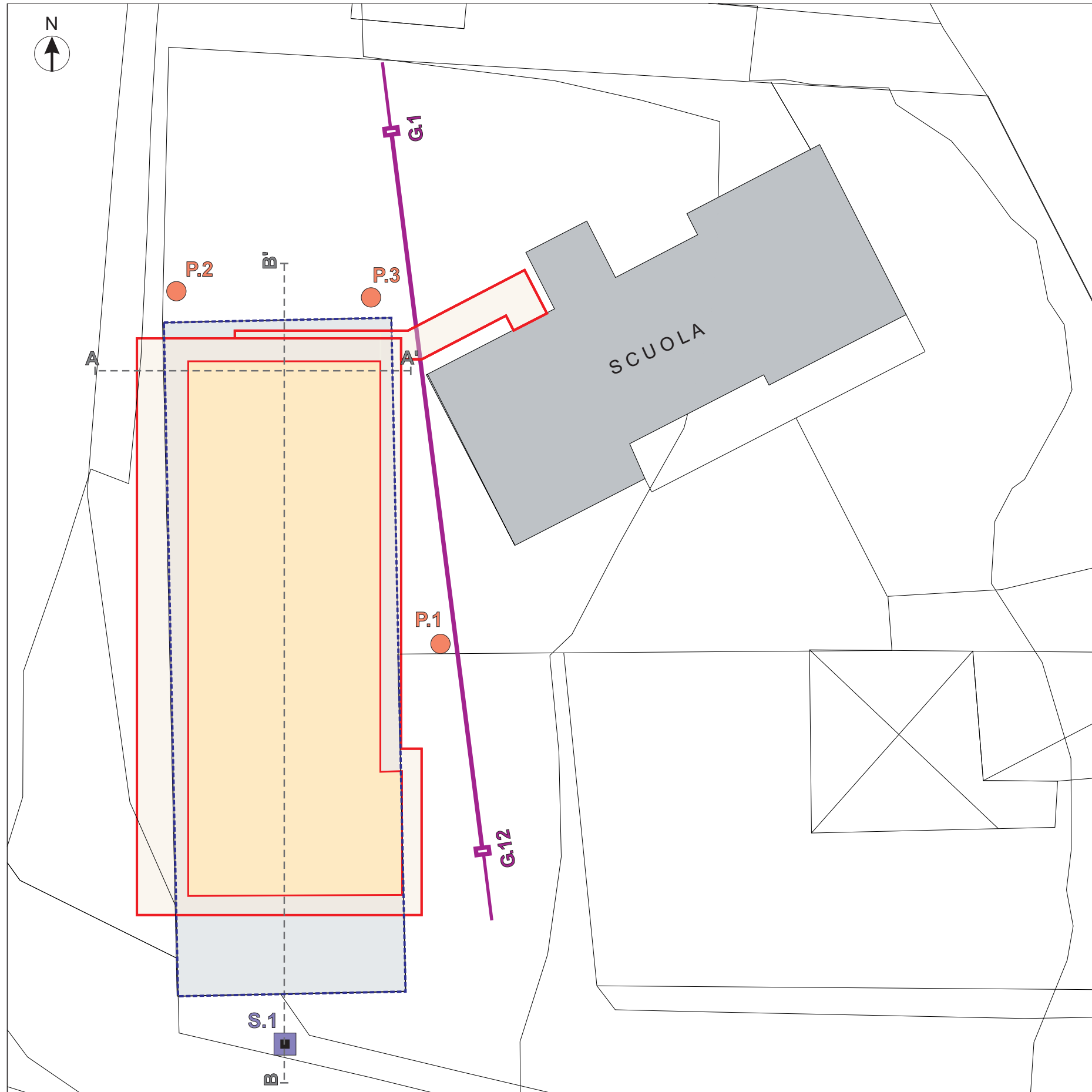
PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

- P.F.1 - moderata
- P.F.2 - media
- P.F.3 - elevata



PERICOLOSITA' IDRAULICA







- P.I.1 - moderata

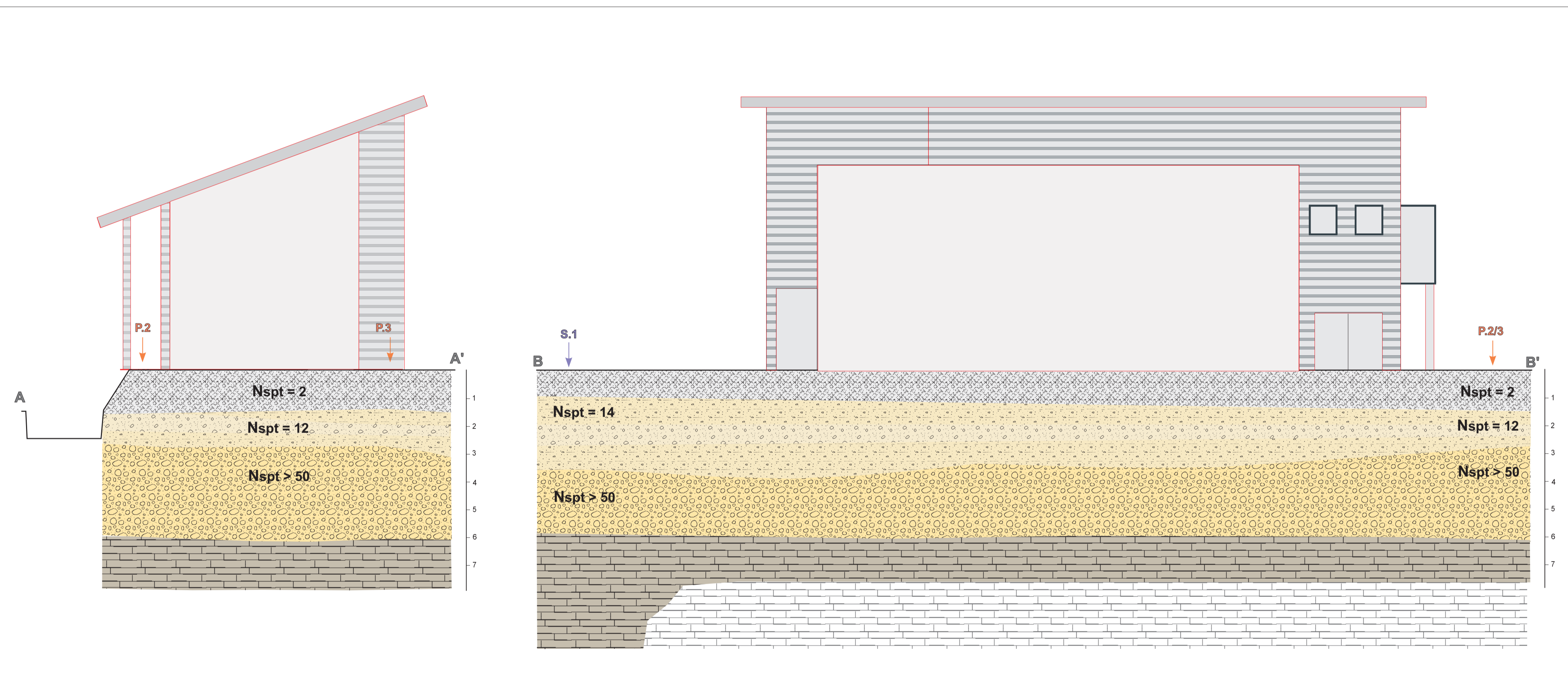


PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Scala 1 : 200

LEGENDA


-  Ampliamento in progetto
-  Fabbricato da demolire
-  S.1 Sondaggio a carotaggio continuo
-  P.2 Prova penetrometrica DPSH
-  Prospezione sismica
-  Sezione geologica

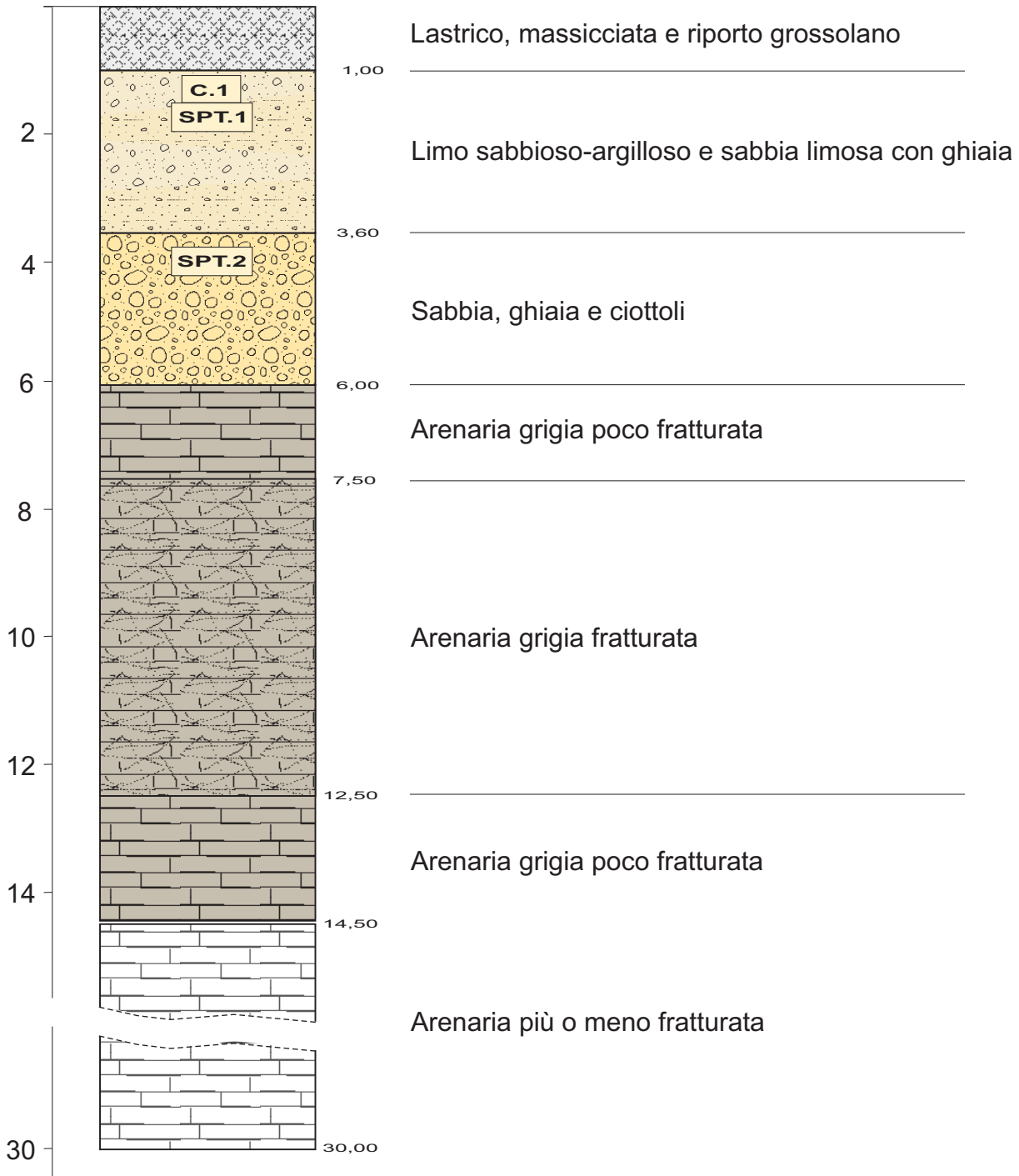


SEZIONI GEOLOGICHE
E LITOTECNICHE

Scala 1 : 100

LEGENDA

-  Lastrico, massicciata e terreni rimaneggiati
-  Limo sabbioso-argilloso, sabbia e ghiaia
-  Sabbia, ghiaia e ciottoli
-  Arenaria poco frantumata (Macigno)
- Nspt =** Numero dei colpi del penetrometro standard



SPT 1 (da 1,50 a 1,95 m) - Numero colpi = **6 - 7 - 7**

SPT 2 (da 3,80 a 4,25 m) - Numero colpi = **25-25-31**







AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
= ISO 9001 =

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

Committente : Dott. Geologo F. Menetti
Cantiere : Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)

Verbale Accettazione n° : 269 del 22/09/2015
Data Certificazione : 01/10/2015
Campioni n°: 1
Certificati da n° a n° : 03224 a 03228

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03224	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 01/10/15	Inizio analisi: 24/09/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15		Apertura campione: 24/09/15	Fine analisi: 25/09/15

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti			
RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.10-1.50	

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 18,2 %

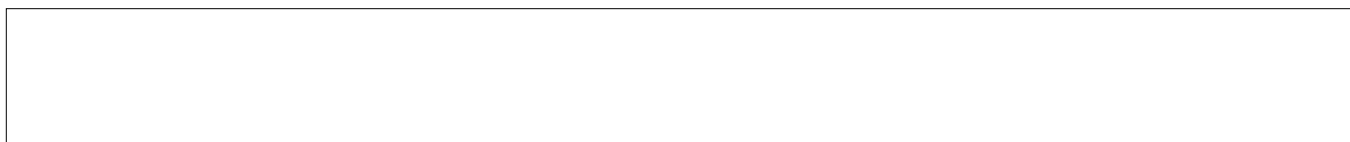
Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





CERTIFICATO DI PROVA N°: 03225	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 01/10/15	Inizio analisi: 24/09/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15		Apertura campione: 24/09/15	Fine analisi: 24/09/15

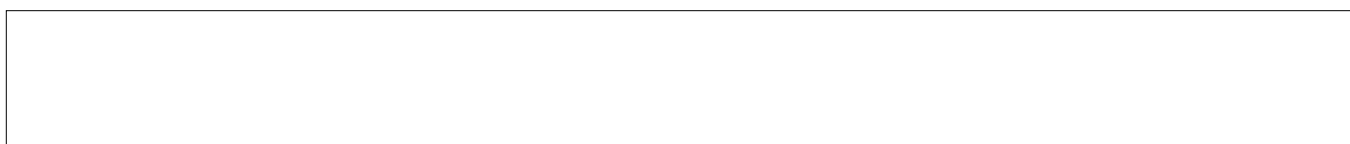
COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti			
RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.10-1.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,3 kN/m³





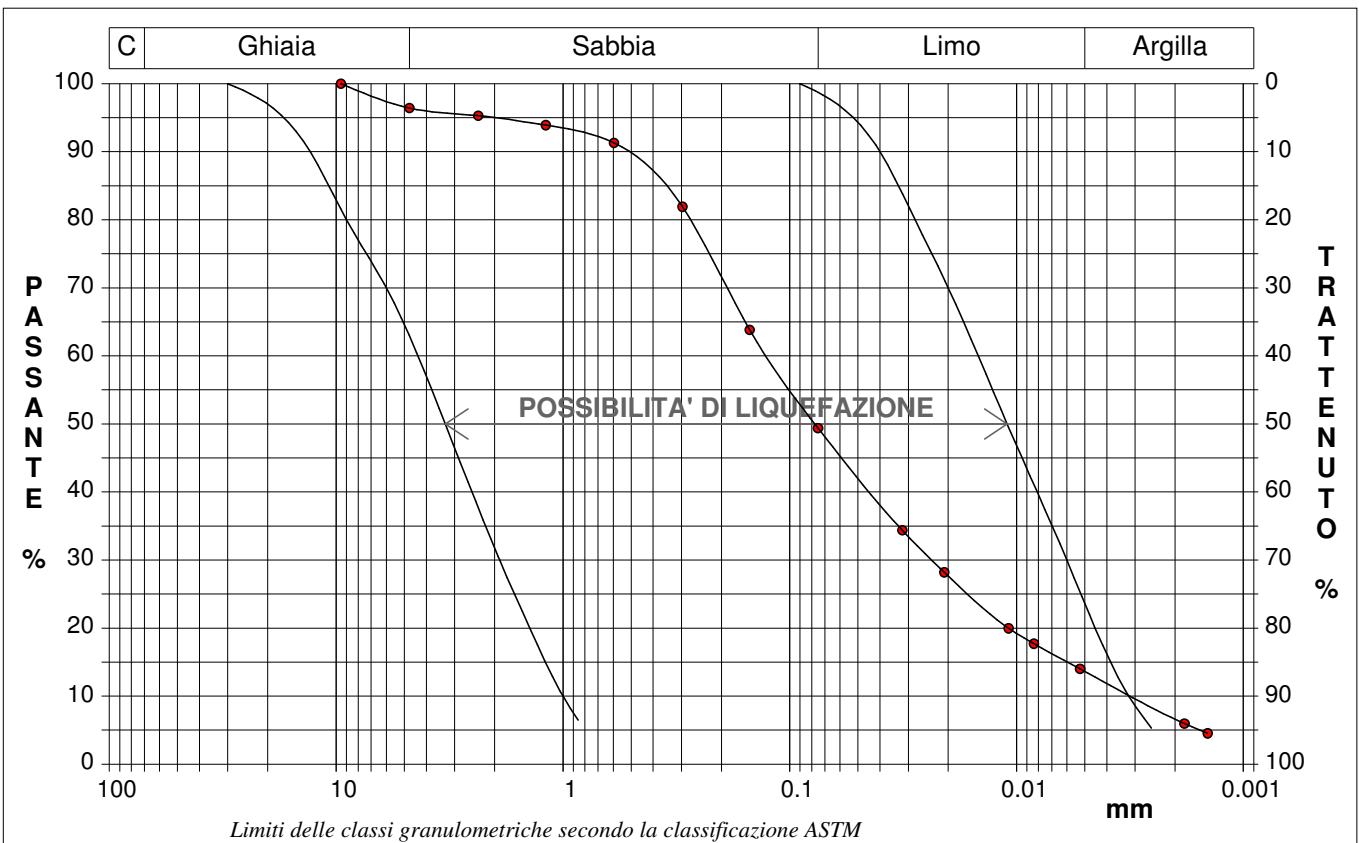
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03226	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 01/10/15	Inizio analisi: 28/09/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15		Apertura campione: 24/09/15	Fine analisi: 01/10/15

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti		
RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.10-1.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	3,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	95,0 %	D10	0,00309 mm
Sabbia	47,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	85,9 %	D30	0,02358 mm
Limo	35,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	49,4 %	D50	0,07726 mm
Argilla	13,6 %			D60	0,12484 mm
Coefficiente di uniformità		40,37	Coefficiente di curvatura		1,44
				D90	0,54021 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9,5200	100,00	0,2970	81,91	0,0108	19,96				
4,7500	96,42	0,1500	63,83	0,0084	17,70				
2,3600	95,30	0,0750	49,38	0,0052	14,00				
1,1900	93,91	0,0319	34,37	0,0018	5,97				
0,5950	91,31	0,0208	28,20	0,0014	4,53				



CERTIFICATO DI PROVA N°: **03227** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15

DATA DI EMISSIONE: 01/10/15

Inizio analisi: 26/09/15

Apertura campione: 24/09/15

Fine analisi: 30/09/15

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti

RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.10-1.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	55	105	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,88	2,88	3,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,12	0,16	0,19
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,8	--- 22,0	--- 21,0
Peso di volume (kN/m³):	19,2	19,6	19,2

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

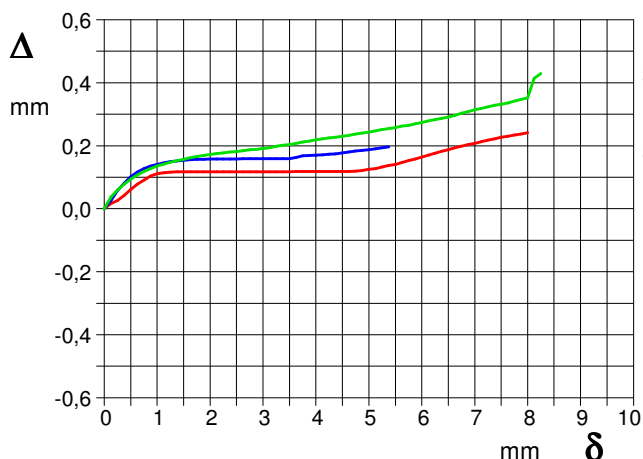
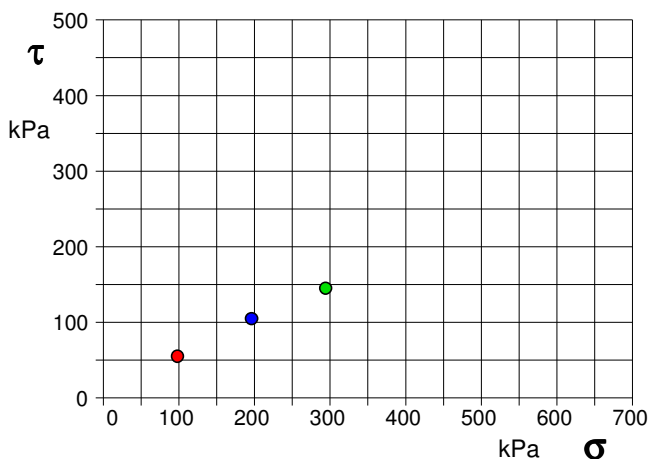


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

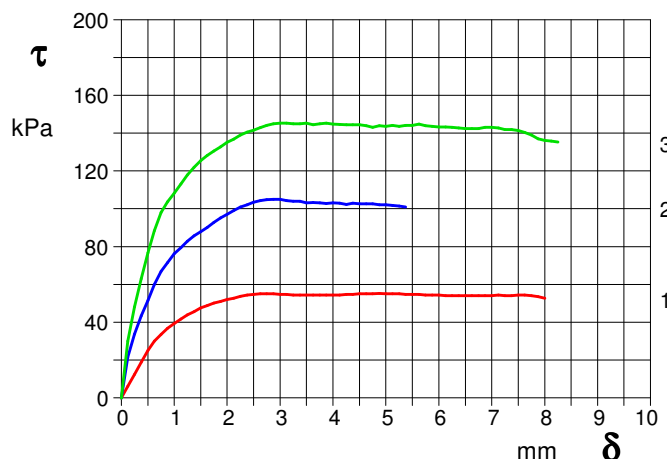


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03227	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 01/10/15	Inizio analisi: 26/09/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15		Apertura campione: 24/09/15	Fine analisi: 30/09/15

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti			
RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.10-1.50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,125	6	0,02	0,125	22	0,03	0,125	30	0,04
0,375	19	0,04	0,250	34	0,06	0,375	63	0,08
0,625	30	0,08	0,375	43	0,08	0,625	88	0,11
0,875	37	0,10	0,500	51	0,10	0,875	104	0,13
1,125	42	0,11	0,625	60	0,12	1,125	113	0,14
1,375	46	0,12	0,750	67	0,13	1,375	122	0,15
1,625	49	0,12	0,875	72	0,14	1,625	128	0,16
1,875	51	0,12	1,000	76	0,14	1,875	133	0,17
2,125	53	0,12	1,125	79	0,15	2,125	137	0,18
2,375	54	0,12	1,250	83	0,15	2,375	141	0,18
2,625	55	0,12	1,375	86	0,15	2,625	143	0,18
2,875	55	0,12	1,500	88	0,15	2,875	145	0,19
3,125	55	0,12	1,625	90	0,16	3,125	145	0,19
3,375	54	0,12	1,750	93	0,16	3,375	145	0,20
3,625	54	0,12	1,875	95	0,16	3,625	144	0,21
3,875	54	0,12	2,000	97	0,16	3,875	145	0,22
4,125	54	0,12	2,125	99	0,16	4,125	145	0,22
4,375	55	0,12	2,250	101	0,16	4,375	144	0,23
4,625	55	0,12	2,375	102	0,16	4,625	144	0,23
4,875	55	0,12	2,500	103	0,16	4,875	144	0,24
5,125	55	0,13	2,625	104	0,16	5,125	144	0,25
5,375	55	0,14	2,750	105	0,16	5,375	144	0,25
5,625	55	0,15	2,875	105	0,16	5,625	145	0,26
5,875	54	0,16	3,000	105	0,16	5,875	144	0,27
6,125	54	0,17	3,125	104	0,16	6,125	143	0,28
6,375	54	0,18	3,250	104	0,16	6,375	143	0,29
6,625	54	0,19	3,375	104	0,16	6,625	143	0,30
6,875	54	0,20	3,500	103	0,16	6,875	143	0,31
7,125	54	0,21	3,625	103	0,16	7,125	143	0,32
7,375	54	0,22	3,750	103	0,17	7,375	142	0,33
7,625	54	0,23	3,875	103	0,17	7,625	140	0,34
7,875	54	0,24	4,000	103	0,17	7,875	137	0,35
			4,125	103	0,17	8,125	136	0,41
			4,250	102	0,17			
			4,375	103	0,17			
			4,500	103	0,18			
			4,625	103	0,18			
			4,750	103	0,18			
			4,875	102	0,19			
			5,000	102	0,19			
			5,125	102	0,19			
			5,250	101	0,19			
			5,375	101	0,20			



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03227 Pagina 3/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15

DATA DI EMISSIONE: 01/10/15 Inizio analisi: 26/09/15
Apertura campione: 24/09/15 Fine analisi: 30/09/15

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti

RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.10-1.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,91
Sezione (cm ²)	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

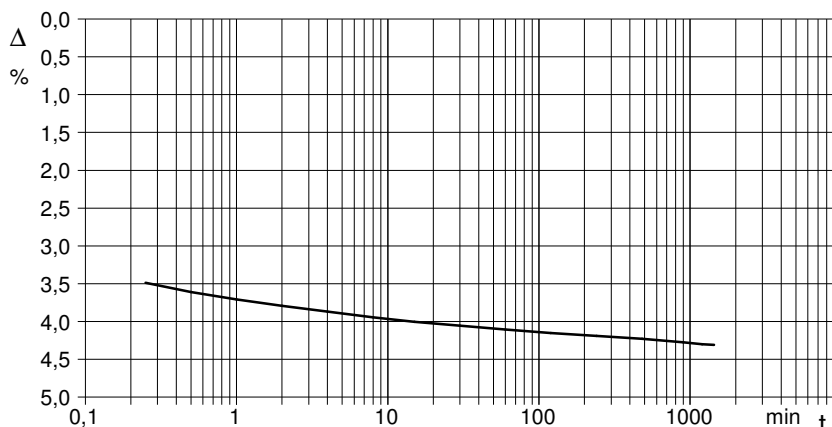


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	1,92
Altezza finale (cm)	
Sezione (cm ²)	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

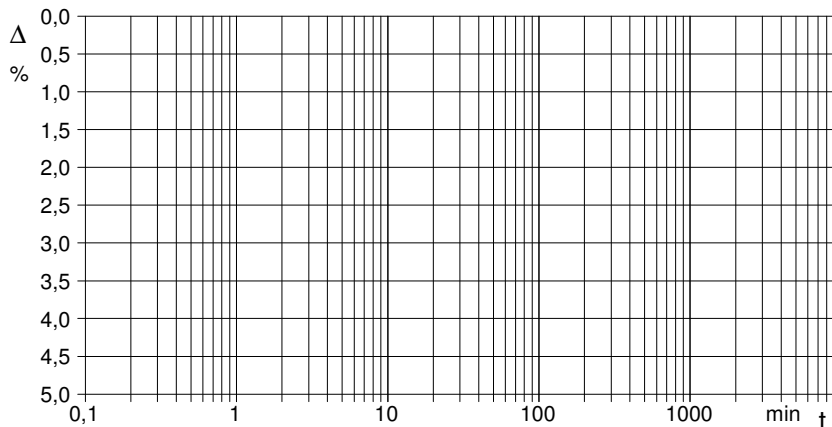
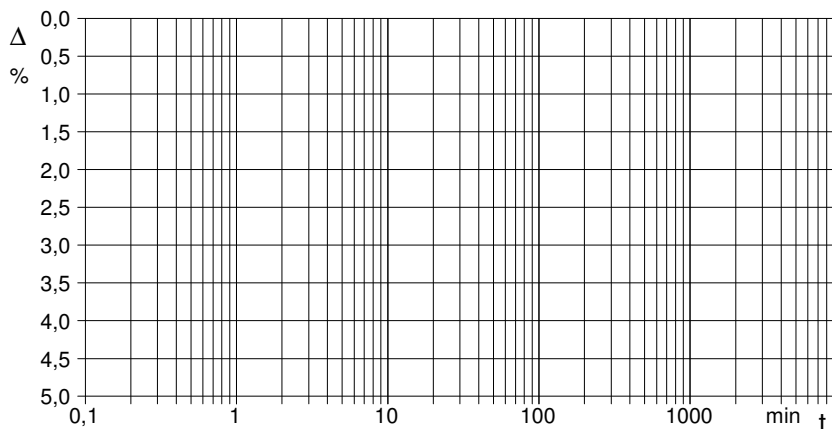


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	1,98
Altezza finale (cm)	
Sezione (cm ²)	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	0
Vs (mm/min)	0,000



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti			
RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.10-1.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	55	105	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,88	2,88	3,00
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,12	0,16	0,19
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,8	--- 22,0	--- 21,0
Peso di volume (kN/m³):	19,2	19,6	19,2

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	12,6 kPa
Angolo di attrito interno:	24,7 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

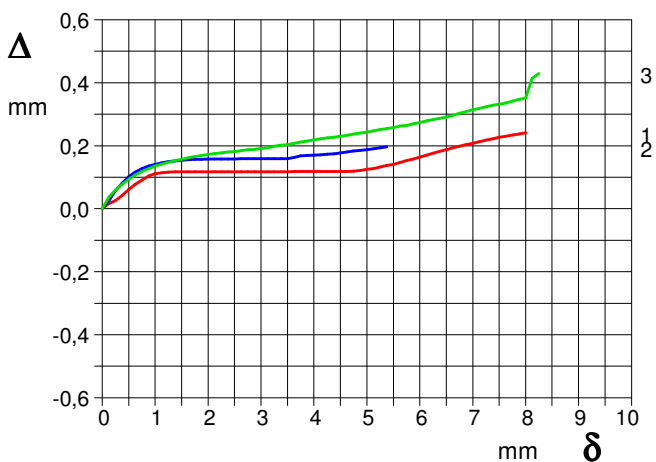
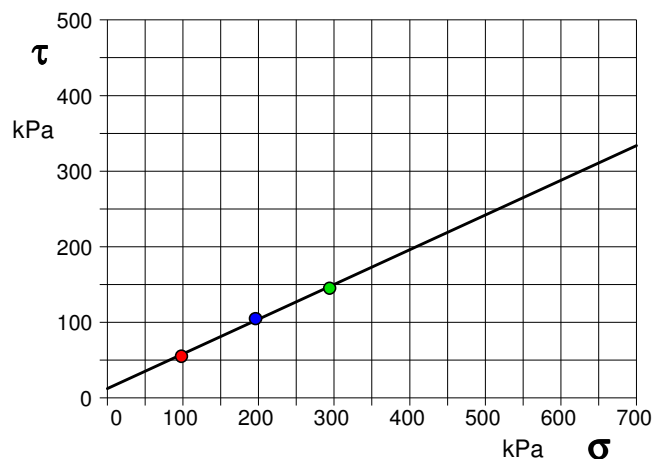


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

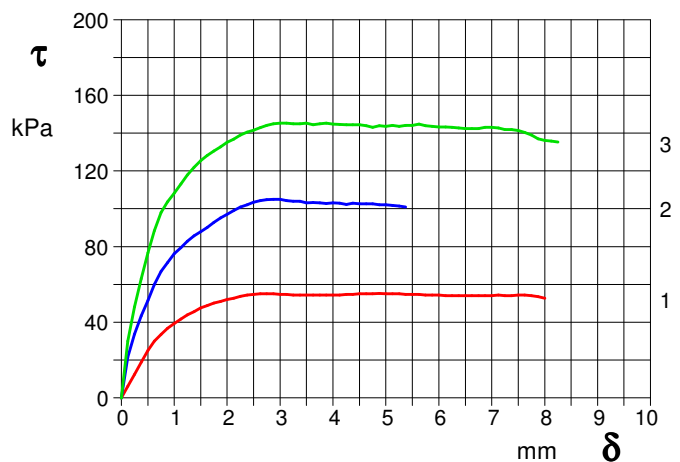


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: **03228** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15

DATA DI EMISSIONE: 01/10/15

Inizio analisi: 26/09/15

Apertura campione: 24/09/15

Fine analisi: 30/09/15

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti

RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.10-1.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	65	147	187
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,94	4,65	4,65
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,28	0,24	0,33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 24,1	--- 21,6	--- 21,3
Peso di volume (kN/m³):	18,7	18,4	17,9

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - rapida
Velocità di deformazione:	0,500 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

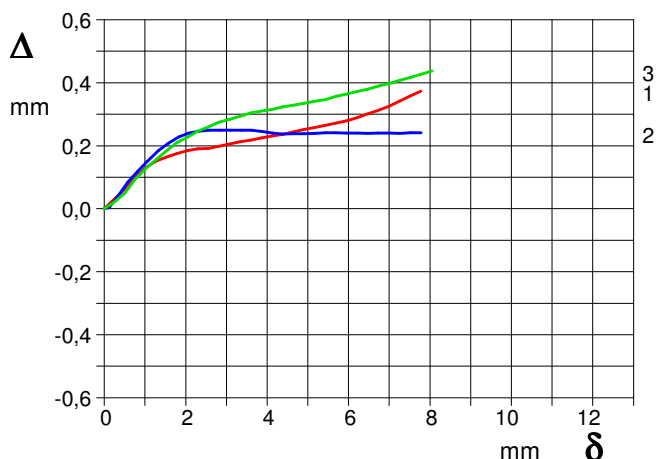
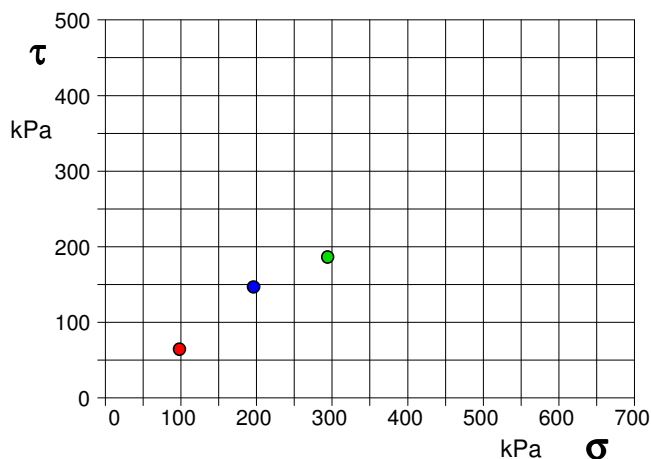


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

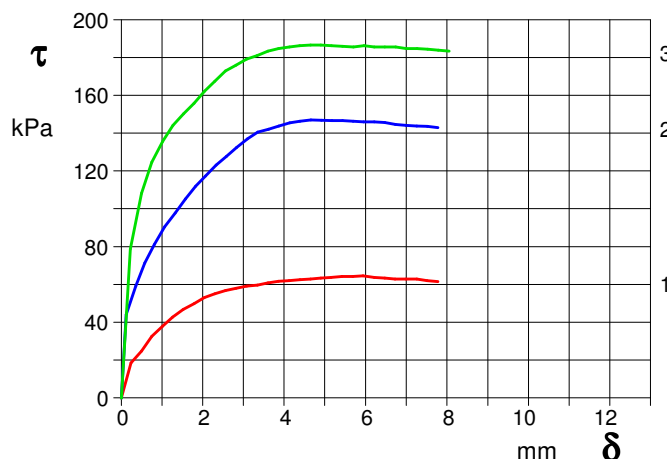


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03228	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 01/10/15	Inizio analisi: 26/09/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 269 del 22/09/15		Apertura campione: 24/09/15	Fine analisi: 30/09/15

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti			
RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.10-1.50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,50
Altezza finale (cm)	2,40
Sezione (cm ²)	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

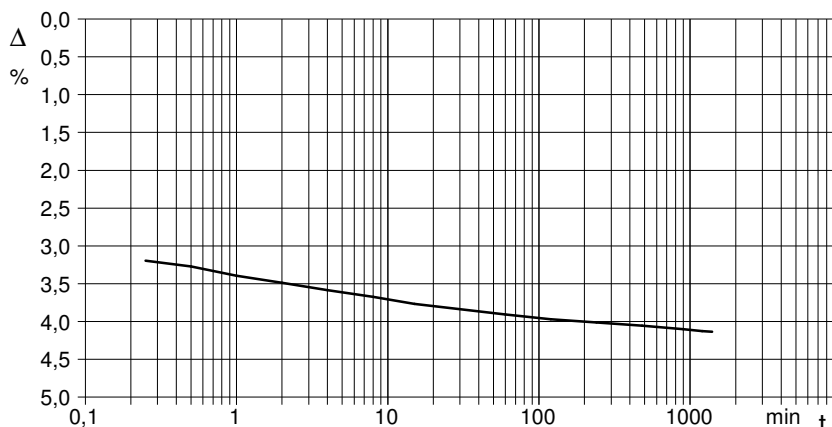


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,50
Altezza finale (cm)	2,39
Sezione (cm ²)	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

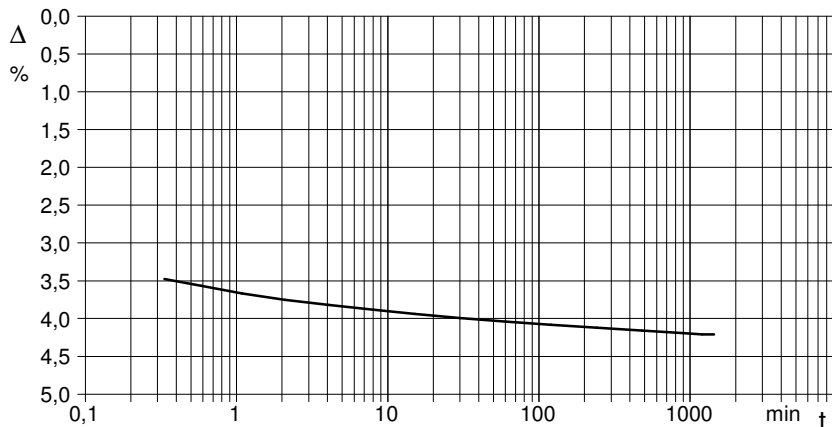
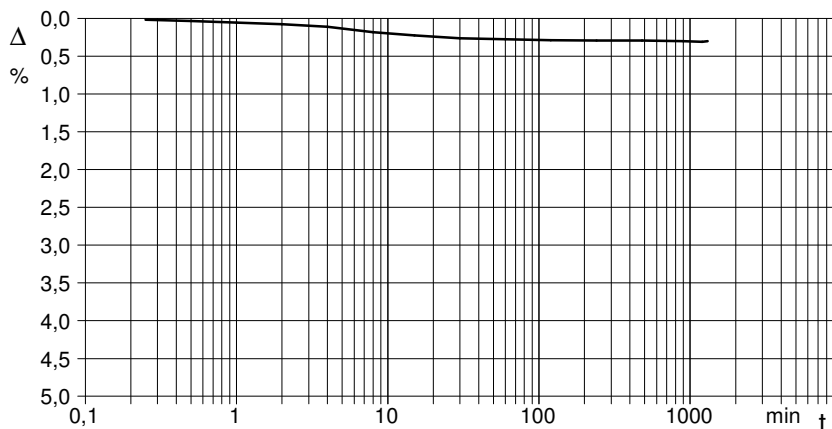


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,50
Altezza finale (cm)	2,49
Sezione (cm ²)	28,18
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Dott. Geologo F. Menetti			
RIFERIMENTO: Scuola Materna di Calamari - Pescia (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.10-1.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	65	147	187
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5,94	4,65	4,65
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,28	0,24	0,33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 24,1	--- 21,6	--- 21,3
Peso di volume (kN/m³):	18,7	18,4	17,9

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	14,2 kPa
Angolo di attrito interno:	31,9 °

Tipo di prova:	Consolidata - rapida
Velocità di deformazione:	0,500 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

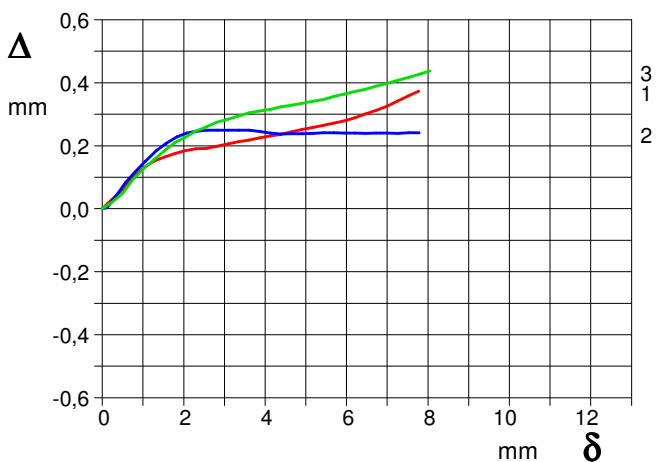
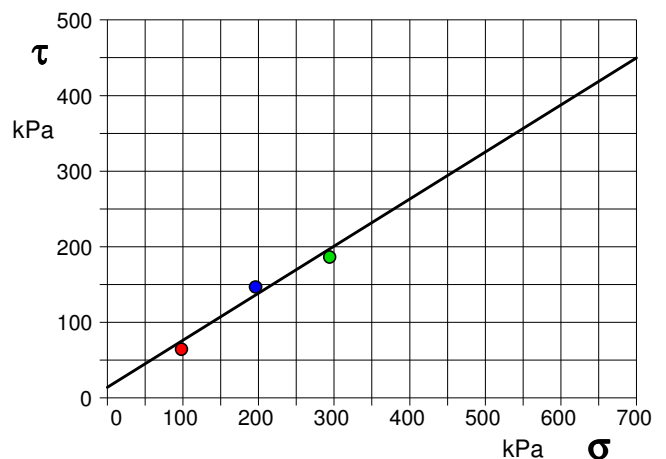


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

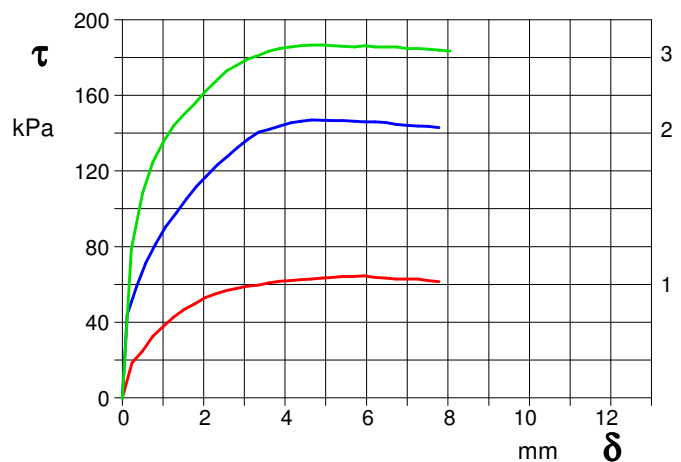


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML.C

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,20 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

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

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

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

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

UNITA' di MISURA (conversioni)

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

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
 - cantiere : Ampliamento Scuola Materna
 - località : Calamari - Pescia
 - note :

- data : 03/12/2014
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	----	1	1,40 - 1,60	5	44,6	----	3
0,20 - 0,40	2	19,3	----	2	1,60 - 1,80	8	71,3	----	3
0,40 - 0,60	3	28,9	----	2	1,80 - 2,00	5	44,6	----	3
0,60 - 0,80	7	67,5	----	2	2,00 - 2,20	12	106,9	----	3
0,80 - 1,00	8	77,1	----	2	2,20 - 2,40	12	99,4	----	4
1,00 - 1,20	11	106,1	----	2	2,40 - 2,60	50	414,1	----	4
1,20 - 1,40	6	53,5	----	3					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
- cantiere : Ampliamento Scuola Materna
- località : Calamari - Pescia
- note :

- data : 03/12/2014
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	----	1	1,00 - 1,20	2	19,3	----	2
0,20 - 0,40	1	9,6	----	2	1,20 - 1,40	2	17,8	----	3
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	1,40 - 1,60	3	26,7	----	3
0,60 - 0,80	1	9,6	----	2	1,60 - 1,80	50	445,5	----	3
0,80 - 1,00	1	9,6	----	2					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
- cantiere : Ampliamento Scuola Materna
- località : Calamari - Pescia
- note :

- data : 03/12/2014
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	----	1	1,60 - 1,80	7	62,4	----	3
0,20 - 0,40	1	9,6	----	2	1,80 - 2,00	7	62,4	----	3
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	2,00 - 2,20	13	115,8	----	3
0,60 - 0,80	1	9,6	----	2	2,20 - 2,40	14	115,9	----	4
0,80 - 1,00	1	9,6	----	2	2,40 - 2,60	5	41,4	----	4
1,00 - 1,20	3	28,9	----	2	2,60 - 2,80	5	41,4	----	4
1,20 - 1,40	2	17,8	----	3	2,80 - 3,00	50	414,1	----	4
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

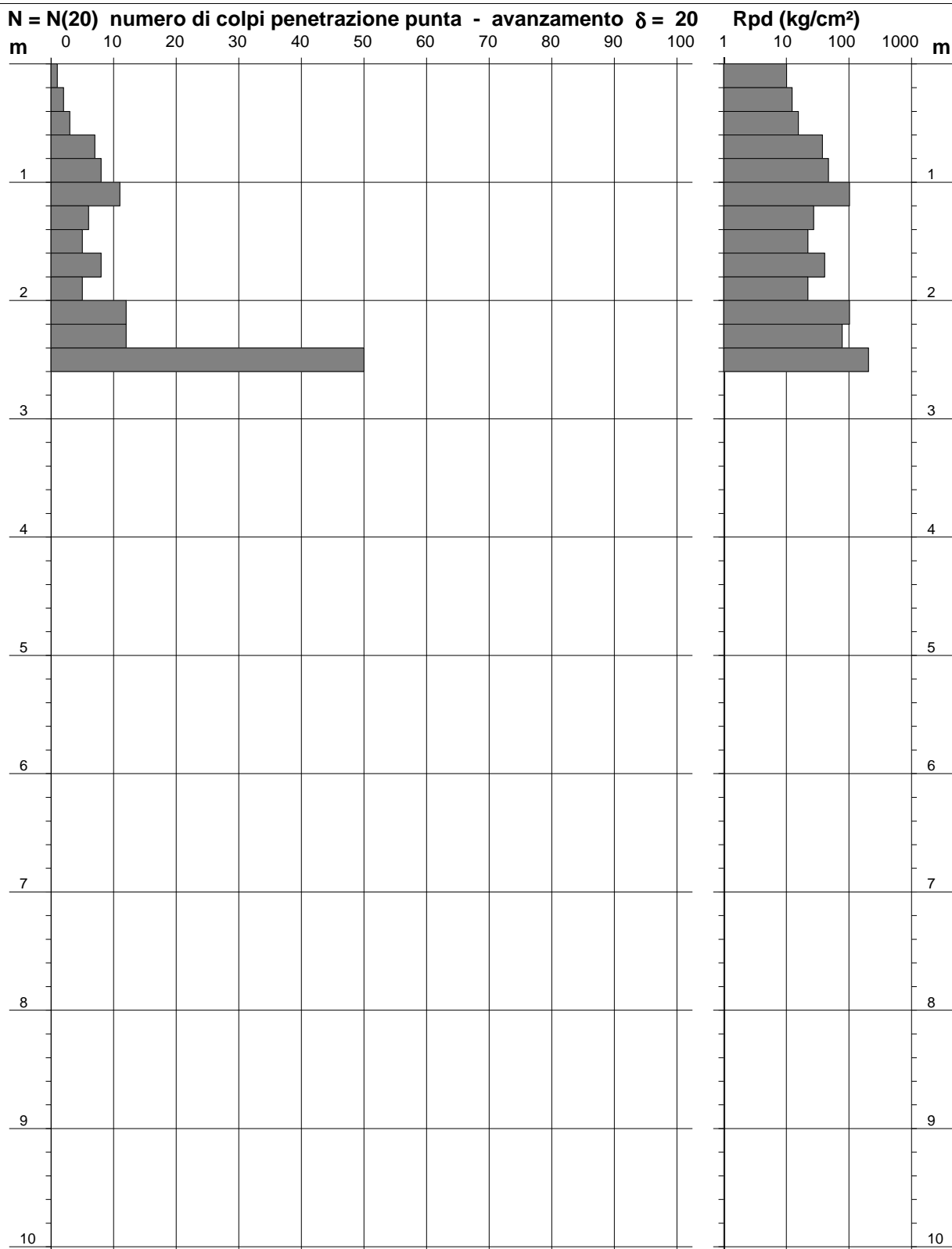
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
 - cantiere : Ampliamento Scuola Materna
 - località : Calamari - Pescia

- data : 03/12/2014
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

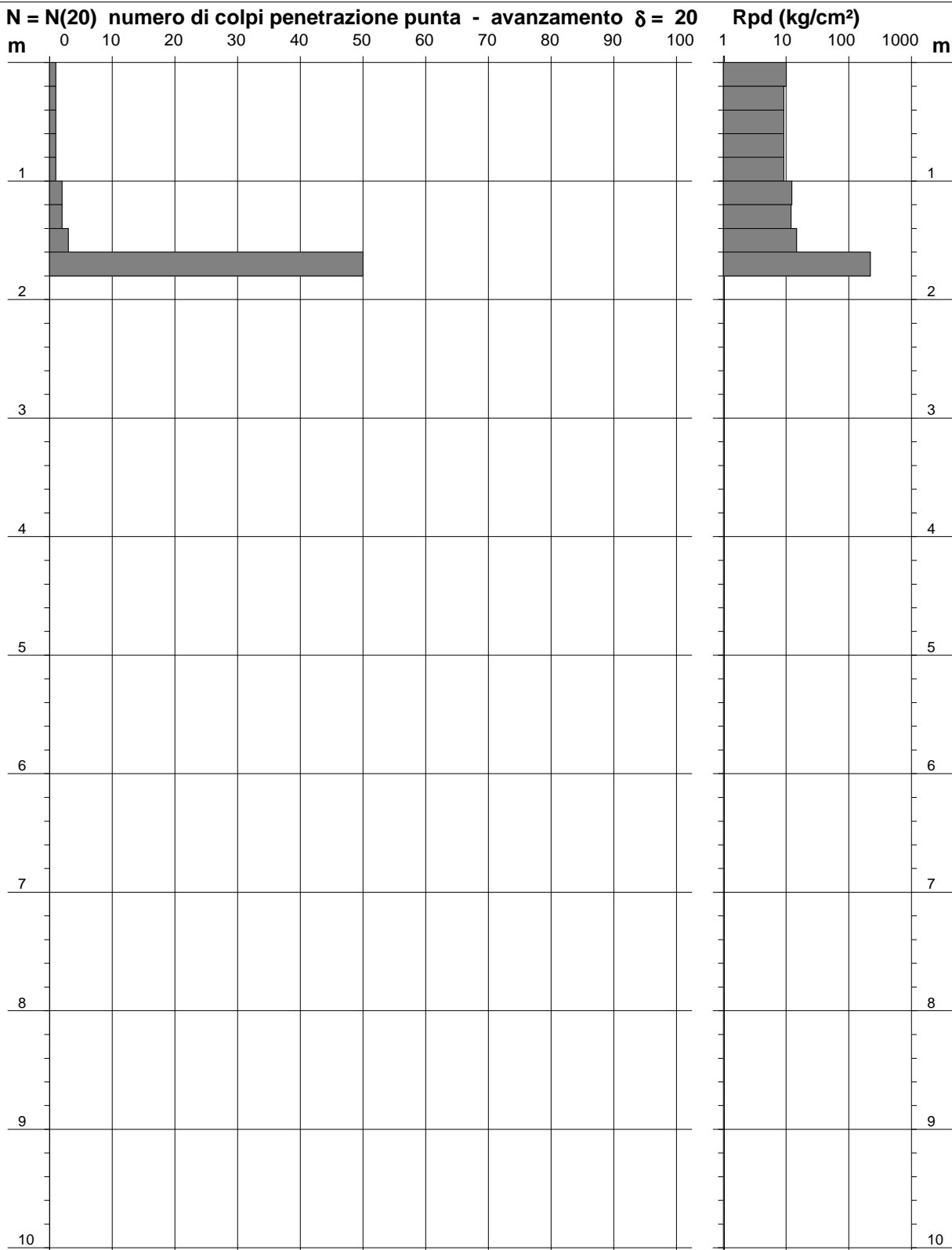
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
 - cantiere : Ampliamento Scuola Materna
 - località : Calamari - Pescia

- data : 03/12/2014
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

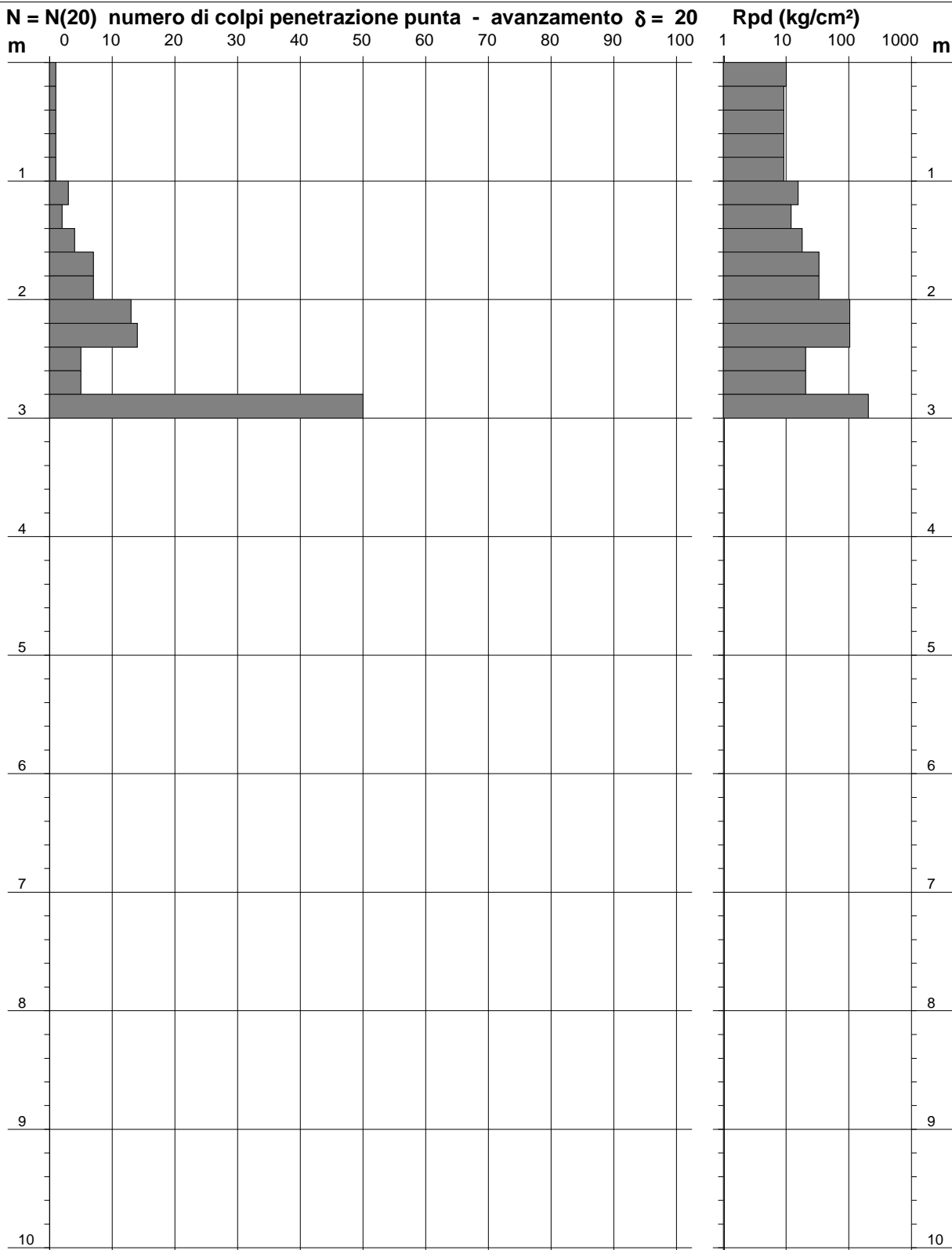
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
 - cantiere : Ampliamento Scuola Materna
 - località : Calamari - Pescia

- data : 03/12/2014
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata



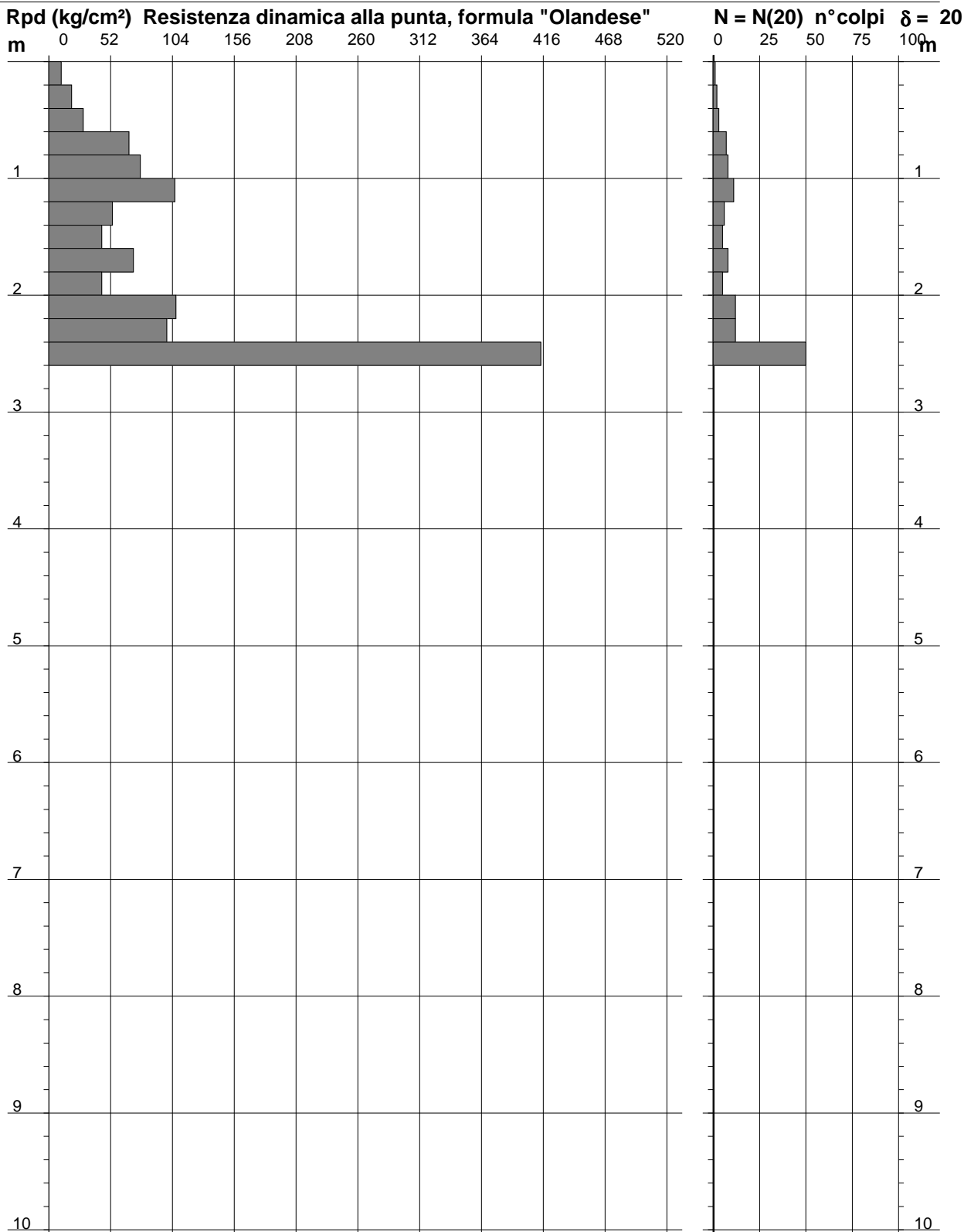
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

n° 1
 Scala 1: 50

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
 - cantiere : Ampliamento Scuola Materna
 - località : Calamari - Pescia

- data : 03/12/2014
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata



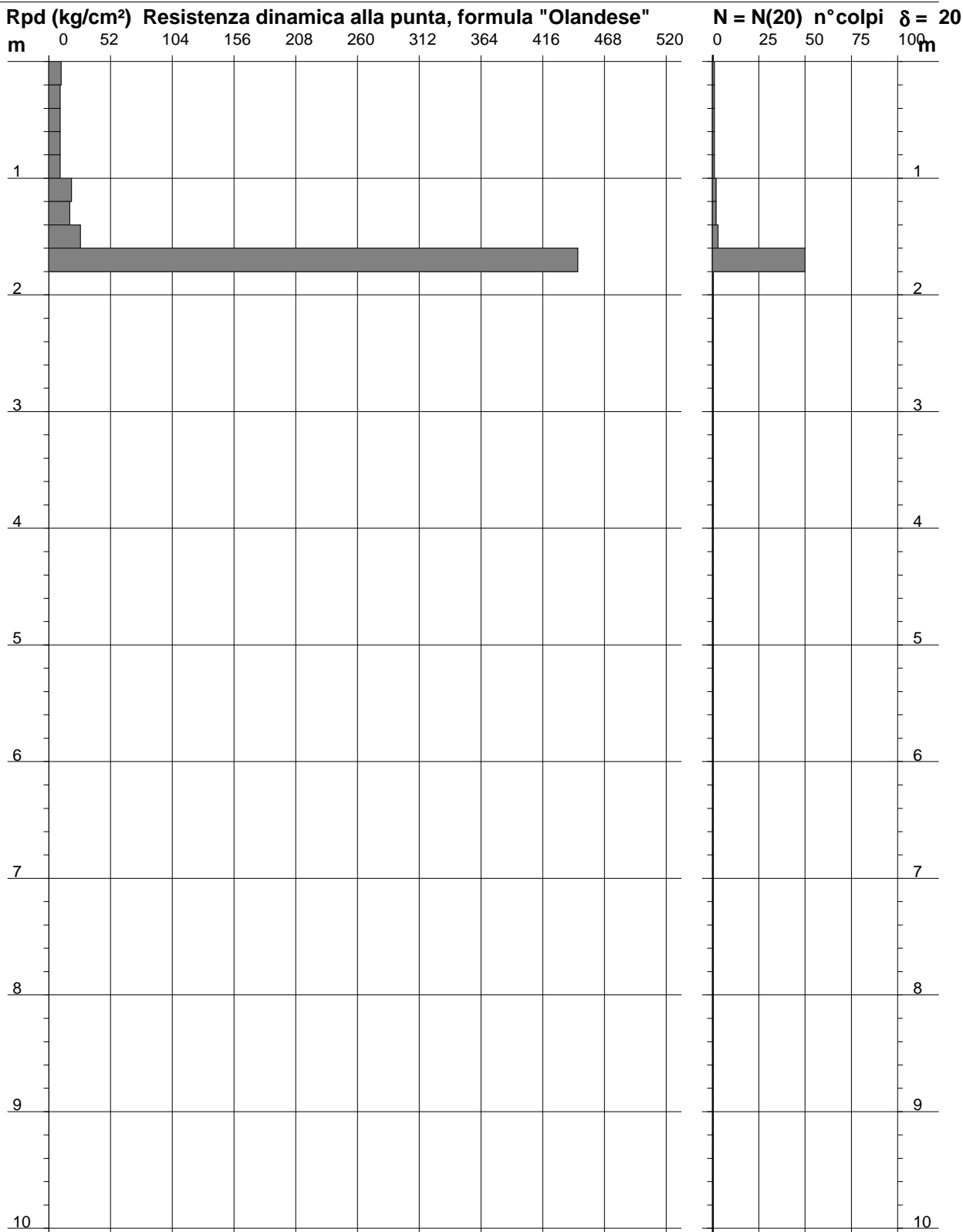
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 2
 Scala 1: 50

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
 - cantiere : Ampliamento Scuola Materna
 - località : Calamari - Pescia

- data : 03/12/2014
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata



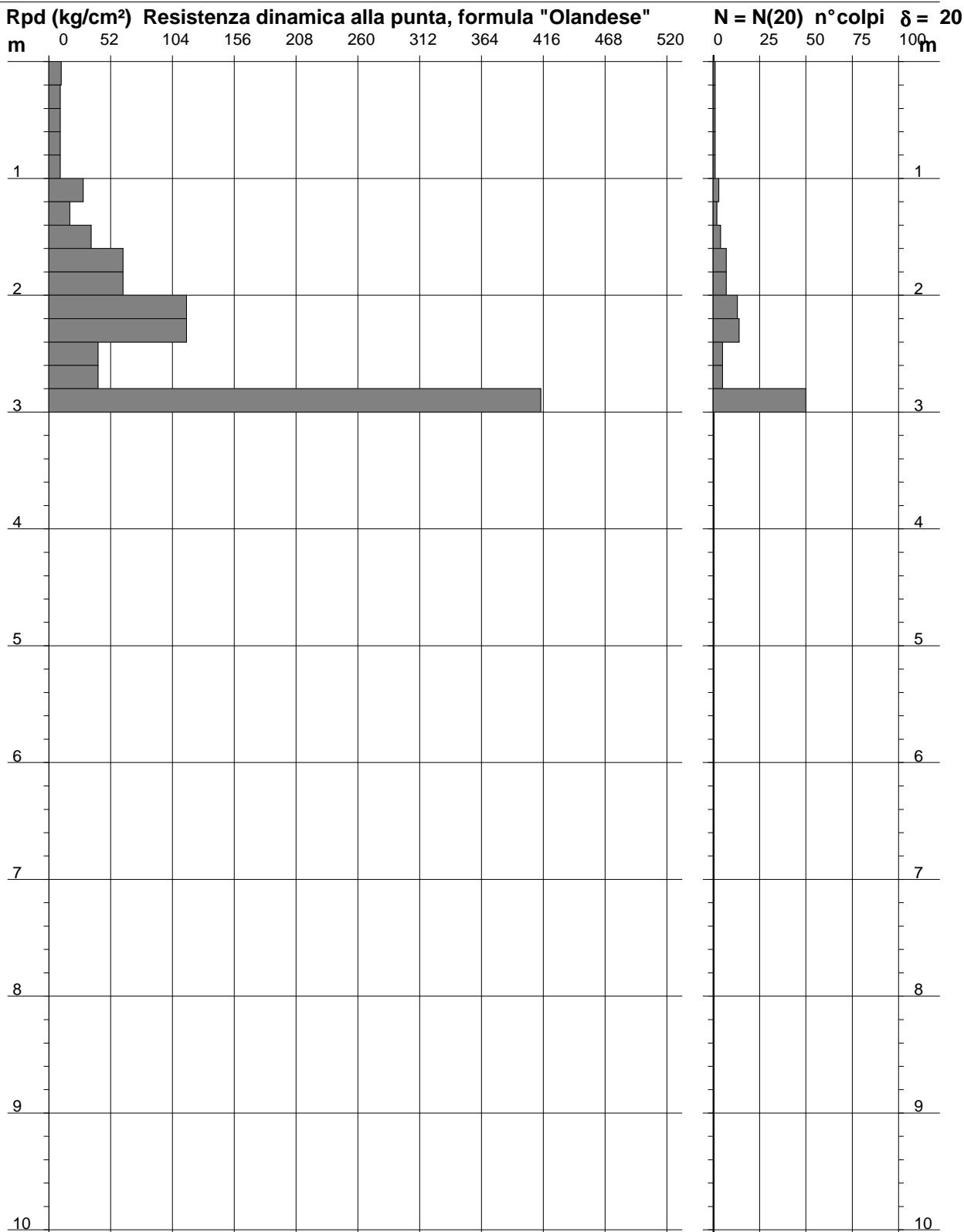
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

n° 3
 Scala 1: 50

- indagine : Dott.Menetti - Comune Pescia
 - cantiere : Ampliamento Scuola Materna
 - località : Calamari - Pescia

- data : 03/12/2014
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**