

REGIONE EMILIA ROMAGNA
COMUNE DI LOIANO

Provincia di Bologna

CONTRATTO DI DISPONIBILITA' RELATIVO ALLA
COSTRUZIONE DELLA
NUOVA SCUOLA PRIMARIA

CONTRATTO DI DISPONIBILITA'

COMUNE DI LOIANO:



ARCH. EVA GAMBERINI

REVISIONE	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	
					DATA: FEBBRAIO 2015
CODICE COMMESSA: - -					SCALA: - -
OGGETTO DELL'ELABORATO: Relazione geologica preliminare					ELABORATO NUMERO: GEO

RELAZIONE GEOLOGICO – GEOTECNICA

INDICE

INDICE	1
PREMESSA	2
1 BIBLIOGRAFIA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....	5
2.1 GEOLOGIA DEL SITO	5
2.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI	5
2.3 IDROGEOLOGIA.....	6
3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA.....	8
3.1 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA	8
3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	10
3.2.1 MODALITA' DI ELABORAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI	10
3.2.2 DEFINIZIONE DELLE UNITA' GEOTECNICHE	11
3.2.3 DISTRIBUZIONE AREALE E VERTICALE DELLE UNITA' GEOTECNICHE.....	14
4 SISMICITA'.....	18
4.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	18
4.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	19
4.2.1 EFFETTI STRATIGRAFICI	19
4.2.2 EFFETTI DI LIQUEFAZIONE.....	19
5 ANALISI DELLA INTERAZIONE TRA TERRENO E STRUTTURE.....	21
5.1 SCUOLA ELEMENTARE.....	21
5.1.1 FONDAZIONI PROFONDE – STRUTTURA SCUOLA ELEMENTARE	21
5.1.2 RILEVATO ARTIFICIALE PER LA FORMAZIONE DEL PIAZZALE.....	23
5.1.3 CALCOLO DEI CEDIMENTI	25
5.1.4 TIPOLOGIA FONDAZIONE OPERE DI CONTENIMENTO	27
5.2 SCUOLA MATERNA.....	28
5.2.1 FONDAZIONI SUPERFICIALI – STRUTTURA SCUOLA MATERNA.....	28
5.2.2 CONSIDERAZIONI IN MATERIA DI CEDIMENTI	29
5.2.3 RILEVATO ARTIFICIALE PER LA FORMAZIONE DEL PIAZZALE.....	30
5.3 STABILITA' GLOBALE DEL VERSANTE	31
5.4 OPERE DI DRENAGGIO	33
ALLEGATO 1 – OUTPUT VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE.....	34
ALLEGATO 2 – SISTEMA DI DRENAGGIO A QUOTA PIANO SCAVI	35

PREMESSA

Il presente rapporto e gli elaborati ad esso correlati vengono redatti nell'ambito del progetto di realizzazione di un nuovo complesso scolastico in località la Fratta nel comune di Loiano (Bo). Obiettivo della documentazione, redatta ai sensi della vigente normativa, è fornire il modello geologico e geotecnico dell'area che sarà interessata dalle opere di progetto ai fini delle elaborazioni proprie del livello definitivo.

Sito di progetto

La scelta del sito, già di per sé complessa per un'opera ubicata sul territorio con la conformazione orografica di Loiano (caratterizzata quasi ovunque da articolate pendici collinari e montuose), è ricaduta per intero su un versante ubicato in destra orografica della valle del Torrente Savena nelle immediate vicinanze del centro abitato; si è infatti localizzata l'area dei nuovi fabbricati scolastici in prossimità dell'esistente Scuola Media e del Palazzetto dello Sport a prefigurare la formazione di un futuro vero e proprio Polo scolastico e sportivo.

Più in particolare, l'area in oggetto si sviluppa a valle di Via Guglielmo Marconi in prossimità della palestra pubblica tra le quote di 690 e 710 metri s.l.m. con pendenze medie del 15 – 20 %; si inquadra nella sezione ctr 23.71.22 – Loiano alla latitudine media di 44° 15' 36 e longitudine 11° 19' 16.

Il comune di Loiano, nel quale ricade la località la Fratta e all'interno del quale si sviluppa per intero l'intervento in progetto, è stato attribuito in base alla nuova riclassificazione sismica della regione Emilia-Romagna (per ordinanza del P.C.M. 3274/2003) alla zona 3 di sismicità.

Gruppo di lavoro per la geologia

La complessità del rapporto tra opere e territorio derivante naturalmente dalla citata scelta ubicativa ha richiesto la formazione di un piano di lavoro e di un gruppo di lavoro ad hoc per l'analisi e la soluzione delle diverse problematiche emergenti dall'interazione terreno strutture. Nell'ambito della composizione del gruppo di progetto è stato pertanto organizzato uno specifico team di geologi dedicato alla analisi delle problematiche connesse alla geologia e idrogeologia del sito prescelto per l'installazione delle opere di progetto.

Compongono il gruppo di lavoro per la geologia:

- il dott. geol. Fabio Oliva – responsabile della prestazione specialistica e dell'integrazione interdisciplinare
- il dott. geol. Alessandro Carvisiglia – responsabile delle attività indagine, della elaborazione ed analisi dei dati da questa derivanti, e della modellizzazione geologico tecnica.
- la dott. geol. Paola Arbizzani – responsabile della elaborazione grafica a supporto del progetto.

A supporto degli studi geologici di progetto il gruppo di lavoro ha quindi progettato e diretto una specifica campagna di indagine geognostica per fornire gli elementi conoscitivi specifici del sito, eseguita nel periodo novembre – dicembre 2008. Inoltre sono state acquisite e considerate nella interpretazione le indagini già svolte per la realizzazione delle esistenti Scuola Media e Palazzetto dello Sport (campagna condotta nel mese di dicembre 1994 per la realizzazione della palestra pubblica di Loiano), adiacenti all’area di progetto.

Documentazione geologica di progetto

La documentazione geologica di progetto è strutturata come segue:

ELABORATI DATTILOSCRITTI

1. GE 01 RAPPORTO SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE
Allegati In Testo All’elaborato GE01
ALLEGATO 1 LOG STRATIGRAFICI
ALLEGATO 2 GRAFICI INTERPRETATIVI CPT
ALLEGATO 3 SISMICA A RIFRAZIONE
ALLEGATO 4 LABORATORIO GEOTECNICO
ALLEGATO 5 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
ALLEGATO 6 PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI

2. GE 02 RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA
Allegati In Testo All’elaborato GE02
ALLEGATO 1 OUTPUT VERIFICHE DI STABILITA’ GLOBALE
ALLEGATO 2 SISTEMA DI DRENAGGIO A QUOTA “PIANO SCAVI”

ELABORATI GRAFICI

- ALLEGATO 1 SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE
- ALLEGATO 2 SEZIONI GEOTECNICHE

1 BIBLIOGRAFIA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

BIBLIOGRAFIA

GUIDE GEOLOGICHE REGIONALI –APPENNINO TOSCO-EMILIANO (1992)

Soc.Geol.Italiana

RACCOMANDAZIONI SULLA PROGRAMMAZIONE ED ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE. (1977)

A.G.I. ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA

PROVE GEOTECNICHE IN SITO (1990)

Ferruccio Cestari

**CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO
REGIONE EMILIA ROMAGNA**

CESTARI F. (1990)

“Prove geotecniche in sito”

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DECRETO MINISTERIALE N. 14 Gennaio 2008

“Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI – Decreto 14 settembre 2005

“Norme Tecniche per le costruzioni”

MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI. - Decreto n. 52494 del 11/10/2004.

“Prove di Laboratorio sui terreni”

ORDINANZA N. 3274 DEL 20 marzo 2003

“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

DECRETO MINISTERIALE 11 marzo 1988

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e stabilità delle opere di fondazione. relazione geologica e geotecnica. competenze professionali”

AGI - Giugno 1977

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1 GEOLOGIA DEL SITO

L'area in esame è posta poco a sud dell'abitato di Loiano in località La Fratta in prossimità della palestra pubblica.

Dal punto di vista geologico (Rif. Fig. 1 – Carta Geologica), l'area è impostata sulla formazione di Monghidoro, costituita da alternanze arenaceo-pelitiche di origine torbidityca in strati da sottili a spessi, costituiti da una base arenacea con grana generalmente media o fine, raramente grossolana, di colore grigio-brunastra, passante a pelite grigia scuro o nerastra.

Le informazioni bibliografiche, escludono la presenza della Formazione di Monte Venere, a composizione più calcareo-marnosa rispetto alla prima, ed affiorante solo in piccoli lembi posti a distanze dal sito in oggetto di alcune centinaia di metri.

Le informazioni derivate dalla campagna di indagini eseguita nell'ambito della formazione del progetto definitivo, evidenziano la presenza nelle porzioni di terreno superficiale di una copertura a composizione prevalentemente argillosa con spessori medi non superiori a 4 metri giacente sopra la Formazione di Monghidoro che nel sito in esame mostra un rapporto pelite/arenaria nettamente a favore della prima. La formazione di Monghidoro in questo settore dell'appennino è caratterizzata da strati orientati verso Nord con inclinazione media di 15° - 20° e da una porzione di alterazione molto consistente che raggiunge spessori anche superiori a 5 metri, nei quali i caratteri di scagliosità dell'argillite o cementazione delle marne e arenarie scompaiono totalmente; in funzione della morfologia sia superficiale che del substrato roccioso sono state osservate variazioni delle coltri di detrito e di alterazione da circa 3 a oltre 10 metri.

2.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il sito di intervento, ubicato in località La Fratta nel comune di Loiano, si colloca a quote medie comprese tra 690 e 710 metri s.l.m. in un'area con morfologia tipicamente collinare e pendenze comprese tra il 15 e 20%; la mancanza di affioramenti di arenarie o substrato roccioso rende l'area morfologicamente omogenea senza rotture di pendio o scarpate strutturali.

L'area in oggetto non è interessata da fenomeni gravitativi in atto o quiescenti anche se la cartografia regionale evidenzia la presenza di varie frane quiescenti sia a valle che a monte del sito. Le prime osservazioni fatte in sito evidenziano nel complesso una area morfologicamente stabile, fatta eccezione per i movimenti superficiali di creep che caratterizzano specialmente in territorio collinare le porzioni di alterazione superficiali a comportamento prevalentemente plastico.

Morfologicamente si distingue una zona centrale elevata che divide due vallecole dove sono stati rilevati gli spessori di accumulo detritico ed alterazione della formazione di

Monghidoro più marcati. Le due vallecicole laterali, linee di drenaggio preferenziali delle acque meteoriche dell'intera area in studio, favoriscono con molta probabilità l'infiltrazione delle acque in profondità accentuando il lento fenomeno di plasticizzazione dei terreni a comportamento coesivo. Nella parte alta di una di queste è stato strumentato un inclinometro (S2) fino alla profondità di 30 metri al fine di verificare i movimenti sia in coltre di alterazione superficiale sia nella porzione superficiale integra della formazione di Monghidoro.

Nel complesso l'area (condizione ante-opera) è caratterizzata da pendenze comprese tra il 10 ed il 20% con massimi del 30 – 35 % . L'impronta della scuola materna ricade in area con pendenze medie del 25% mentre quella della scuola elementare in un'area a pendenza ridotta e mai eccedente il 20% come mostrato in figura 2 – CARTA DELLE ACCLIVITÀ'.

Non sono presenti elementi idrografici di rilievo, o comunque sono posti a distanze tali da non interferire direttamente sulla evoluzione morfodinamica del sito né sulle opere in progetto.

2.3 IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico possono essere sostanzialmente distinte due unità con differente comportamento idrogeologico:

- Formazioni a matrice prevalentemente arenacea (Formazione di Monghidoro) caratterizzate da permeabilità da media ad alta in funzione oltre che della granulometria anche dello stato di fratturazione, possono contenere falde di limitata estensione se sostenute da terreni coesivi alla base (aquiclude);
- Formazioni a matrice prevalentemente pelitica (Formazione di Monte Venere e strati pelitici della Formazione di Monghidoro): caratterizzate da permeabilità molto limitata possono contenere piccole circolazioni a gradiente imposto nei livelli a matrice più grossolana o arenacei.

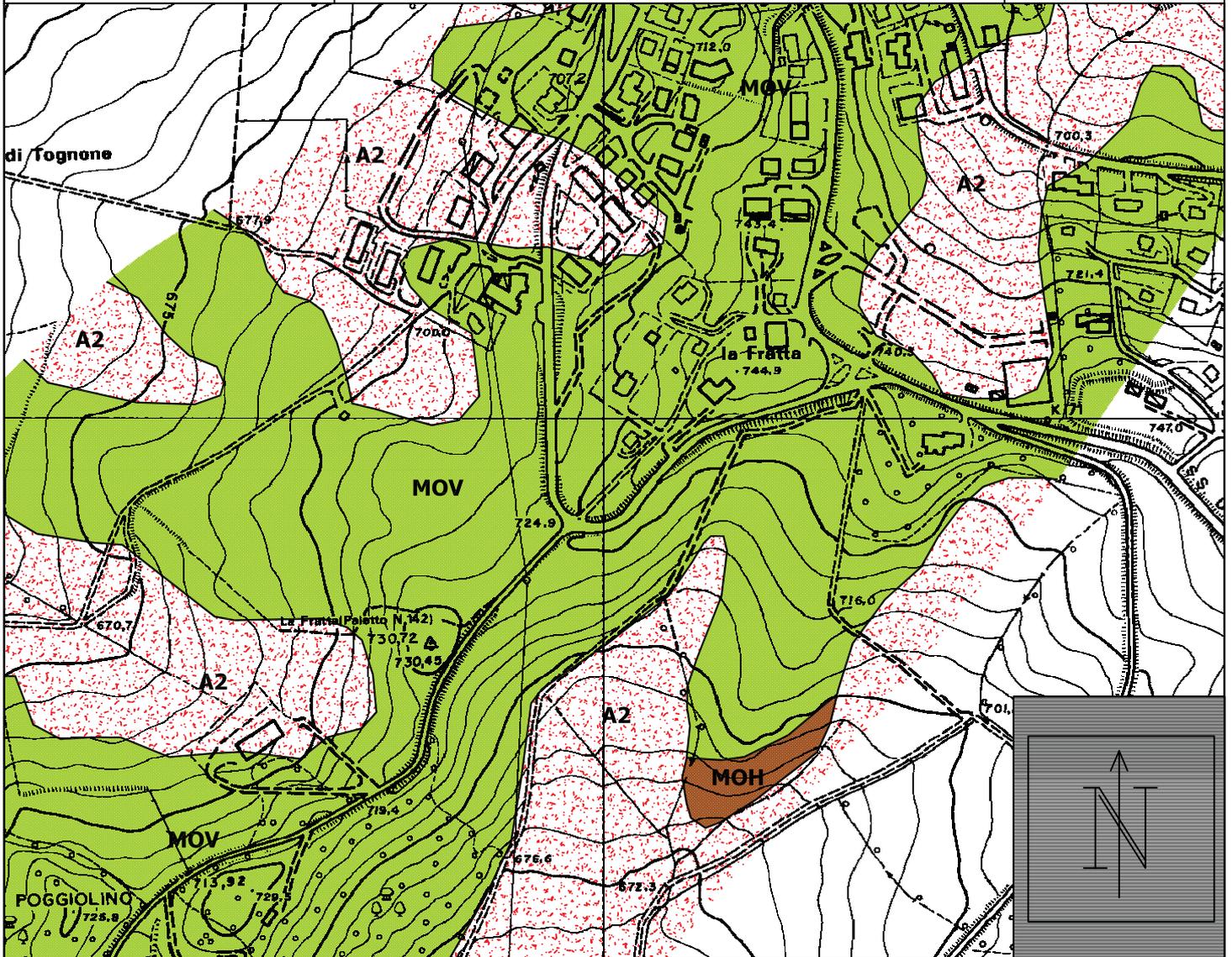
L'area destinata alla realizzazione del presente progetto si sviluppa in terreni a matrice a comportamento plastico e permeabilità ridotta (coltre di alterazione della Formazione di Monghidoro) che possono essere caratterizzate da piccole circolazioni di acqua a carattere locale solo in presenza di sacche o lenti a matrice sabbiosa.

In fase di indagine geognostica sono stati installati 6 piezometri in corrispondenza delle prove penetrometriche, al fine di verificare una possibile circolazione idrica nella coltre superficiale. Le prime letture eseguite ad inizio e fine dicembre hanno evidenziato una soggiacenza compresa tra 1.20 e 1.60 dal piano campagna fatta eccezione per il piezometro CPT4 dove la falda è stata rilevata a quota piano campagna. La falda rilevata, di tipo superficiale, è legata ai livelli sabbiosi e limo sabbiosi presenti nelle unità di alterazione superficiali, che se pur con spessori limitati e disomogeneità laterale formano per gran parte dell'area interessata dall'imposta dei nuovi fabbricati un livello continuo capace di ospitare una falda a carattere temporaneo, risultato del drenaggio delle acque di filtrazione nei rilievi a monte dell'area in esame. Come mostrato in fig. 3 – CARTA IDROGEOLOGICA – l'area



COMMITTENTE: COMUNE DI LOIANO
LOCALITA': LA FRATTA - LOIANO (BO)
PROGETTO: NUOVO PLESSO SCOLASTICO

FIGURA 1
CARTA GEOLITOLOGICA
SCALA 1:5.000



STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE C.T.R. N. 237122

LEGENDA

LITOLOGIA

-  **A2** FRANE QUIESCENTI
Litotipi eterogenei ed eterometrici in matrice pelitica apparentemente assestati.
-  **MOV** FORMAZIONE DI MONGHIDORO
Alternanze arenaceo - pelitiche in strati da sottili a spessi. Grado di cementazione buono. Cretaceo sup. - Paleocene
-  **MOH** FORMAZIONE DI MONTE VENERE
Torbiditi calcareo-marnose in strati da medi a spessi. Campaniano sup. - Maastrichtiano

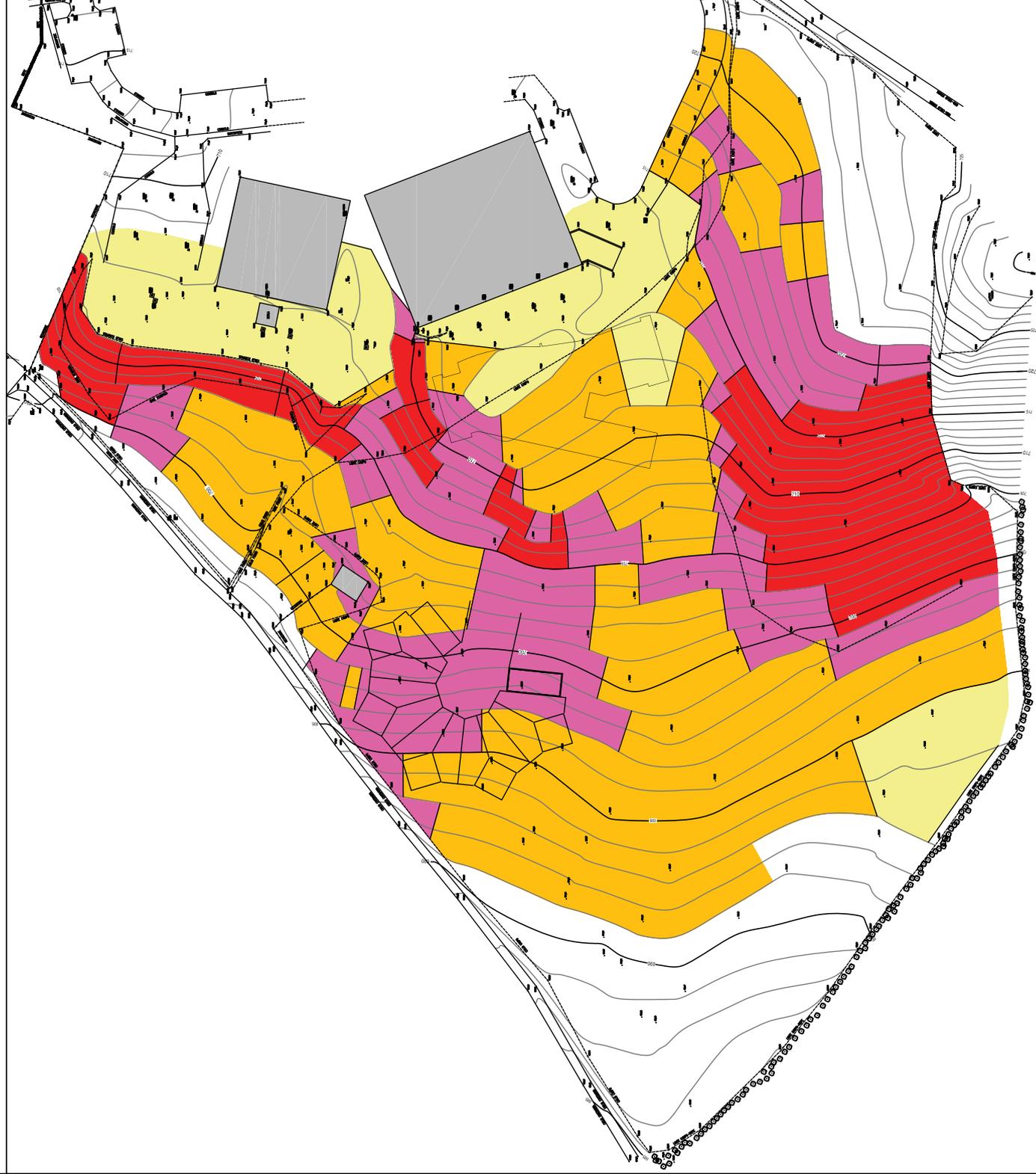
SIMBOLOGIA

-  LIMITE LITOLOGICO

SCALA GRAFICA



FIG. 2 - CARTA DELLE ACCLIVITA'



LEGENDA

CLASSE DI ACCLIVITA'

P < 10%

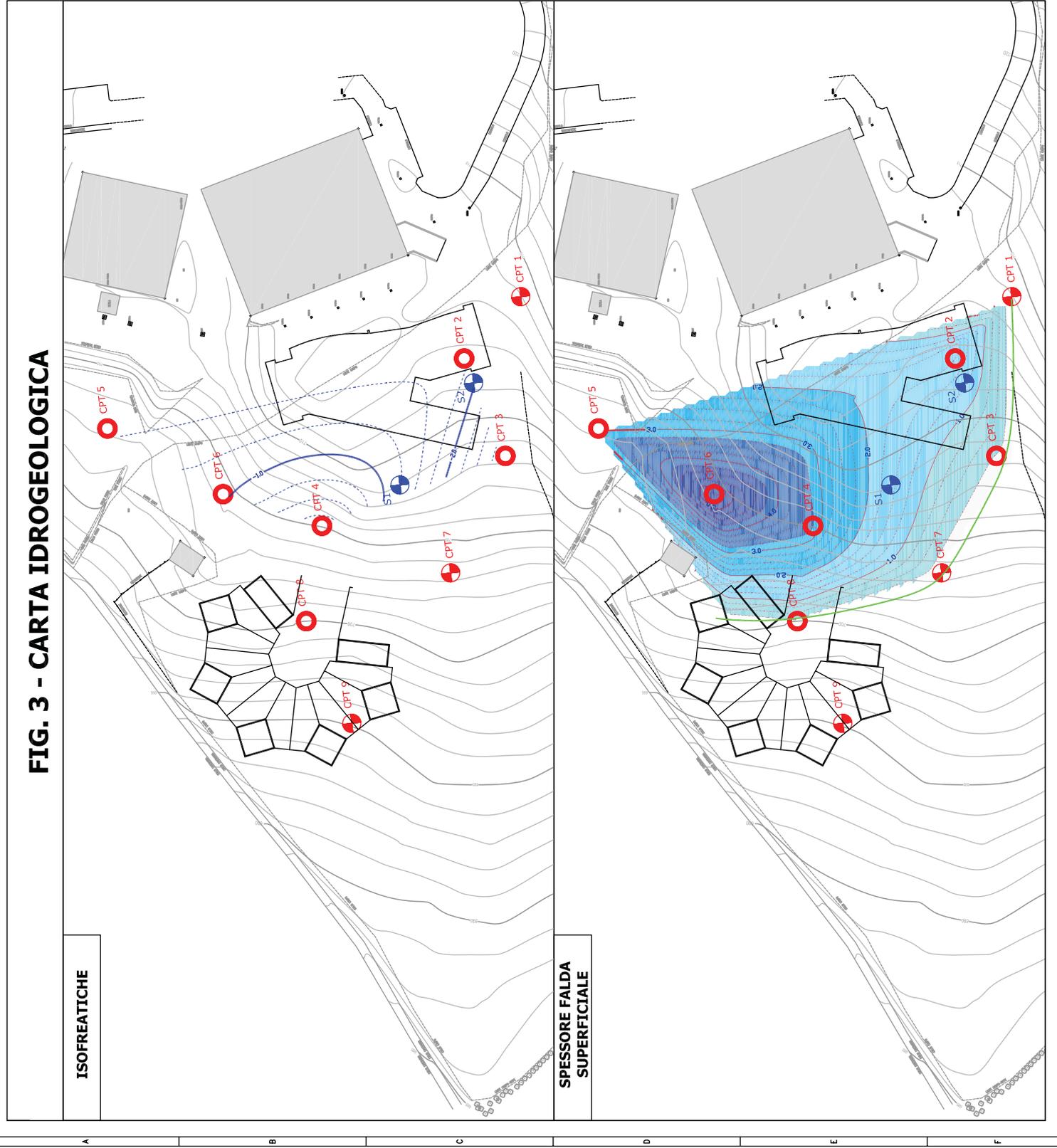
10% < P < 20%

20% < P < 30%

P > 30 %

SCALA 1:1.000

FIG. 3 - CARTA IDROGEOLOGICA



ISOFREATICHE

SPESORE Falda SUPERFICIALE

LEGENDA

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PROVA PENETROMETRICA STATICA STRUMENTATA A PIEZOMETRO

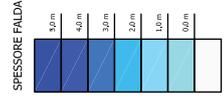
ISOFREATICA 1 m

ISOFREATICA 0.25 m

SPESORE Falda 1 m

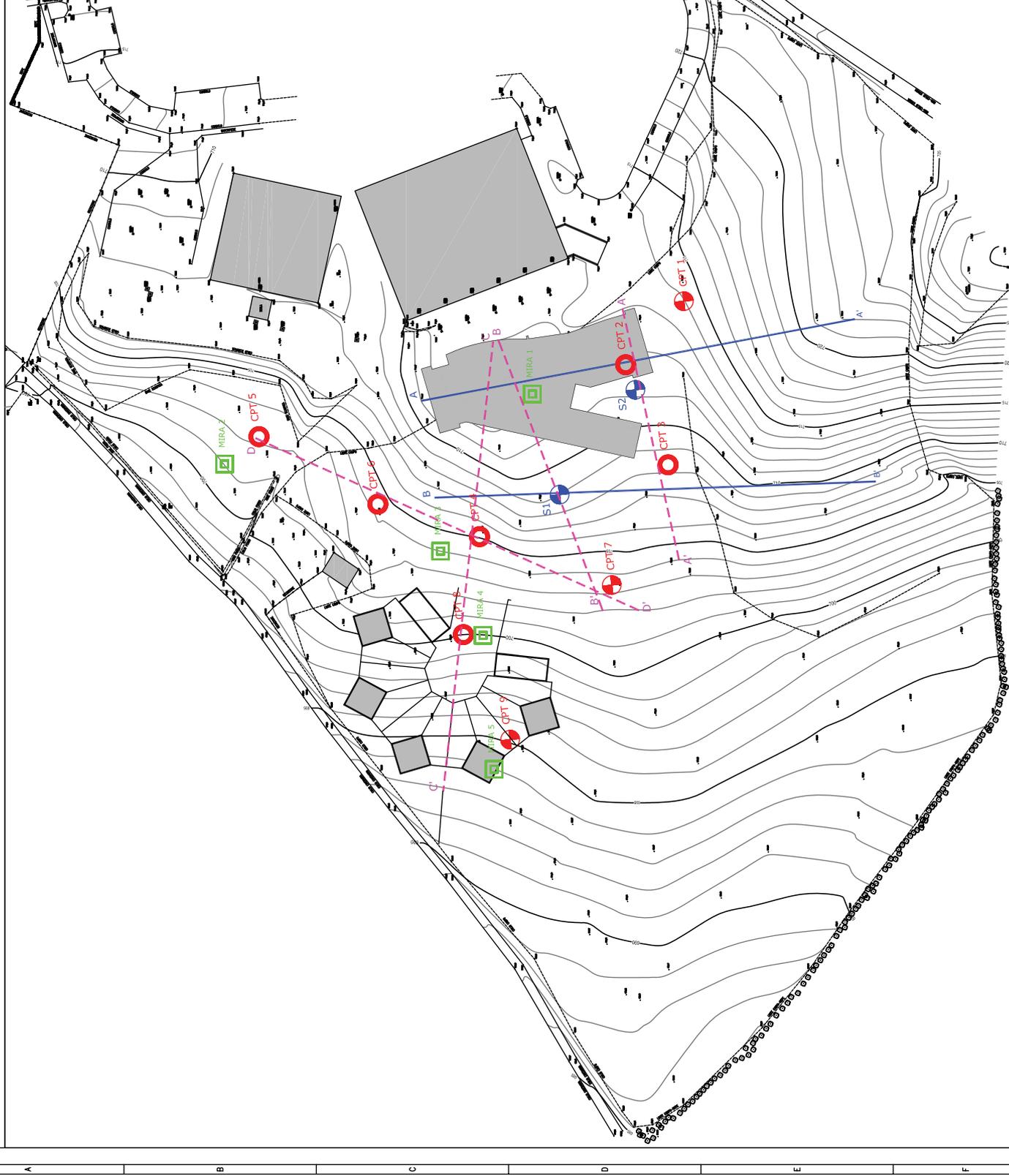
SPESORE Falda 0.25 m

LIMITE Falda SUPERFICIALE



SCALA 1:1.000

FIG. 4 - UBICAZIONE INDAGINI E SEZIONI



LEGENDA

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PROVA PENETROMETRICA STATICA
STRUMENTATA A PIEZOMETRO

SONDAGGIO GEOTECNICO STRUMENTATO CON
INCLINOMETRO

TRIVELLAZIONE

STAZIONE DI MONITORAGGIO
GEOMORFOLOGICO

TRACCIA SEZIONI LITO-STRATIGRAFICHE E
GEOTECNICHE

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE

SCALA 1:1.000

maggiormente interessata dalla presenza della falda è quella dove è prevista l'imposta del fabbricato della scuola elementare in corrispondenza della quale si hanno i maggiori spessori di coltre detritica e di alterazione superficiale. Si ha un graduale approfondimento del livello della falda fino al suo esaurimento in corrispondenza del Piezometro CPT 7 zona nella quale si assiste ad un assottigliamento della coltre superficiale; in corrispondenza dell'area di imposta della scuola materna, dove è stato osservato il massimo assottigliamento della coltre detritica non è stata osservata la presenza di falda.

L'area nella quale è stato installato il piezometro CPT 4, dove sono stati osservati i massimi spessori di coltre detritica e/o alterazione superficiale, è caratterizzata da una soggiacenza a piano campagna, evidenziando almeno in questo specifico settore una falda in modesta pressione, fattore dovuto con probabilità agli spessori e quindi ai carichi maggiori agenti sull'orizzonte sabbioso.

In figura 3 è stata inoltre elaborata una carta dei possibili spessori della falda, ottenuta per differenza tra i valori di soggiacenza e il tetto dell'unità UG2A. Ipotizzando quindi il livello impermeabile alla base della coltre detritica si ottengono i massimi spessori della falda in corrispondenza dell'allineamento delle prove CPT4-CPT5-CPT6 con valori variabili tra 3.0 e 4.0 metri. Il dettaglio dei risultati è descritto nel paragrafo 3.1 – Caratterizzazione litostratigrafica.

3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA

3.1 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

La campagna di indagine ha confermato la presenza di terreni a grana da fine a molto fine con alternate lenti o orizzonti sabbioso-limoso di spessore limitato. Pur trattandosi di sedimenti nel complesso coesivi, è stata riscontrata una discreta disomogeneità litologica sia laterale che verticale con alternanze, talora molto fitte, di termini variabili dall'argilla deb. limosa fino al limo sabbioso.

Al fine di schematizzare l'assetto litostratigrafico del sito sono state prese a riferimento quattro sezioni tipo, A-A', B-B', C-C' e D-D' la cui ubicazione è indicata in figura 4 – Ubicazione indagini e sezioni, utilizzate sia per il modello litostratigrafico che geotecnico. E' presentato inoltre uno schema litostratigrafico

Nel complesso l'area è caratterizzata da una coltre superficiale di detrito ed alterazione a composizione prevalentemente coesiva con alternate lenti o sottili livelli sabbiosi o limo sabbiosi con spessori totali variabili tra 1 e 4 metri.

Stratigraficamente sottostante alla coltre detritica troviamo la Formazione di Monghidoro caratterizzata da uno strato superficiale alterato a composizione argilloso-limosa esteso a gran parte dell'area in esame, con spessori massimi in corrispondenza dell'area di imposta della scuola elementare (2 – 4 metri) via via decrescenti procedendo verso valle fino ad annullarsi in corrispondenza dell'area di imposta della scuola materna.

A seguire è presentata la descrizione delle singole sezioni litostratigrafiche il cui riferimento grafico è riportato negli elaborati grafici EG 01.

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A-A' (ALLEGATO EG-01A)

E' caratterizzata dalla presenza di una coltre detritica con spessori omogenei di circa 3.5 metri a composizione argilloso-limosa con alternate lenti limo sabbiose o sabbiose in corrispondenza delle quali si riscontra la presenza di una falda sospesa che assume la sua massima potenza in corrispondenza dell'area di imposta della scuola elementare dove è stata osservata una soggiacenza media compresa tra 1.2 e 1.6 metri.

Proseguendo verso il basso si ha la Formazione di Monghidoro caratterizzata da una porzione superficiale alterata a composizione limo argillosa con spessori massimi in corrispondenza della zona di imposta della scuola elementare (4.4 metri) decrescenti in direzioni della prova CPT3 fino ad annullarsi procedendo a valle dell'area in esame. La porzione alterata unitamente agli orizzonti di base della coltre detritica sostengono la circolazione idrica osservata negli orizzonti detritici a matrice sabbiosa.

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA B-B' (ALLEGATO EG-01B)

E' caratterizzata dalla presenza di una coltre detritica con spessori variabili da poco meno di un metro fino ad oltre 4 con un massimo di 4.4 metri in corrispondenza del sondaggio S2,

eseguito poco a valle dell'area di imposta della scuola elementare dove invece sono stati rilevati spessori compresi tra 2.5 e 3.0 metri.

Qui la falda superficiale, tracciata per estrapolazione dai livelli misurati nei piezometri limitrofi è caratterizzata da una soggiacenza di 0.5 – 1.0 metri in corrispondenza della scuola elementare via via decrescenti procedendo verso valle. La massima potenza anche in questo caso si ha poco a valle della scuola elementare, per poi esaurirsi con l'assottigliamento della coltre superficiale.

In corrispondenza di questa sezione la Formazione di Monghidoro mantiene una porzione alterata superficiale di circa 5 metri quasi lungo tutto il suo spessore decrescenti in direzione della prova CPT 7 dove lo spessore scende a poco meno di 2.5 metri.

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA C-C' (ALLEGATO EG-01C)

Questa sezione interessa sia il fabbricato della scuola elementare che quello della scuola materna mettendo in evidenza le variazioni stratigrafiche procedendo da monte a valle dell'area interessata dal presente progetto. La coltre detritica assume il suo massimo spessore nella zona intermedia posta tra le due strutture con circa 8.0 metri. In corrispondenza della scuola elementare gli spessori assumono valori costanti di circa 2.2 metri raggiungendo il minimo di 1.0 metri in corrispondenza della scuola materna, valore mantenuto costante per quasi tutta la sua impronta. La falda superficiale, strettamente correlata alle variazioni in spessore della coltre superficiale assume il suo massimo spessore e la soggiacenza a piano campagna in corrispondenza della prova CPT4 dove probabilmente, il carico maggiore di terreni sull'orizzonte sabbioso conferisce alla falda una modesta pressione.

Proseguendo verso il basso si ha la Formazione di Monghidoro caratterizzata da una porzione superficiale alterata di circa 4.5 nella zona di imposta della scuola elementare e 1.5 metri nell'area di impronta della scuola materna.

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA D-D' (ALLEGATO EG-01D)

Questa sezione è stata tracciata al fine di mettere in evidenza le forti variazioni laterali che caratterizzano dal punto di vista stratigrafico il sito in esame ed in particolare il settore compreso tra le aree di imposta dei due fabbricati. Si osserva un forte ispessimento della coltre detritica in corrispondenza della prova CPT4 che raggiunge circa 8.0 metri di spessore rispetto ai 4.0 metri medi osservati nella porzione di monte del sito e ai circa 1.0 – 2.0 metri della porzione di valle. Fatta eccezione dell'area più orientale tutta la zona centrale è caratterizzata dalla presenza della falda superficiale con soggiacenze comprese tra 1.00 e 1.60 metri circa ad eccezione del punto di misura CPT4 dove, come già detto, la falda in leggera pressione è caratterizzata da una soggiacenza a piano campagna.

La porzione alterata della Formazione di Monghidoro presenta il suo massimo spessore in corrispondenza della prova CPT6 e assume il carattere tipico di alternanza pelite/arenaria a partire da 9.0 – 10.0 metri di profondità da piano campagna.

3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

3.2.1 MODALITA' DI ELABORAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

L'attribuzione dei parametri geotecnici stata fatta sulla base dell'interpretazione delle prove CPT e la taratura eseguita sulle prove fisico-meccaniche di laboratorio, i cui grafici interpretativi sono riportati nell'allegato 3 della relazione di sintesi delle indagini insieme ai parametri caratteristici di ciascun strato. Per i terreni a componente coesiva prevalente è stato scelto come parametro rappresentativo la coesione non drenata C_u , mentre per quelli a componente granulare prevalente l'angolo di attrito interno φ .

L'omogeneità laterale delle unità geotecniche rilevate nonché la limitata presenza di termini a comportamento intermedio (limi argilloso/sabbiosi) ha permesso per ciascuna di esse di ottenere una buona caratterizzazione geotecnica dalle sole prove CPT in termini di parametri a breve termine per i termini coesivi e a lungo termine per quelli granulari. Le prove di laboratorio, oltre a confermare la parametrizzazione eseguita sui dati delle CPT, hanno permesso di ricavare i pesi di unità di volume delle unità geotecniche ed affinarne dove necessario la parametrizzazione come nel caso dei termini argillosi dove è stato possibile ricavare i parametri a lungo termine della coesione effettiva C' e dell'angolo di attrito interno φ' .

La parametrizzazione è stata eseguita secondo quanto dettato dal D.M. 14 Gennaio 2008 che prevede l'attribuzione a ciascun strato geotecnico di una doppia tripletta di valori per il parametro rappresentativo (in questo caso C_u o φ).

Ciascuna tripletta tiene conto del fatto che la superficie di rottura generata dall'applicazione di un carico di fondazione, sia grande o piccola o che le fluttuazioni del parametro rappresentativo siano confrontabili o meno con il volume di terreno interessato dall'imposta della fondazione.

Ciascuna tripletta è composta dal valore medio X_M , dal valore caratteristico X_k ed infine dal valore di progetto X_D (X = parametro rappresentativo).

Il valore medio, uguale per entrambe le triplette, è calcolato sulla media dei valori del parametro X rilevati in tutto il suo spessore;

Il valore caratteristico è determinato, nel caso di superficie di rottura grande, come il 5° percentile della media (generalmente di poco inferiore alla media), nel caso di superficie di rottura piccola, come il 5° percentile della distribuzione ovvero dell'intero campione.

Infine il valore di progetto è calcolato applicando ai valori caratteristici un coefficiente riduttivo attribuito in funzione del parametro caratteristico e dell'approccio utilizzato nella verifica della portanza.

Approccio 1: Doppia combinazione – coefficiente di riduzione $M_2 = 1.25$ per φ e 1.40 per C_u .

Approccio 2: Combinazione unica – coefficiente di riduzione $M_1 = 1.0$ sia per φ che per C_u .

Nelle schede relative al calcolo dei parametri geotecnici riportate in allegato 1, i parametri di progetto X_D sono stati calcolati ipotizzando l'approccio 1, nel caso invece si utilizzi l'approccio di progetto 2, $X_k = X_D$.

Nei paragrafi successivi è presentata la caratterizzazione di dettaglio di ciascuna unità geotecnica e la loro distribuzione areale nel sito di interesse progettuale con particolare attenzione alle aree di imposta della scuola materna e della scuola elementare rimandando agli elaborati EG 02 per la visualizzazione degli spessori in corrispondenza di ciascuna sezione.

3.2.2 DEFINIZIONE DELLE UNITA' GEOTECNICHE

Al fine di schematizzare e modellizzare le differenti caratteristiche geotecniche rilevate nel volume di terreno di interesse progettuale sono state prese a riferimento quattro sezioni rappresentative dell'area, sulla base delle quali sono state anche costruite le sezioni litostratigrafiche. Le unità geotecniche che saranno descritte a seguire sono state parametrizzate considerando tutte le variazioni riscontrate sia lateralmente che verticalmente. I valori forniti per singola unità geotecnica rappresentano quindi un range di valori osservato, mentre i valori reali rilevati per ogni singola prova sono riportati in allegato 3. La necessità di dover considerare un range di valori, nasce oltre che dalla reale variabilità riscontrata, anche dal fatto di dover rappresentare un modello geotecnico idoneo a fornire una zonazione geotecnica sia verticale che orizzontale rappresentativa del sito.

Per la descrizione delle unità geotecniche (rif. Elaborati grafici EG 02) sono stati utilizzati i parametri X_k e X_D , calcolati in condizioni di superficie di rottura grande ipotizzando l'utilizzo di fondazioni rigide di grande diametro idonee a compensare totalmente le fluttuazioni stocastiche evidenziate nell'andamento dei parametri stessi lungo la verticale delle prove CPT.

Le triplette complete per ogni singolo strato sono riportate nell'allegato 3 della relazione di sintesi sulle indagini.

UNITA' UG1 A

Costituita da Argilla limosa è caratterizzata da proprietà fisico meccaniche mediocri. E' stata rilevata per uno spessore medio di 1.0 mostrando una buona continuità laterale nella porzione di monte del sito in esame e assottigliandosi fino a scomparire in corrispondenza della porzione di valle dove è prevista l'imposta della scuola materna. Dal punto di vista sismico non è distinguibile dalla sottostante unità UG1 B per via degli spessori esigui ed insieme a quest'ultima è quella caratterizzata dai valori di V_s più bassi rilevati. Trattandosi di uno strato superficiale è stato caratterizzato con le sole prove CPT in termini di coesione non drenata. La risposta sismica simile a quella dell'unità UG1 B permette di attribuirle gli stessi valori di unità di peso di volume dell'unità sottostante, rilevati con le prove di laboratorio geotecnico.

$$\gamma = 18.7 \text{ kN/m}^3$$

$$C_{u_k} = 19.6 - 34.3 \text{ kN/m}^2$$

$$Cu_D = 14.0 - 24.5 \text{ kN/m}^2$$

$$Vs = 70 - 90 \text{ m/s}$$

UNITA' UG1 B

Costituita prevalentemente da argille limo-sabbiose e subordinatamente da sabbie e limi sabbiosi è caratterizzata da proprietà fisico meccaniche nel complesso medio-basse. La caratterizzazione geotecnica è stata eseguita distinguendo i termini coesivi (argilla + limo \cong 90%) da quelli a comportamento granulare. Nell'insieme mostra spessori variabili da 2.0 ad oltre 6.0 metri in corrispondenza dell'allineamento CPT4 - CPT5 fino ad assottigliarsi a spessori inferiori al metro in corrispondenza delle aree di imposta della scuola materna. Gli orizzonti granulari, pur se limitati come distribuzione sia verticale che laterale assumono importanza per il fatto che contengono una falda superficiale sospesa, localmente in pressione, con soggiacenza media di 1.2 - 1.6 metri. Dal punto di vista sismico è caratterizzata da velocità delle onde s molto basse confermandone la natura detritica o di alterazione.

La caratterizzazione geotecnica, eseguita con le prove CPT è stata affinata con le prove di laboratorio che hanno permesso di determinarne per i termini coesivi i parametri a lungo termine. Dato il forte rimaneggiamento al quale questa unità geotecnica è sottoposta per via dei movimenti superficiali tipo creep, le prove hanno permesso di evidenziarne anche i parametri residui in assenza o quasi di coesione.

Visto l'elevato numero di dati collezionati con le prove CPT, la caratterizzazione eseguita con queste prove permette comunque di avere parametri più affidabili in termini di ripetitività del dato, anche se solamente in termini di condizioni a breve termine.

TERMINI COESIVI

$$\gamma = 18.7 \text{ kN/m}^3$$

$$Cu_K = 49.0 - 68.5 \text{ kN/m}^2$$

$$Cu_D = 35.0 - 48.9 \text{ kN/m}^2$$

$$C_K' \cong 19 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi_K = 22^\circ - 24^\circ$$

Condizioni residue

$$\phi_{\text{residuo}} = 22^\circ$$

$$C' = 0$$

$$Vs = 70 - 90 \text{ m/s}$$

TERMINI GRANULARI

$$\gamma = 18.7 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi_K = 24.0^\circ - 28.0^\circ$$

$$\varphi_D = 20.0^\circ - 23.3^\circ$$

$$V_s = 70 - 90 \text{ m/s}$$

UNITA' UG2 A

Costituita prevalentemente da argille limose e subordinatamente da sabbie e limi sabbiosi è caratterizzata da proprietà fisico meccaniche nel complesso medie. Anche in questo caso la caratterizzazione geotecnica è stata eseguita distinguendo i termini coesivi (argilla + limo $\cong 90\%$) da quelli a comportamento granulare. Mostra spessori variabili con massimi di 4.0 metri nella porzione a monte e spessori decrescenti fino a 1.0 - 2.0 nelle porzioni più a valle.

La caratterizzazione geotecnica, eseguita con le prove CPT è stata affinata con le prove di laboratorio che hanno permesso anche in questo caso di determinarne per i termini coesivi i parametri a lungo termine.

Dal punto di vista sismico questa unità come la sottostante UG2 B mostra un incremento delle velocità V_s con la profondità con medie dell'ordine di

Visto l'elevato numero di dati collezionati con le prove CPT, la caratterizzazione eseguita con queste prove permette comunque di avere parametri più affidabili in termini di ripetitività del dato, anche se solamente in termini di condizioni a breve termine.

TERMINI COESIVI

$$\gamma = 18.9 \text{ kN/m}^3$$

$$C_{uK} = 147.0 - 157.0 \text{ kN/m}^2$$

$$C_{uD} = 105.0 - 112.0 \text{ kN/m}^2$$

$$C_K' \cong 6 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi_K = 25^\circ$$

$$V_s = 360 - 450 \text{ m/s}$$

TERMINI GRANULARI

$$\gamma = 18.9 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_K = 30.0^\circ - 35.0^\circ$$

$$\varphi_D = 25.0^\circ - 29.2^\circ$$

$$V_s = 360 - 450 \text{ m/s}$$

UNITA' UG2 B

Costituita da Argilla limosa è caratterizzata da proprietà fisico meccaniche elevate. E' stata rilevata per uno spessore medio variabile tra 1 e 2.0 metri mostrando una buona continuità laterale sia nella porzione di valle che di monte.

Costituisce la porzione di alterazione immediatamente sovrastante il substrato (Unità UG2 C) conservandone in parte le caratteristiche di resistenza. Trattandosi di uno strato con

spessore limitato e struttura parzialmente scagliosa è stato caratterizzato con le sole prove CPT in termini di coesione non drenata. La risposta sismica simile a quella dell'unità UG2 A permette di attribuirle gli stessi valori di unità di peso di volume dell'unità sovrastante, rilevati con le prove di laboratorio geotecnico.

$$\gamma = 18.9 \text{ kN/m}^3$$

$$C_{uK} = 390 \text{ kN/m}^2$$

$$C_{uD} = 275 \text{ kN/m}^2$$

$$V_s = 400 - 450 \text{ m/s}$$

UNITA' UG2 C

Costituisce il substrato dell'area ed è costituito in prevalenza da termini pelitici con subordinati livelli arenacei con grado di cementazione da blando a medio crescente con la profondità. E' stato osservato in foro di sondaggio fino ad oltre 30 metri dal piano campagna, costituendo di fatto, per continuità laterale e verticale maggiormente rappresentativa del sito in esame, ma la meno importante dal punto di vista progettuale in quanto ad interazione limitata con le strutture in progetto.

Dal punto di vista sismico è quella caratterizzata da velocità delle onde s più elevate con medie di 800 m/s fino alla profondità di 20 - 30 metri dal piano campagna. La superficie sismostratigrafica che segna il passaggio a 800 m/s non coincide con il tetto dell'unità geotecnica ma è posta mediamente ad una profondità di 1.0 - 2.0 metri da quest'ultimo. Le profondità indicate per il tetto dell'unità UG2 C indicano comunque il passaggio tra comportamento plastico (unità UG2 B) e comportamento semilitoide (Unità UG2 C) della serie dei terreni in esame.

3.2.3 DISTRIBUZIONE AREALE E VERTICALE DELLE UNITA' GEOTECNICHE

In figura 5 e 6 sono rispettivamente rappresentate le isobate del tetto dell'unità UG2B e UG2C; la prima figura permette di rappresentare gli spessori totali delle unità UG1A, UG1B e UG2A che pur con caratteristiche geotecniche differenti e crescenti con la profondità, nell'insieme rappresentano la porzione di terreno soggetta a deformazioni e causa di instabilità.

Nel complesso si distinguono due zone con caratteristiche nettamente differenti, la porzione di monte caratterizzata da forti spessori delle unità superficiali ed un substrato posto a profondità medie di 7.0 - 8.0 metri, e la porzione di valle caratterizzata da profondità del substrato non superiori a 3.0 metri.

Area destinata alla realizzazione della scuola elementare

In tutto il settore di monte si osservano spessori delle unità superficiali (UG1A, UG1B e UG2A) comprese tra 4.0 e 7.5 metri con l'area della scuola elementare interessata da spessori

medi variabili tra 5.0 e 6.5 metri. In corrispondenza di questa area il substrato è interessato da una porzione di alterazione superficiale (unità UG2B) con spessori variabili da 1.0 ad oltre 2.0 metri e nel complesso l'area interessata dall'impronta della scuola elementare viene ad essere caratterizzata da profondità del tetto del substrato (unità UG2C) variabili tra 5.0 e 8.5 metri dall'attuale piano campagna.

Area destinata alla realizzazione della scuola materna

L'assetto geotecnico osservato in questo settore del sito in esame si discosta da quello rilevato nel settore di monte, con spessori totali delle unità UG1+UG2A non superiori a 3.0 metri. Gli spessori maggiori possono essere osservati nella porzione dell'impronta della scuola materna posta più a monte, dove si osserva un repentino assottigliamento delle unità superficiali ed una risalita del substrato roccioso a quote comprese tra 2.0 e 2.5 metri. In questa area inoltre il substrato è caratterizzato da una porzione di alterazione superficiale (unità UG2B) modesta con spessori non superiori a 1.0 metri.

3.2.4 DEFINIZIONE DELLE SEZIONI GEOTECNICHE DI PROGETTO

Al fine di meglio rappresentare le differenze geotecniche rilevate nel sito in esame e consentire una migliore lettura in chiave di interazione terreno/strutture, si è preferito schematizzare tre differenti sezioni geotecniche di progetto, una rappresentativa dell'area destinata alla progettazione della scuola elementare e due rappresentative della scuola materna, distinguendo la zona di valle e quella di monte rispetto alla posizione prevista da progetto. La distinzione si rende necessaria a causa delle forti differenze riscontrate nella distribuzione verticale delle unità geotecniche ed al conseguente differente approccio progettuale che interesserà le due strutture.

Nelle unità UG1B e UG2A è stata aggiunta la caratterizzazione geotecnica in termini di angolo di attrito per gli orizzonti sabbiosi e sabbioso-limosi. Nel complesso comunque tali unità mantengono un comportamento prevalentemente coesivo.

SEZIONE GEOTECNICA DI PROGETTO SCUOLA ELEMENTARE (SEZIONE 1)

0.0 m – 1.0 m UNITA' GEOTECNICA UG 1A

$$\begin{aligned} \gamma &= 18.7 \text{ kN/m}^3 \\ C_{uK} &= 19.6 \text{ kN/m}^2 \\ C_{uD} &= 14.0 \text{ kN/m}^2 \\ \nu \text{ (c. di poisson)} &= 0.47 \end{aligned}$$

1.0 m – 3.0 m UNITA' GEOTECNICA UG 1B

$$\begin{aligned} \gamma &= 18.7 \text{ kN/m}^3 \\ C_{uK} &= 49.0 \text{ kN/m}^2 \\ C_{uD} &= 35.0 \text{ kN/m}^2 \\ C_K' &\cong 19.0 \text{ kN/m}^2 & C'_{\text{RESIDUO}} &: 0 \\ \varphi_K &= 22^\circ & \varphi &= 22^\circ \\ \nu \text{ (c. di poisson)} &= 0.47 \end{aligned}$$

Termini a Comportamento Prevalentemente Granulare

$$\begin{aligned} \varphi_K &= 24^\circ \\ \varphi_D &= 20^\circ \end{aligned}$$

3.0 m – 5.0 m UNITA' GEOTECNICA UG 2A

$$\begin{aligned} \gamma &= 18.9 \text{ kN/m}^3 \\ C_{uK} &= 147.0 \text{ kN/m}^2 \\ C_{uD} &= 105.0 \text{ kN/m}^2 \\ C_K' &\cong 6.0 \text{ kN/m}^2 \\ \varphi_K &= 25^\circ \\ \nu \text{ (c. di poisson)} &= 0.43 \end{aligned}$$

Termini a Comportamento Prevalentemente Granulare

$$\begin{aligned} \varphi_K &= 30^\circ \\ \varphi_D &= 25^\circ \end{aligned}$$

5.0 m – 8.0 m UNITA' GEOTECNICA UG 2B

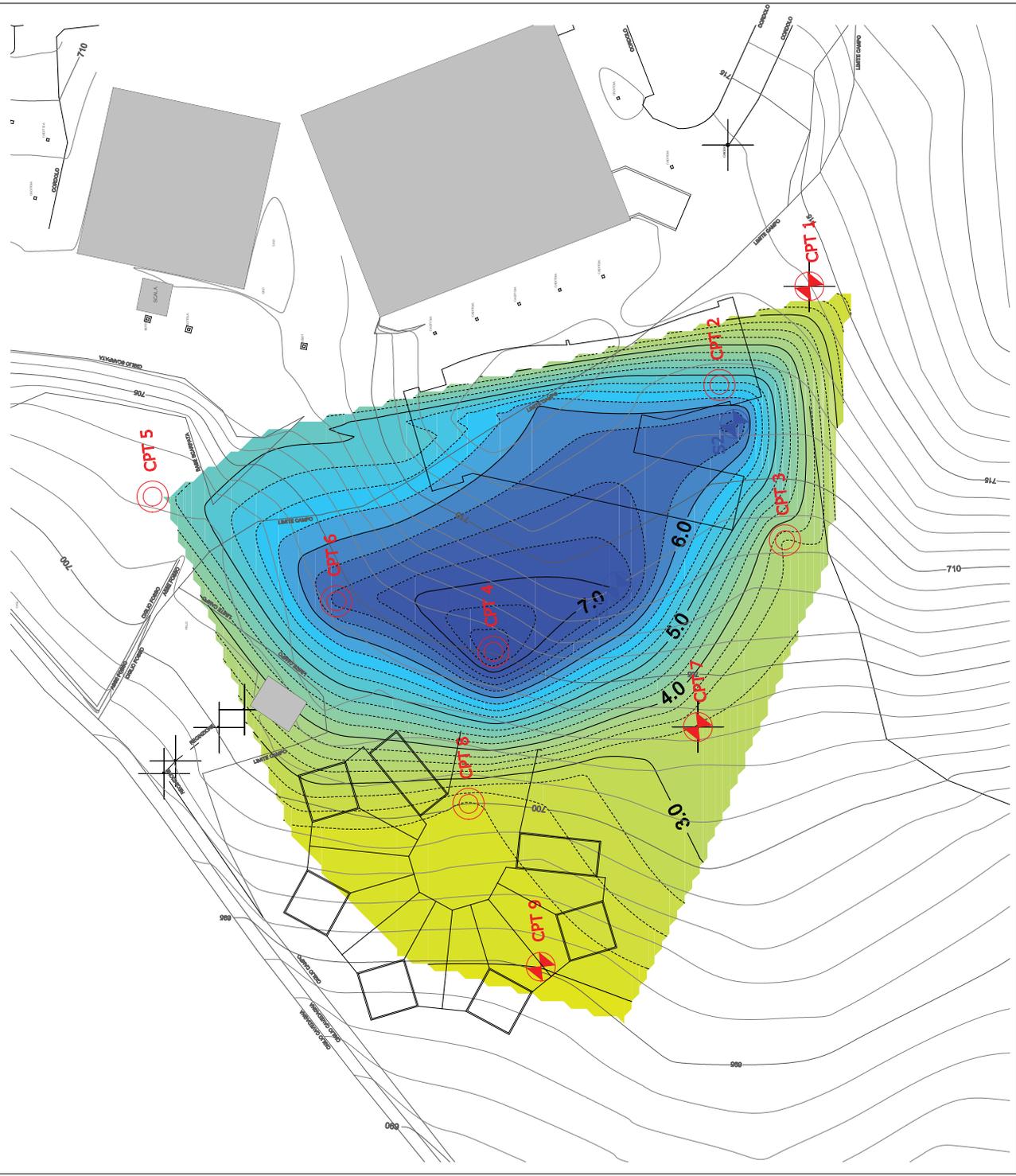
$$\begin{aligned} \gamma &= 18.9 \text{ kN/m}^3 \\ C_{uK} &= 390 \text{ kN/m}^2 \\ C_{uD} &= 275 \text{ kN/m}^2 \\ \nu \text{ (c. di poisson)} &= 0.39 \end{aligned}$$

8.0 – 30.0 UNITA' GEOTECNICA UG 2C

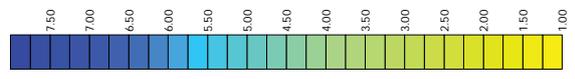
Terreno con caratteristiche semilitoidi

Presente falda superficiale con profondità media dal piano campagna di 1.0 metri

FIG. 5 - CARTA DEL TETTO DELL'UNITA' GEOTECNICA UG2B

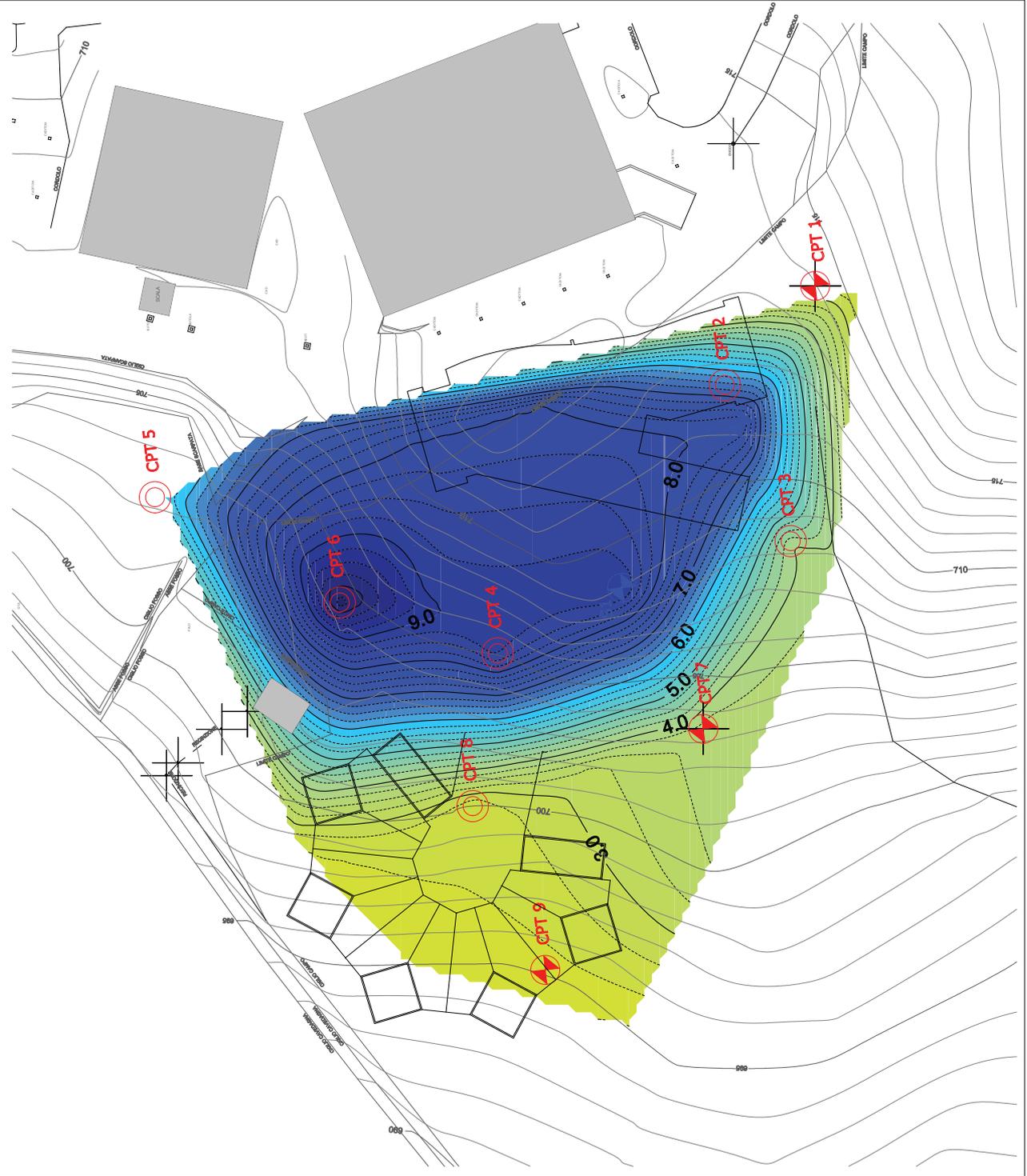


LEGENDA



FUORI SCALA

FIG. 6 - CARTA DEL TETTO DEL SUBSTRATO (UNITA' UG3)



LEGENDA



FUORI SCALA

SEZIONE GEOTECNICA DI PROGETTO SCUOLA MATERNA (SEZIONE 2-lato valle)

A seguire sono schematizzati solamente gli spessori di ciascuna unità; per la caratterizzazione si rimanda alla descrizione della precedente sezione geotecnica di progetto.

0.0 – 1.0 UNITA' GEOTECNICA UG 1A

1.0 – 2.0 UNITA' GEOTECNICA UG 2A

2.0 – 2.5 UNITA' GEOTECNICA UG 2B

2.5 – 30.0 UNITA' GEOTECNICA UG 2C

Falda superficiale assente

SEZIONE GEOTECNICA DI PROGETTO SCUOLA MATERNA (SEZIONE 3-lato monte)

A seguire sono schematizzati solamente gli spessori di ciascuna unità; per la caratterizzazione si rimanda alla descrizione della precedente sezione geotecnica di progetto.

0.0 – 1.0 UNITA' GEOTECNICA UG 1A

1.0 – 5.5 UNITA' GEOTECNICA UG 1B

5.5 – 6.5 UNITA' GEOTECNICA UG 2B

6.5 – 30.0 UNITA' GEOTECNICA UG 2C

Presente falda superficiale con profondità media dal piano campagna di 1.0 metri

4 SISMICITA'

4.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Il D.M. 14-01-08 ai fini della classificazione sismica adotta, per l'individuazione delle zone sismiche, l'OPCM 3519/06 nella quale è riportata la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Identificato il sito con le seguenti coordinate LAT: 44°15'38", LONG: 11°19'15", i parametri di riferimento saranno quelli riportati in tabella 5.1:

Tr (anni)	a _g (g)	F ₀ (-)	T _c (s)
30	0,519	2,49	0,26
50	0,642	2,50	0,27
72	0,747	2,49	0,28
101	0,858	2,48	0,28
140	0,995	2,46	0,29
201	1,172	2,41	0,29
475	1,626	2,39	0,31
975	2,078	2,43	0,32
2575	2,788	2,46	0,32

Il profili sismici e le prove geotecniche in sito hanno evidenziato la presenza di una coltre detritica e una porzione di alterazione del substrato con spessore totale variabile tra 2.0 e 9.0 metri circa con la porzione di monte caratterizzata da spessori nettamente maggiori rispetto a quella di valle. Ai fini della classificazione sismica è possibile attribuire questi depositi alla classe di terreni di categoria B nella quale ricadono depositi di rocce tenere e terreni a grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri e valori di Vs₃₀ compresi tra 360 e 800 m/s.

Nel dettaglio del sito in esame si hanno terreni che assumono il comportamento litoide a partire da profondità variabili tra 2 e 9 metri e velocità sismiche Vs medie calcolate sui primi 30 metri di 420 – 430 m/s. Fatta eccezione per un primo sismostrato di spessore pari a 2.5 – 3.0 metri con velocità Vs comprese tra 0.07 e 0.12 m/s, dalla profondità di 3.0 metri le Vs crescono a partire da valori di 380 m/s fino ad arrivare a 480 m/s alla profondità di 8.0 – 10 m dove è posto il limite del 3° sismostrato (substrato) caratterizzato fino alla profondità di indagine da velocità medie per le Vs di 0.85 – 0.95 m/s.

Il dettaglio delle caratteristiche dei sismostrato è descritto nell'elaborato rapporto sulle indagini geognostiche paragrafo 2.3.3

4.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE

4.2.1 EFFETTI STRATIGRAFICI

Si indica con effetti stratigrafici o monodimensionali l'insieme delle modifiche che un moto sismico subisce propagandosi, in direzione pressoché verticale, all'interno di un deposito a superficie libera piana, caratterizzato da stratificazione sostanzialmente orizzontale e trascurabili variazioni laterali. Le onde incidenti alla base del deposito e completamente riflesse alla superficie libera vengono a loro volta in parte riflesse in parte rifratte all'interfaccia deposito-basamento. L'aliquota di energia riflessa che resta quindi intrappolata nel deposito è tanto maggiore quanto più elevato è il contrasto di impedenza sismica tra i terreni del deposito ed il basamento mentre l'aliquota rifratta si allontana dal deposito dando luogo ad una perdita di energie indicata generalmente come smorzamento di radiazione.

L'impedenza sismica o rigidità sismica di uno strato è uguale al prodotto della sua velocità sismica e la densità :

$$R = \gamma * V_s$$

Il rapporto di impedenza tra il substrato e la coltre di terreni superficiali è dato quindi dalla seguente espressione:

$$I = R_2 / R_1$$

R_2 = Rigidità sismica substrato

R_1 = Rigidità sismica depositi alluvionali

Assumendo:

$$\gamma_2 = 20.6 \text{ kN/mc}$$

$$V_{s2} = 900 \text{ m/s}$$

$$R = \gamma * V_s = 18540$$

$$\gamma_1 = 18.8 \text{ kN/mc}$$

$$V_{s1} = 290 \text{ m/s}$$

$$R = \gamma * V_s = 5452$$

si ha:

$$I = 3.4$$

Fissato un fattore di smorzamento D pari al 5% e considerando il rapporto di impedenza pari a 3.4 la funzione di amplificazione assume un valore massimo pari a :

$$A_{\max}(f_1) = 1 / (1/I + \pi D/2) = 2.7$$

Cioè l'accelerazione sismica alla superficie del terreno è pari quella del substrato incrementata di un fattore di amplificazione massimo 2.7.

In caso di utilizzo di una soluzione fondazionale di tipo profondo, che permetta di superare gli strati di alterazione per attestarsi nel substrato, gli effetti dovuti all'impedenza sismica si annullano.

4.2.2 EFFETTI DI LIQUEFAZIONE

Il termine liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo granulare durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino

l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Viene verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati o lenti di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa. Nel caso di edifici con fondazioni superficiali la verifica della suscettibilità a liquefazione può essere omessa se il terreno sabbioso saturo si trova a profondità superiore a 15 metri dal piano campagna.

Nel caso in esame, pur avendo osservato una falda molto superficiale nella porzione di monte, è possibile escludere fenomeni di liquefazione in quanto gli orizzonti sabbiosi osservati oltre ad essere caratterizzati da una matrice coesiva abbondante, hanno estensione sia verticale che laterale limitata e caratterizzati da uno stato di addensamento medio.

5 ANALISI DELLA INTERAZIONE TRA TERRENO E STRUTTURE

5.1 SCUOLA ELEMENTARE

L'area di imposta della struttura della scuola elementare è caratterizzata dalla presenza di terreni con proprietà fisico meccaniche da mediocri a medie, generalmente crescenti con la profondità, ma caratterizzate geometricamente da una forte disomogeneità laterale: i limiti delle unità geotecniche infatti subiscono forti variazioni verticali come dimostrato dalle isobate del substrato (UG2C) che si approfondiscono da 4.0 a oltre 8.0 metri dall'attuale piano campagna in poco meno di 50 metri. Al fine di ottenere una risposta omogenea in termini di capacità portante dei terreni di fondazione, si rende necessaria la realizzazione di pali di fondazione con diametro non inferiore a 10 metri, tali da consentire lungo tutto il perimetro della scuola, il raggiungimento del tetto del substrato permettendone un incastro, nella condizione peggiore, per uno spessore di 1.5 metri. L'utilizzo di una fondazione profonda consente inoltre di ovviare ai problemi dovuti alla risposta sismica locale, in particolare agli effetti dovuti all'impedenza sismica tra la coltre detrita ed il substrato che si avrebbero nel caso di utilizzo di una tipologia fondazionale superficiale.

Secondo progetto è inoltre prevista la realizzazione di un piazzale antistante la struttura scolastica che sarà sostenuto da un muro di contenimento con altezza massima pari a circa 6.0 metri. La realizzazione del piazzale e delle opere di contenimento necessitano l'attenzione su tre differenti aspetti geotecnici:

- La modalità costruttiva del piazzale e le caratteristiche di portanza di quest'ultimo;
- L'insorgere di cedimenti in corrispondenza degli orizzonti coesivi dovuti al sovraccarico del piazzale;
- Tipologia fondazionale delle opere di contenimento.

Si rimanda alla relazione di calcolo per il dimensionamento e le verifiche al ribaltamento e scivolamento delle opere di contenimento in C.A.

5.1.1 FONDAZIONI PROFONDE – STRUTTURA SCUOLA ELEMENTARE

La stima dei cedimenti e dei tempi di consolidazione e la bassa capacità portante della porzione di terreni alluvionali, porta necessariamente a considerare l'adozione di una tipologia fondazionale profonda al fine di trasferire completamente i carichi indotti dalle strutture dell'asilo sul substrato.

Considerando la morfologia del sito e quella del substrato, entrambi variabili da punto a punto, per il calcolo della capacità portante sarà considerata una lunghezza media del palo pari a 10.0 metri.

Ai fini del dimensionamento delle fondazioni profonde si prende a riferimento la sezione geotecnica di progetto 1 riportata nel paragrafo 5.1.

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE LIMITE

Con riferimento alle "raccomandazioni sui pali di fondazione" AGI, la capacità portante limite dei pali (Q_{lim}) data dalla somma della resistenza laterale (Q_L) e della resistenza alla punta (Q_p) può essere determinata in base alle seguenti espressioni:

Capacità Portante Limite Totale Q_T

$$Q_T = Q_p + Q_L$$

Dove:

Q_p = Portata limite di base

Q_L = Portata limite per attrito laterale

Capacità Portante Limite per Attrito Laterale Q_L

$$Q_L = \mu k \sigma V A_l \text{ (terreni granulari)}$$

$$Q_L = C_u \alpha A_l \text{ (terreni coesivi)}$$

Dove:

μ = coefficiente di attrito palo - terreno (per pali trivellati $\mu = \tan \phi'$);

k = coefficiente dimensionale, funzione del tipo di palo (per pali trivellati si può assumere $k = 0.5$);

C_u = coesione non drenata;

σV = tensione verticale agente alla profondità z corrispondente alla mezzeria di ciascun strato di terreno;

A_l = superficie laterale del palo = $\pi D L$ ($\phi = 800$ mm);

α = Coefficiente empirico dipendente dal tipo di argilla, dal metodo di installazione del palo e dal materiale costituente il palo (per pali trivellati si può assumere $\alpha = 0.45$).

Capacità Portante Limite di base Q_p

$$Q_p = Q_{CR} = A_p C_u N_c \text{ (Terreno coesivi)}$$

Dove per Q_{CR} (capacità portante critica) si intende la capacità portante alla punta corrispondente ad un cedimento della colonna trattata pari a $0.05 D$, ed inoltre;

N_c = fattore di capacità portante assunto pari a 9;

A_p = area della base del palo = $\pi D^2/4$

C_u = coesione non drenata

La capacità portante ammissibile (Q_{mm}) dei pali può essere determinata dividendo la capacità portante limite per un fattore di sicurezza $F_s \geq 2.5$ (valore minimo prescritto dal D.M. 11-03-1988 per pali di fondazione il cui progetto sia eseguito con calcoli teorici).

$$\begin{aligned} Q_I &= 1940 \text{ kN} \\ Q_P &= 1355 \text{ kN} \\ Q_T &\cong 3300 \text{ kN} \\ Q_{T \text{ amm}} &= Q_T/2.5 = 1325 \text{ kN} \end{aligned}$$

Il calcolo è stato eseguito ipotizzando per l'unità UG2C un valore cautelativo di C_u pari a 300 kn/m^3 ed ipotizzando condizioni di rottura con $\varphi' = 0$. La portata di base risulta fortemente cautelativa visto il comportamento semilitoide del substrato.

5.1.2 RILEVATO ARTIFICIALE PER LA FORMAZIONE DEL PIAZZALE

MODALITÀ ESECUTIVE

Scavo

La prima operazione consiste nello scavo per la messa a nudo del piano di appoggio del rilevato, cioè nella bonifica per asportazione dello strato superficiale di terreno per uno spessore di circa 1.0 metri al fine di eliminare quella porzione di terreno naturale soggetto alle azioni di gelo e disgelo ed alle operazioni di coltivazione agricola.

Rinterri

In caso che il piano di posa del rilevato sia costituito da terreno geotecnicamente non adeguato, ovvero risultasse altamente compressibile e non compattabile, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR – UNI 10006):

A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;

A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino al raggiungimento del 95% della densità secca AASHTO (preventivamente determinata in laboratorio prima della stesura del materiale)

Per i materiali dei gruppi A2 e A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm. (materiale sciolto).

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 200 kg/cmq su ogni strato finito.

Strato anticapillare

Al di sotto del piano di posa dei rilevati dovrà essere seguito un riempimento di spessore non inferiore a 50 cm (materiale compattato) avente funzione di drenaggio. Il riempimento sarà costituito da ghiaietto e pietrischetto di dimensioni comprese fra 4 e 20 mm con percentuale massima del 5% di passante al crivello 4 UNI.

Anche in questo caso il materiale dovrà essere steso in strati non superiori a 50 cm (materiale soffice) e costipato mediante rullatura fino ad ottenere un modulo di deformazione non inferiore a 200 kg/cmq .

Corpo del rilevato

Trattandosi di un rilevato artificiale finalizzato a sostenere la circolazione viaria di accesso alla scuola elementare, le modalità costruttive possono essere considerate simili a quelle di un rilevato stradale/ferroviario facendo quindi riferimento alle norme UNI 10006 per le modalità di stesa e compattazione.

- I rilevati dovranno essere eseguiti impiegando terre appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 e A4 provenienti dagli scavi o da cave di prestito.
- Le terre impiegate dovranno essere stese a strati adeguati ai mezzi di costipamento, comunque non superiori a 50 cm per le terre dei gruppi A1 e A3 e non superiori a 30 cm per le terre dei gruppi A2-4, A2-5, A2-6, A2-7 e A4. Terre appartenenti al gruppo 7 con coefficiente di uniformità inferiore a 7 non potranno essere utilizzate.
- Le terre dovranno essere inumidite o essiccate mediante areazione, fino ad ottenere l'umidità ottimale corrispondente alla densità massima rilevata dalle prove di compattazione.
- Ogni strato dovrà essere costipato in modo da raggiungere in ogni punto la densità secca pari al 95% della densità AASHTO modificata (Norma CNR-BU n. 69 del 30/11/1973), prima di porre in opera un altro strato. Il valore del modulo di deformazione dovrà risultare essere non inferiore a 200 kg/cmq per le zone di rilevato a distanza inferiore a 1 m dai bordi degli strati stessi e di 400 kg/cmq per la restante zona centrale.
- Prima di eseguire i rilevati, il piano di posa dovrà essere costipato mediante rullatura in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95 % della densità AASHTO modificata ed un modulo di deformazione non inferiore a 200 kg/cmq.

Strato supercompattato

La piattaforma del corpo del rilevato sarà realizzata mediante formazione di uno strato di terreno fortemente compattato di spessore non inferiore a 30 cm (spessore finito). Per la sua realizzazione dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Dovranno essere impiegati terreni appartenenti alle categorie A1, A2-4 e A3 il cui equivalente in sabbia sia compreso fra il 25% ed il 50% con un coefficiente di uniformità maggiore di 7;
- In ogni punto la densità secca non dovrà essere inferiore al 98% della densità AASHTO modificata, di cui alla norma CNR-BU n. 69 e il modulo di deformazione non dovrà essere inferiore a 800 kg/cmq;
- Il C.B.R. (Californian Bearing Ratio), determinato in laboratorio secondo la norma CNR-UNI 10009, dovrà risultare non inferiore a 50.

La realizzazione dello strato supercompattato sarà prevista solo nelle aree destinate a parcheggio e per la circolazione viaria; per le aree destinate a verde la realizzazione del rilevato sarà considerata conclusa con la posa in opera dell'ultimo strato del corpo del rilevato.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione del rilevato artificiale per la formazione del piazzale con particolare riferimento ai rinterri ed al corpo del rilevato dovrà essere presa in considerazione l'ipotesi di utilizzare materiali provenienti da cave di prestito. I materiali di risulta degli scavi previsti da progetto non possono essere considerati sufficienti alla formazione dei rilevati per i piazzali sia della scuola elementare che materna. A seguire se ne fornisce comunque una descrizione secondo la classificazione UNI-CNR 10006 ottenuta dalla analisi di laboratorio. I terreni risultanti da scavo e corrispondenti alle unità Geotecniche UG1A - UG1B - UG2A possono essere considerati appartenenti al gruppo A-7 e sottogruppo A-7-5 come indicato nella tabella 5.1. Il loro uso è pertanto vincolato ad un miglioramento delle caratteristiche di resistenza ottenibile con un trattamento a calce dei singoli strati. Gli effetti di miglioramento a lungo termine indotti dall'utilizzo della calce sono l'incremento dell'indice CBR, un sensibile aumento della resistenza a taglio soprattutto in termini di coesione, miglioramento dei moduli di elasticità, miglioramento della durabilità sotto l'azione dell'acqua e del gelo.

N. setaccio (ASTM)	A-4	A-5	A-6	A-7
				A-7-5 A-7-6
10 (2 mm)	----	----	----	----
40 (0.42 mm)	----	----	----	----
200 (0.074 mm)	≤ 36 %	≤ 36 %	≤ 36 %	≤ 36 %
Limite liquido (LL)	40 MAX	41 MIN	40 MAX	41 MIN
Indice Liquido (PI)	10 MAX	10 MAX	11 MIN	11 MIN

Tabella 5.1 –Classificazione materiali di cava (UNI-CNR 10006)
 Il sottogruppo A-7-5 è caratterizzato da $PI \leq LL-30$
 Il sottogruppo A-7-6 è caratterizzato da $PI > LL-30$

5.1.3 CALCOLO DEI CEDIMENTI

Considerata la presenza di orizzonti coesivi fino al tetto del substrato e con spessori variabili fino ad un massimo di 7.0 metri dell'area di imposta del piazzale, è da prevedere l'insorgere di cedimenti sia primari che secondari.

Considerando che i carichi delle strutture della scuola elementare saranno trasferiti al substrato con fondazioni profonde, i cedimenti possono essere calcolati sulla base del

sovraccarico indotto dal solo rilevato artificiale per il quale si ipotizza un peso di unità di volume $\gamma_n = 2.0$ t/mc ed il sovraccarico indotto dalla circolazione di autoveicoli il cui carico dinamico è quantificabile, secondo normativa vigente, in 2 t/mc.

Ai fini del calcolo dei cedimenti e la stima dei tempi di consolidazione lo strato maggiormente vulnerabile è quello coincidente con l'unità geotecnica UG1B, caratterizzato da spessori medi nell'area di imposta con massima altezza pari a 3.5 metri. L'unità UG1A, potrà essere rimossa in fase di scotico, visto gli spessori esigui e generalmente non superiori a 1.0 metri. L'unità UG2A, sia per proprietà fisico-meccaniche che per profondità da piano campagna può essere esclusa dalla verifica dei cedimenti.

Al fine di considerare i differenti spessori del rilevato che andrà a costituire il piazzale antistante la scuola e i possibili cedimenti differenziali dovuti ai differenti carichi di imposta, si eseguono due verifiche delle quali una in corrispondenza della massima altezza, ed una seconda in corrispondenza della mezzeria del piazzale, dove si ha un'altezza sull'attuale piano campagna pari a 3.5 metri.

Per il calcolo dei cedimenti ed i tempi di consolidazione si assume quanto segue:

UNITA' GEOTECNICA UG1B

$$\gamma = 18.7 \text{ kN/m}^3$$

$$H = 3.5 \text{ m}$$

$$C_c = 0.194 \text{ (*)}$$

$$C_v = 1.8 \times 10^{-8} \text{ mq/s}$$

$$e_0 = 0.836$$

Strato monodrenato

(*) Considerando carichi massimi compresi tra 100 e 200 kN/m²

Al fine di eseguire il calcolo dei cedimenti in termini di sicurezza si ipotizza il sovraccarico alla profondità di 2.25 metri (mezzeria dell'orizzonte argilloso-limoso) invariato.

CASO 1 - Zona di imposta delle strutture con rilevato H = 3.5 metri

Stima dei cedimenti

$$\Delta H = H_0 \text{ CR } \log \left(\frac{\sigma_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma_{v0}} \right)$$

$$\text{Ponendo } \sigma_{v0} = 43 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta\sigma_v = 88 \text{ kN/m}^2 \text{ (comprensivo di carico dinamico autoveicolare)}$$

Si ottiene:

$$\Delta H = 18.0 \text{ cm}$$

CASO 2 - Zona di imposta delle strutture con rilevato H = 6.0 metri

Stima dei cedimenti

$$\Delta H = H_0 \text{ CR } \log \left(\frac{\sigma_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma_{v0}} \right)$$

Ponendo $\sigma_{v0} = 43 \text{ kN/m}^2$
 $\Delta\sigma_v = 137 \text{ kN/m}^2$ (comprensivo di carico dinamico autoveicolare)

Si ottiene:

$\Delta H = 23.0 \text{ cm}$

Stima dei tempi di consolidazione

$$T_v = c_v t / H^2 \quad t = H^2 T_v / c_v$$

Ponendo $U_z = 50\%$, $T_v = 0.196$

$U_z = 80\%$, $T_v = 0.567$

$U_z = 90\%$, $T_v = 0.848$

Si ottiene

($U_z = 50\%$) **$t = 1.33 \cdot 10^8 \text{ s} = 4.3 \text{ anni}$**

($U_z = 80\%$) **$t = 6.95 \cdot 10^8 \text{ s} = 62 \text{ mesi} = 22.3 \text{ anni}$**

($U_z = 90\%$) **$t = 10.39 \cdot 10^8 \text{ s} = 93 \text{ mesi} = 33.4 \text{ anni}$**

La presenza di lenti sabbiose negli orizzonti coesivi potrebbe accelerare i tempi di consolidazione. In caso di strato bidrenato potrebbero essere considerati tempi 4 volte inferiori rispetto a quelli sopra citati.

5.1.4 TIPOLOGIA FONDAZIONE OPERE DI CONTENIMENTO

La realizzazione del piazzale antistante la scuola elementare prevede secondo progetto l'esecuzione di un'opera di contenimento il cui piano di posa si attesta nell'unità UG1B. Viste le scarse caratteristiche geotecniche di questo strato, sia in termini di portanza che compressibilità e le caratteristiche di plasticizzazione e deformabilità, si rende necessario l'utilizzo di fondazioni profonde da intestarsi almeno per un metro all'interno del substrato roccioso, utili a svincolare l'intera struttura dalle unità superficiali e a fornire maggiore stabilità d'insieme a tutto il versante.

5.2 SCUOLA MATERNA

L'area di imposta della struttura della scuola materna è caratterizzata in affioramento da spessori delle unità coesive detritiche modesti, generalmente non superiori a 2.5 metri e dei quali solo 1.5 metri aventi caratteristiche di compressibilità elevate (UG1B). In questa porzione dell'area progettuale il substrato roccioso si attesta a profondità non superiori a 2.5 metri fatta eccezione del lato monte dove il substrato, mantenendo una geometria suborizzontale, viene a trovarsi a circa 4.0 metri di profondità dal piano campagna. Nel complesso la realizzazione della scuola materna prevede la realizzazione di un corpo rilevato che sviluppa una massima altezza di 8.0 metri (lato valle) ed uno scavo (lato monte) con altezza massima non superiore a 4.0 metri.

Le problematiche geotecniche connesse alla realizzazione della struttura scuola materna e delle opere di contenimento accessorie sono quindi schematizzabili come segue:

- Tipologia fondazionale della struttura scuola materna
- La modalità costruttiva del piazzale e le caratteristiche di portanza di quest'ultimo;
- L'insorgere di cedimenti in corrispondenza degli orizzonti coesivi dovuti al sovraccarico del piazzale;
- Stabilità scavi a monte della scuola materna

5.2.1 FONDAZIONI SUPERFICIALI – STRUTTURA SCUOLA MATERNA

Considerate le caratteristiche geotecniche dell'area sulla quale ricade l'impronta della scuola materna, non si ritiene necessaria l'adozione di fondazioni profonde. Sia le condizioni geotecniche (profondità substrato roccioso) che gli scavi previsti per le bonifiche e per la realizzazione delle opere di contenimento a monte della scuola fanno sì che il substrato venga a trovarsi a profondità non superiori a 1.5 metri dai piani di fine scavo; lo spessore che separa il substrato dai piani di scavo è sempre rappresentato dalle unità geotecniche UG2A o UG2B o entrambe caratterizzate da proprietà geotecniche in termini di portanza e compressibilità da medie a medio-alte. Con l'adozione di fondazioni superficiali, una parte della struttura (lato di monte) si svilupperebbe su terreno naturale (unità UG2A nella peggiore delle ipotesi) ed una parte (lato valle) sul rilevato artificiale. A seguire è riportato il calcolo della portanza ammissibile ipotizzando l'utilizzo di fondazioni nastriformi con $B = 0,5$ e 1.0 m.

La formula utilizzata è quella di Hansen $q_{ult} = 0.5\gamma' B N_\gamma S_\gamma + c N_c S_c d_c + q' N_q S_q d_q$ ipotizzando carico, piano campagna e piano di posa non inclinati.

Il piano di fondazione ipotizzato è quello dell'unità UG2A della quale se ne schematizzano i parametri in condizioni drenate:

$$\gamma = 18.9 \text{ kN/m}^3$$

$$C_k' \cong 6.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi_K = 25^\circ$$

In questo caso si preferisce per la verifica della portanza su fondazioni superficiali l'approccio 2 previsto dal D.M. 14-01-08 dove $X_K = K_D$ e $R_d = 2.3$ (Carico ammissibile)

$$N_\gamma = 10.88$$

$$N_C = 20.72$$

$$N_q = 10.66$$

Profondità piano di posa = 1.4 metri

FONDAZIONE B = 0.5 m

$$S_\gamma = 1.01$$

$$S_q = 1.01$$

$$S_C = 1.02$$

$$D_q = 1.38$$

$$D_C = 1.34$$

$$q_{ult} = 615 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{lim} = q_{ult} / 2.3 = 267 \text{ kN/m}^2$$

FONDAZIONE B = 1.0 m

$$S_\gamma = 1.02$$

$$S_q = 1.02$$

$$S_C = 1.04$$

$$D_q = 1.40$$

$$D_C = 1.38$$

$$q_{ult} = 685 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{lim} = q_{ult} / 2.3 = 298 \text{ kN/m}^2$$

Il termine dipendente dalla profondità del piano di posa, ipotizzato a 1.4 metri di profondità, incide sulla capacità portante ammissibile con un fattore pari al 60% circa.

La situazione geotecnica permette l'utilizzo di fondazioni superficiali ma in fase costruttiva dovrà essere garantita una uguale risposta in termini di capacità portante anche da parte del rilevato artificiale che andrà a costituire il piazzale che costituirà il piano di posa per gran parte della struttura scolastica.

5.2.2 CONSIDERAZIONI IN MATERIA DI CEDIMENTI

Gli scavi previsti per la realizzazione delle opere di contenimento e delle bonifiche degli strati di terreno superficiale permetteranno di eliminare le unità geotecniche maggiormente compressibili. Nella zona di imposta della scuola materna le unità compressibili UG1 sviluppano

uno spessore medio di circa 1.0 metri; assicurandone la bonifica, le fondazioni dirette della scuola materna ed il rilevato artificiale avranno il piano di posa nell'unità UG2A o UG2B, caratterizzate da compressibilità ridotte e presenti allo stato attuale in condizioni quasi secche.

Visti inoltre gli spessori modesti di queste unità interessate dai sovraccarichi delle strutture, generalmente non superiori a 1.5, si ritiene, che indipendentemente dai carichi applicati, non possano generarsi fenomeni di cedimento di consolidazione.

5.2.3 RILEVATO ARTIFICIALE PER LA FORMAZIONE DEL PIAZZALE

Si rimanda per le modalità costruttive del rilevato e le caratteristiche dei terreni da impiegare per la sua formazione al paragrafo 5.2.3.

5.3 STABILITA' GLOBALE DEL VERSANTE

Al fine di consentire la realizzazione della scuola materna alla stessa quota topografica, devono essere previsti a monte della struttura stessa scavi con altezza massima pari a 4.0 metri i quali dovranno essere sostenuti con opere di contenimento tipo paratie al fine di contenere la spinta ed i carichi indotti dal terreno e dalle strutture previste per la realizzazione della scuola elementare, posta a monte della scuola materna.

In particolare deve essere prevista la realizzazione di una paratia di pali di medio diametro con lunghezza totale di previsione almeno doppia rispetto la massima altezza di scavo. Considerando che dal piano di scavo il substrato è posto mediamente ad una profondità di 2.0 metri, al fine di contenere le spinte dei carichi a monte dell'opera si rende necessaria l'infissione della paratia nel terreno per almeno 6.0 metri assicurando in questo modo un incastro all'interno del substrato pari a 4.0 metri per uno sviluppo minimo della paratia pari a 10 metri. Il terreno posto a tergo della paratia, caratterizzato da proprietà fisico-meccaniche da mediocri a medie, sviluppa infatti spessori sopra il substrato fino ad 8.0 metri costituendo di fatto un elemento critico nella stabilità globale del sistema opera/struttura. Le verifiche di stabilità eseguite con il metodo Bishop e in condizioni sismiche (lungo termine) adottando l'utilizzo di una paratia previsionalmente con caratteristiche quali quelle sopra ipotizzate (fermo restando i risultati propri del calcolo strutturale cui si rimanda) interrompono la linea di massima debolezza del versante permettendo di ottenere un fattore di sicurezza $F_s = 1.54$. Affinché queste condizioni di sicurezza possano essere realmente ottenute deve essere assicurato il drenaggio delle acque a tergo della paratia; la verifica del coefficiente di sicurezza è stata eseguita infatti senza considerare i carichi dell'acqua.

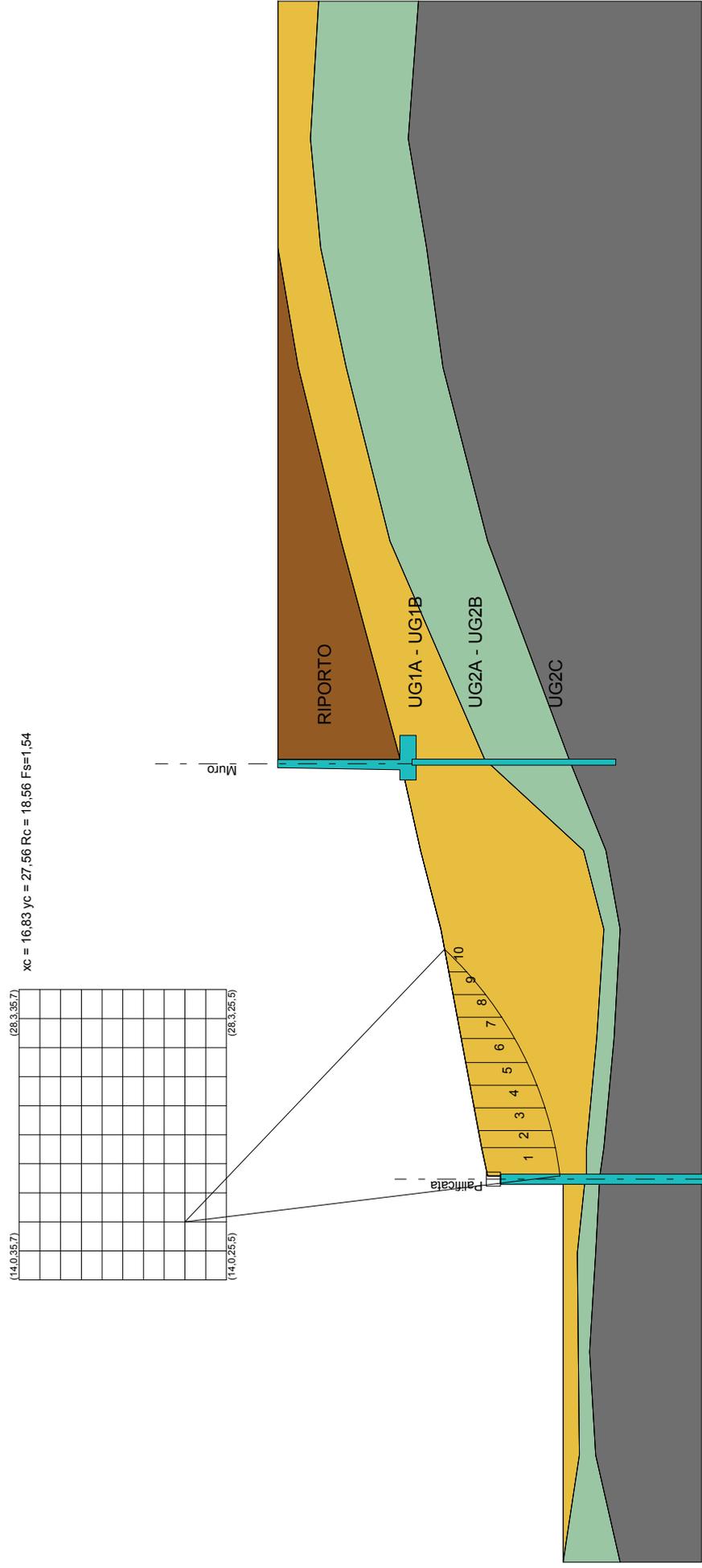
Sulla stabilità globale del versante e quindi sull'opera paratia a monte della scuola materna, incidono i sovraccarichi indotti dalla costruzione del piazzale che nella sua massima altezza raggiunge 8.0 metri. Al fine di limitare il contributo del sovraccarico, il muro di sostegno previsto per il contenimento del piazzale dovrà essere fondato su micropali o comunque su palificata idonea a trasferire i carichi del muro stesso sul substrato. In questo modo il muro verrà ad essere svincolato dalle dinamiche del versante non indicando deformazioni aggiuntive e la palificata potrà in parte contribuire alla stabilità globale del versante interrompendo a metà versante la spinta totale che in questo modo sarà distribuita in sia sulla palificata di valle (scuola materna) ed in minor parte sulla palificata di monte (scuola elementare). La palificata di fondazione deve infatti essere comunque progettata in modo da non subire il taglio da parte della spinta dei terreni posti a tergo.

Anche in questo caso, l'incastro deve essere effettuato nel substrato e deve essere assicurato il drenaggio del corpo piazzale affinché non si appesantisca eccessivamente il carico sul muro di contenimento.



Nella verifica di stabilità globale non è stato preso in considerazione il sovraccarico della struttura della scuola elementare in quanto svincolata dalla dinamiche del versante grazie all'adozione di fondazioni profonde.

FIGURA 7 - VERIFICA DI STABILITA'



5.4 OPERE DI DRENAGGIO

Il mantenimento delle condizioni di stabilità post-opera dovrà essere garantito da una rete di drenaggio idonea a far defluire le acque di precipitazione e prima percolazione a valle del sito in esame, limitandone quindi l'infiltrazione nel terreno naturale e l'interazione con le opere previste da progetto. In particolare la realizzazione dei piazzali, che prevede l'esecuzione di scavi con la funzione di piano di appoggio per i materiali che costituiranno il corpo dei rilevati, induce una interazione tra terreno naturale e terreno artificiale, che in caso di mancata realizzazione di drenaggi potrebbe diventare superficie preferenziali di scorrimento delle acque di percolazione e, in conseguenza, di scivolamento preferenziale.

Nell'allegato 2 è riportato lo schema di organizzazione funzionale del sistema basale di drenaggio a quota piano scavi definito in base alle risultanze del modello geologico ed idrogeologico ed all'attuale stato di definizione delle quote dei piani di imposta delle opere di progetto.

Nel complesso possono essere distinte due differenti aree, A1 e A2, con differenti direttrici di drenaggio, la prima corrispondente all'area destinata alla realizzazione del parcheggio, la seconda destinata alla realizzazione delle strutture scolastiche.

Per l'area A2 è stata ipotizzata la realizzazione di circa 800 m di trincee drenanti con asse principale in direzione della linea di massima pendenza e aste secondarie disposte a spina e drenanti verso l'asse principale.

Per l'area A1, è stata ipotizzata la realizzazione di circa 300 metri di trincee anche in questo caso distribuite in modo da avere un asse principale secondo la direzione di massima pendenza ed aste secondarie disposte a spina.

Entrambe le aree dovranno convogliare le acque nel collettore fognario principale disposto parallelamente al tratturo esistente.

Al fine di svincolare le trincee da possibili fenomeni di dissesto superficiale è opportuno assicurarne l'approfondimento di un metro all'interno del terreno naturale (piano scavo) secondo lo schema riportato in allegato. La definizione della sezione del collettore idraulico principale (fognatura bianca) ipotizzata sarà conforme a quanto derivante dai calcoli idraulici dell'intero complesso.

ALLEGATO 1 - OUTPUT VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

ALLEGATO 3 – VERIFICA DI STABILITA' POST OPERA

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

```

=====
Numero di strati                4,0
Numero dei conci                10,0
Zona Sismica                    3
Categoria profilo stratigrafico B
Coefficiente di amplificazione topografica 1,2
Coefficiente azione sismica Kx  0,136
Coefficiente azione sismica Ky  0,068
Superficie di forma circolare
=====

```

Maglia dei Centri

```

=====
Ascissa vertice sinistro inferiore xi (m)      13,96
Ordinata vertice sinistro inferiore yi (m)     25,53
Ascissa vertice destro superiore xs (m)       28,32
Ordinata vertice destro superiore ys (m)      35,71
Passo di ricerca                  10,0
Numero di celle lungo x           10,0
Numero di celle lungo y           10,0
=====

```

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0,0	9,0
2	5,3	9,0
3	10,4	9,0
4	15,3	9,0
5	19,1	9,0
6	19,1	12,7
7	20,5	13,0
8	25,9	14,0
9	31,3	15,0
10	35,2	16,0
11	39,7	17,0
12	39,7	23,0
13	50,5	23,0
14	59,1	23,0
15	65,0	23,0
16	70,4	23,0
17	77,2	23,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	9,0
2	5,3	9,0
3	10,4	9,0
4	15,3	9,0
5	19,1	9,0
6	19,1	12,7

7	20,5	13,0
8	25,9	14,0
9	31,3	15,0
10	35,2	16,0
11	39,7	17,0
12	39,7	17,0
13	50,5	19,9
14	59,1	22,0
15	65,0	23,0
16	70,4	23,0
17	77,2	23,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	9,0
2	5,3	8,2
3	10,4	8,25
4	15,3	8,3
5	19,1	7,9
6	19,1	7,85
7	20,5	7,85
8	25,9	7,35
9	31,3	7,0
10	35,2	8,0
11	39,7	12,85
12	39,7	12,85
13	50,5	17,5
14	59,1	19,65
15	65,0	20,9
16	70,4	21,4
17	77,2	21,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	6,2
2	5,3	7,4
3	10,4	7,7
4	15,3	7,4
5	19,1	7,2
6	19,1	7,2
7	20,5	7,0
8	25,9	6,5
9	31,3	6,2
10	35,2	6,9
11	39,7	8,7
12	39,7	8,7
13	50,5	12,7
14	59,1	14,9
15	65,0	15,7
16	70,4	16,6
17	77,2	16,1

Stratigrafia

=====

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

=====

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0,02	30,00	2000,00	0,00	0,00		Argille sabbiose
2	0,19	22,00	1900,00	0,00	0,00		Argille sabbiose
3	0,06	25,00	1927,00	0,00	0,00		Argille sabbiose
4	0,00	45,00	2300,00	2500,00	0,00		Substrato roccioso

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m ³)
1	39,68832	17,0166	0,5	1,2	6	0,4	0,5	2300

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)
1	18,69266	12,07378	0,5	10	90	0,7
2	39,41626	16,4166	0,3	10	90	0,4

Risultati analisi pendio

=====

Fs minimo individuato 1,54
 Ascissa centro superficie (m) 16,83
 Ordinata centro superficie (m) 27,56
 Raggio superficie (m) 18,56

=====

=====

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

=====

Analisi dei conchi; superficie... $x_c = 16,829$ $y_c = 27,564$ $R_c = 18,555$ $F_s = 1,5394$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,4	9,1	1,42	9553,14	0,19	22,0	0,0	9015,7	4113,7
2	0,84	12,7	0,87	5795,75	0,19	22,0	0,0	5381,01	2480,78
3	1,12	15,9	1,17	7549,41	0,19	22,0	0,0	6922,71	3255,64
4	1,12	19,5	1,19	7229,84	0,19	22,0	0,0	6541,57	3185,06
5	1,12	23,2	1,22	6737,67	0,19	22,0	0,0	6008,7	3083,03
6	1,19	27,2	1,34	6416,52	0,19	22,0	0,0	5607,74	3126,08
7	1,05	31,2	1,23	4818,48	0,19	22,0	0,0	4069,2	2582,69
8	1,12	35,2	1,37	4062,37	0,19	22,0	0,0	3187,25	2529,41
9	1,12	39,5	1,45	2683,77	0,19	22,0	0,0	1642,97	2225,49
10	1,12	44,2	1,56	988,91	0,19	22,0	0,0	-396,24	1826,09

CARICO LIMITE PALI

$x_c = 16,829$ $y_c = 27,564$ $R_c = 18,555$ $F_s = 1,5394$

Palificata $x=18,69266$ $Y=12,07378$ $Plim=0,0$ Kg Sbalzo del palo 0,00 m
 Fondazioni $x=39,41626$ $Y=16,4166$ $Plim=0,0$ Kg Sbalzo del palo 0,00 m

ALLEGATO 2 – SISTEMA DI DRENAGGIO A QUOTA PIANO SCAVI

ALLEGATO 2 - ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE DEL SISTEMA BASELE DI DRENAGGIO A QUOTA "PIANO SCAVI"

SVILUPPO TRINCEE DRENANTI
 AREA A1: 300 m
 AREA A2: 800 m

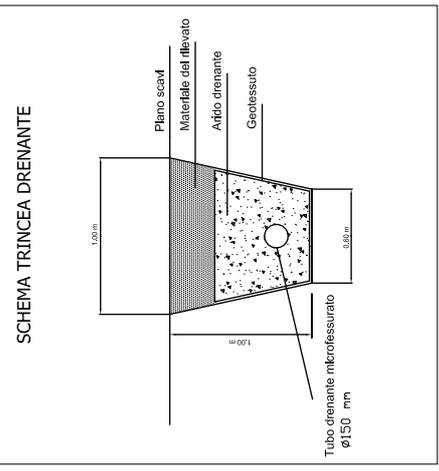
DORSALE PRINCIPALE FOGNATURA BIANCA

AREA A1

AREA A2

- LEGENDA**
-  TRINCEA DRENANTE E DIREZIONE DI FLUSSO
 -  COLLETTORE FOGNARIO
 -  PRINCIPALI INNESTI IN FOGNATURA

SCALA 1:1.000



RELAZIONE SUI RAPPORTI DI PROVA

R LAZION G OLOGICO G OT CNICA

I DICE

I DICE.....	1
PREMESSA.....	2
1 INDAGINI IN SITO.....	3
1.1 CAMPAG A DI I DAGI I.....	3
1.2 MODALITA' DI I DAGI E.....	4
1.2.1 SONDAGGI G OT CNICI.....	4
1.2.2 PRO CPT (CON P N TRATION T ST).....	4
1.2.3 SISMICA A RIFRAZION.....	4
1.2.4 LABORATORIO G OT CNICO.....	5
1.3 I TERPRETA IO E DEI DATI.....	6
1.3.1 SONDAGGI G OT CNICI.....	6
1.3.2 PRO CPT.....	6
1.3.3 SISMICA A RIFRAZION.....	10
1.3.4 LABORATORIO G OT CNICO.....	12
ALLEGATO 1 – LOG STRATIGRAFICI.....	13
ALLEGATO 2 – GRAFICI INTERPRETATIVI CPT.....	14
ALLEGATO 3 – SISMICA A RIFRAZIONE.....	15
ALLEGATO 4 – LABORATORIO GEOTECNICO.....	16
ALLEGATO 5 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	17

PREMESSA

Il presente rapporto di indagine costituisce parte integrante della documentazione geologica di progetto relativa al progetto di realizzazione di un nuovo complesso scolastico in località la Fratta nel comune di Loiano (Bo).

Obiettivo del documento è quello di fornire, analiticamente, i risultati della campagna di indagine programmata ed eseguita nell'ambito di tale progettazione i cui risultati sono stati adottati per la formazione degli altri elaborati propri della geologia di progetto.

Nella documentazione grafica in testo è riportata l'ubicazione delle indagini.

Il presente documento è organizzato come di seguito descritto:

G 01 RAPPORTO SULL INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allegati In Testo All'elaborato G 01

ALL GATO 1	LOG STRATIGRAFICI
ALL GATO 2	GRAFICI INTERPRETATI E CPT
ALL GATO 3	SISMICA A RIFRAZIONE
ALL GATO 4	LABORATORIO GEOLOGICO
ALL GATO 5	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
ALL GATO 6	PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI

1 I DAGI I I SITO

A seguire sono presentati i risultati derivanti dalla campagna di indagini in sito eseguita a livello di progetto definitivo.

A seguire gli schemi riepilogativi delle indagini.

L ubicazione delle indagini riportata nella figura 1 Ubicazione indagini in sito

1.1 CAMPAGNA DI I DAGI I

Sondaggi geognostici		Profondità m	Strumentazione
ID	quota slm		
S1	711.15	20.0	Inclinometro
S2	709.00	30.0	Inclinometro
T1	694.00	3.0	/

Tabella 2.1 Riepilogo sondaggi geotecnici; S = sondaggio, T = trivellazione

CAMPIO I		
ID	Profondità m	Tipologia
S1CR1	3.60 3.90	Semidisturbato
S1CR2	6.50 6.80	Semidisturbato
S2CR1	2.20 2.40	Semidisturbato
S2C1	4.10 4.30	Shelby
S2CR2	5.40 5.60	Semidisturbato
T1C1	2.50 3.00	Shelby

Tabella 2.2 Riepilogo campioni

PROVE CPT		
ID	Inizio fine prova	Profondità pieometro
CPT 1	0.00 - 2.60	/
CPT 2	0.00 8.00	7.50
CPT 3	0.00 4.00	3.50
CPT 4	0.00 8.80	5.00
CPT 5	0.00 5.40	5.00
CPT 6	0.00 10.40	9.50
CPT 7	0.00 3.60	/
CPT 8	0.00 2.60	2.50
CPT 9	0.00 2.40	/

Tab. 2.3 Riepilogo prove CPT

SISMICA A RIFRAZIONE		
ID	Lunghezza	Tipologia prospezione
SP 1	110	p, s
SP 2	110	p, s

Tab. 2.4 Riepilogo sismica a rifrazione

1.2 MODALITA' DI INDAGINE

1.2.1 SONDAGGI GEOTECNICI

I sondaggi geotecnici sono stati eseguiti con sonda a rotazione a completo funzionamento idraulico con il metodo aste e carotiere. La percentuale di recupero è stata variabile in funzione della tipologia di terreno ma è quasi sempre maggiore all'80%. I campioni sono stati prelevati dove possibile con il campionatore semplice a pareti sottili shelby; al fine di permettere una caratterizzazione geotecnica idonea e completa sono stati comunemente prelevati anche campioni direttamente dalle cassette catalogatrici mantenendone uno stato di integrità tale da permettere comunemente le analisi di laboratorio.

Entrambi i sondaggi sono stati completati ad inclinometro fino a fondo foro.

1.2.2 PROVE CPT CON PENETROMETRO STATICO E PENETRATION TEST

Le prove CPT sono state eseguite con penetrometro statico 20 ton con punta Begemann e con velocità di avanzamento costante pari a 2 cm/s. Le prove sono state condotte fino a rifiuto strumentale in corrispondenza del substrato e completate, dove ritenuto utile con piezometro a tubo aperto ϕ 25 mm.

1.2.3 SISMICA A RIFRAZIONE

La prospezione sismica a rifrazione consiste nell'eseguire una serie di misure in superficie per determinare le variazioni di velocità sismica dei terreni e/o delle rocce in profondità.

Tale metodo richiede l'immissione nel terreno di una certa quantità di energia, la cui intensità, data la distanza variabile tra sorgente di energia e sensori di ricezione, può essere regolata al fine di rispondere, nel modo più esauriente possibile, ai quesiti posti dall'indagine.

Il metodo sismico a rifrazione utilizza i dati forniti dalla rifrazione subita dalle onde elastiche nell'attraversare i terreni e le rocce investigate; più in particolare, attraverso una serie di geofoni (ricevitori) posti a distanze variabili dalla sorgente di energia, tali onde vengono trasformate in impulsi elettrici che opportunamente amplificati e decodificati dall'apparecchiatura di registrazione, permettono la lettura dei tempi di arrivo delle onde sismiche su uno schermo e quindi memorizzati per essere trasferiti successivamente sul computer di servizio.

L'elaborazione dei valori di tali tempi rispetto alle distanze dei geofoni, permette di determinare le velocità dei sismostrati e le loro profondità rispetto alla superficie topografica.

Scopo principale del rilievo sismico a rifrazione è quello di ricostruire il substrato, ossia l'orizzonte caratterizzato dalle velocità di propagazione più elevate e quindi dalle migliori caratteristiche di elasticità e resistenza meccanica.

Le basi sismiche a rifrazione sono state realizzate con il sistema delle dromocrone reciproche, in modo da ottenere un controllo sulle reali velocità sismiche dei rifrattori. Lo stendimento è stato eseguito con lunghezza di 110 m con schema tipico di 12 geofoni ad interdistanza di 10 m. Per la base sismica sono stati effettuati cinque punti doppi di energizzazione (scoppi e registrazioni per P e S) ubicati secondo uno schema che ne prevede due alle estremità in corrispondenza dei geofoni 1 e 12, uno tra i geofoni 3 e 4, uno al centro tra i geofoni 6 e 7 ed uno tra i geofoni 9 e 10. Operando in tal modo, si sono ottenuti dati sufficienti per una corretta interpretazione delle velocità, dell'andamento dei rifrattori e della loro profondità di separazione dal piano campagna. Gli impulsi nel terreno sono stati prodotti mediante cannoncino Minibang della Four Ltd alimentato con cartucce calibro 8 SM tipo industriale. Per ogni punto di energizzazione è stata effettuata una registrazione dei tempi di arrivo ai vari geofoni degli impulsi sismici mediante memorizzazione. Tali tempi sono stati successivamente riportati su un grafico tempi/distanze, ottenendo dei tratti di velocità chiamate dromocrone. L'interpretazione opportuna di tali dromocrone ha permesso di determinare le velocità sismiche dei terreni e delle rocce investigate e le loro profondità dal piano campagna.

La strumentazione utilizzata nella prospezione è la seguente :

Sismografo registratore S-I225 Geometrics (USA), alimentato con batteria da 12 /16 Ah, con 12 canali ed amplificatori su ciascun canale (guadagni 0 - 66 db e forme di traccia 0 - 51 db) filtri, addizionale di impulsi, visualizzazione e memorizzazione dati; geofoni Sensor ad asse verticale da 14 z e ad asse orizzontale da 10 z; cavi sismici multipli Cannon ITT con 12 prese ciascuno ad intervalli di 10 m fra le prese; energizzatore cannoncino Minibang con geofono starter, cavi di collegamento.

1.2.4 LABORATORIO GEOTECNICO

Sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico i 4 campioni per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche

La determinazione dei parametri meccanici dalle prove di taglio diretto è stata eseguita utilizzando il grafico pressioni - resistenza al taglio, determinando l'angolo di attrito come inclinazione della curva di inviluppo e la coesione drenata come intercetta della curva con l'asse verticale.

In tabella 2.5 sono riportate le prove eseguite su ciascun campione.

PROVE DI LABORATORIO										
CAMPION	Profondit (m)		AGLIATUR A	S DIM NT.	LIMITI DI PLASTICITA	TAGLIO DIR TTO	Taglio diretto	Taglio residuo	dometrica	γ_n (g/cm ³)
S1CR1	3.60	3.90								
S1CR2	6.50	6.80								
S2CR1	2.20	2.40								
S2C1	4.10	4.30								
S2CR2	5.40	5.60								
CiC1	2.50	3.00								

Tab. 2.5 Riepilogo prove di laboratorio

1.3 I TERPRETA IO E DEI DATI

1.3.1 SO DAGGI GEOTEC ICI

Le stratigrafie dei sondaggi sono riportate in ALL GATO 1 STRATIGRAFI con riferimento ai campionamenti ed ai parametri di perforazione (R C.).

In ALL GATO 2 sono riportati i certificati di laboratorio.

1.3.2 PROVE CPT

I risultati dei dati delle prove penetrometriche con incluse le diagrafie sono riportate in ALL GATO 3 mentre nelle tabelle 2.6 sono mostrati i parametri geotecnici ottenuti per i vari strati in ciascuna prova.

CPT 1						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	1.0	Argilla limosa	1 ,8	,46	4,28
2	1.0	2.2	Sabbia	118,5	1,56	1,32
3	2.2	2.6	Substrato alterato	5 ,	1,25	,25

CPT 2						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	2.0	Argilla limosa	8,3	,5	5,97
2	2.0	3.6	Sabbia	52,	,87	1,68
3	3.6	6.6	Argilla sabbiosa/limosa	81,4	3,65	4,48
4	6.6	8.0	Substrato alterato	367,	7,54	2, 5

CPT 3						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	3.4	Argilla sabbioso/limosa	36,82	1,55	4,21
2	3.4	4.0	Substrato alterato	383,33	1,77	,46

CPT 4						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	0.8	Argilla limosa	7,	,32	4,58
2	0.8	3.2	Sabbia argillosa/limosa	28,25	,73	2,57
3	3.2	4.4	Argilla limosa	8,	,39	4,87
4	4.4	7.8	Argilla limosa	22,88	1,38	6, 2
5	7.8	8.8	Substrato alterato	371,6	7,66	2, 6

CPT 5						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	1.4	Argilla limosa	9,	,52	5,77
2	1.4	4.6	Argilla sabbioso/limosa	43,69	2,34	5,36
3	4.6	5.4	Substrato alterato	397,25	1,73	,44

CPT 6						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	2.2	Argilla limosa	12,	,63	5,26
2	2.2	3.2	Argilla sabbioso/limosa	34,8	1,82	5,24
3	3.2	4.0	Sabbia	158,25	1,58	1,
4	4.0	6.6	Sabbia limosa	86,85	1,75	2, 2
5	6.6	10.4	Sabbia limosa/substrato alterato	186,32	7,75	4,16

CPT 7						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	1.1	Argille sabbioso/limose	39,	1,5	3,84
2	1.1	3.2	Argille sabbioso limose	84,91	4,29	5, 5
3	3.2	3.6	Substrato alterato	5 ,	1,25	,25

CPT 8						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	2.2	Argilla sabbioso/limosa	21,5	,94	4,38
2	2.2	2.6	Substrato alterato	317,67	3,51	1,1

CPT 9						
. strato	da	a	Descr i one	c	Fs	Fs/ c 100
1	0.0	1.0	Argilla limosa	8,6	,44	5,13
2	1.0	2.0	Sabbia	134,2	1,17	,87
3	2.0	2.4	Sustrato alterato	365,	1,18	,32

Tab. 2.6 Resoconto parametri geotecnici da prove CPT

CLASSIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Per l'interpretazione stratigrafica è stata utilizzata la carta di classificazione di Schmertmann (1969) costruita con dati ottenuti da prove con punta meccanica tipo Begemann. La carta ha in ordinata la c , in scala logaritmica ed in ascissa il rapporto delle resistenze f_r in scala lineare. I risultati dell'interpretazione stratigrafica sono riportati nella tabella 2.6, mentre i grafici in Allegato 3

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI GRANULARI

I terreni a comportamento prevalentemente granulare (sabbie, sabbie limo-argillose e limi) sono stati caratterizzati in termini di attrito effettivo (φ) utilizzando la relazione di Durgunoglu e Mitchell valida per sabbie poco addensate ed adattabile a sabbie molto addensate applicando un fattore correttivo variabile tra 1 e 2.

Nelle tabelle 2.7 è riportato uno schema dei parametri ottenuti dalle prove CPT in termini di f_k (progetto). Si rimanda per la trattazione completa e la caratterizzazione geotecnica all'elaborato .D. 02 - RILAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA.

I parametri sono stati schematizzati secondo la sezione geotecnica di progetto, non necessariamente coincidenti con quella litostratigrafica.

CPT 1		
STRATO	Profondità	φ'
2	1.0 - 2.2	35.1

CPT 2		
STRATO	Profondità	φ'
2	2.0 - 3.6	28.7

CPT 4		
STRATO	Profondità	φ'
2	0.8 - 3.2	23.8

CPT 6		
STRATO	Profondità	φ'
4	4.0 - 6.6	30.5

CPT 9		
STRATO	Profondità	φ'
1	1.0 - 2.0	36.2

Tabella 2.7 Schema parametri geotecnici terreni granulari

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRNICI

I terreni a comportamento prevalentemente coesivo (dalle argille ai limi) sono stati caratterizzati in termini di coesione non drenata (C_u) utilizzando la relazione di Lunne (1978).

Nelle tabelle 2.8 è riportato uno schema dei parametri ottenuti dalle prove CPT in termini di C_{uK} (caratteristico). Si rimanda per la trattazione completa e la caratterizzazione geotecnica all'elaborato .D. 02 - RILAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA.

I parametri sono stati schematizzati secondo la sezione geotecnica di progetto, non necessariamente coincidente con quella litostatigrafica.

CPT 1		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1	0.0 - 1.0	0.17

CPT 2		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1	0.0 - 2.0	0.26
2	3.6 - 6.6	1.62

CPT 3		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1	0.0 - 3.6	0.38

CPT 4		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
3	3.2 - 4.4	0.37
4	4.4 - 7.8	0.74

CPT 5		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1	0.0 - 1.4	0.26
2	1.4 - 4.6	1.11

CPT 6		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1-2	0.0 - 3.2	0.65
5	6.8 - 10.4	4.14

CPT 7		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1	1.0 - 3.2	1.56

CPT 8		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1	0.0 - 2.2	0.46

CPT 9		
STRATO	Profondità	C_u (g/cm)
1	0.0 - 1.0	0.30

Tabella 2.8 Schema parametri geotecnici terreni coesivi

1.3.3 SISMICA A RIFRAZIONE

L'interpretazione delle basi sismiche eseguite ha permesso di individuare unit  caratterizzate da diversi valori di velocit  delle onde sismiche longitudinali (P medie) e trasversali (S medie) crescenti con le profondit .

Sono stati adottati modelli interpretativi a tre strati con:

- v_{p1} variabile da 0.32 a 0.50 Km/s; v_{p2} variabile da 1.25 a 1.60 Km/s; v_{p3} variabile da 2.3 a 2.5 Km/s.
- v_{s1} variabile da 0.07 a 0.12 Km/s; v_{s2} variabile da 0.38 a 0.48 Km/s; v_{s3} variabile da 0.85 a 0.95 Km/s.

Per le correlazioni tra velocit  sismiche e litologia, disponendo della geologia locale, delle stratigrafie di due sondaggi meccanici e di 7 prove penetrometriche eseguiti nei dintorni delle linee sismiche, si sono effettuati i seguenti abbinamenti:

Strato	Velocit� sismiche (m/s)		Litotipi
	V_p	V_s	
1	0.32 - 0.50	0.07 - 0.12	Copertura: limo argilloso, limo sabbioso ed inclusi arenacei
2	1.25 - 1.60	0.38 - 0.48	Intermedio: peliti ad alterazione variabile
3	2.3 - 2.5	0.85 - 0.95	Substrato: Formazione di Monghidoro (alternanze di arenarie e peliti)

COEFFICIENTE DI POISSON

La determinazione contemporanea delle velocit  longitudinali P (onde di compressione) e di quelle trasversali S (onde di taglio) ha permesso di determinare il coefficiente di Poisson mediante la relazione :

$$\nu = \frac{(v_p / v_s)^2 - 2}{2(v_p / v_s)^2 - 2}$$

I campi di variabilit  del coefficiente di Poisson (ν) per i vari strati risultano:

1 strato: copertura $\nu_1 = 0.47$

2 strato: intermedio $\nu_2 = 0.43$

3 strato: substrato $\nu_3 = 0.39$

S ZIONI SISMIC

SEZIONE SISMICA A-A'

Si presenta una situazione omogenea lungo tutta la sezione.

L'analisi della sezione permette di distinguere una copertura costituita da limo argilloso - sabbioso (V_s 0.07 - 0.12 Km/s) per profondità variabile da 2 a 3 m da p.c.

Segue un intermedio caratterizzato da peliti ad alterazione variabile (V_s 0.38 - 0.48 Km/s) per profondità da 8 a 10 m da p.c.

Oltre tali profondità e fino a circa 30 m da p.c. è visibile il substrato costituito dalla Formazione di Monghidoro (alternanza arenarie e peliti, V_s 0.85 - 0.90 Km/s).

SEZIONE SISMICA B-B'

Si presenta una situazione omogenea lungo tutta la sezione.

L'analisi della sezione permette di distinguere una copertura costituita da limo argilloso - sabbioso (V_s 0.08 - 0.095 Km/s) per profondità variabile da 2.5 a 3.5 m da p.c.

Segue un intermedio caratterizzato da peliti ad alterazione variabile (V_s 0.38 - 0.44 Km/s) per profondità da 8.5 a 10 m da p.c.

Oltre tali profondità e fino a circa 30 m da p.c. è visibile il substrato costituito dalla Formazione di Monghidoro (alternanza arenarie e peliti, V_s 0.85 - 0.95 Km/s).

CALCOLO DELLA V_{S30}

Ai fini della definizione dell'azione sismica per le aree edificabili, la Regione Umbra (Ordinanza 3274 modificata dall'OPCM 3431 del 03/05/05) ha definito delle categorie di profilo stratigrafico dei suoli di fondazione rappresentati dalla V_{S30} che risulta come velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità da p.c. e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{S30} come riportato nella tabella:

Grado	Classe	Velocità sismica m/s
Molto buono	A	$s_{30} > 800$
Buono	B	$360 < s_{30} < 800$
Discreto	C	$180 < s_{30} < 360$
Sufficiente	D	$s_{30} < 180$
Insufficiente		Strati sup. all. (5 - 20 m) tipo C e D soprastanti substrato tipo A
Molto scadente	S1	$s_{30} < 100$
Pessimo	S2	$s_{30} < 50$

Sviluppando questa formula per i cinque punti di energizzazione di ogni linea sismica, nel caso in oggetto i terreni indagati ricadono nella categoria B ($360 < S_{30} < 800$), ossia la media delle $S_{30} = 437$ m/s per la sezione A e di $S_{30} = 420$ m/s per la sezione B, con entrambi i valori spostati verso il limite inferiore del range.

1.3.4 LABORATORIO GEOTECNICO

Si rimanda per la tabella riassuntiva dei risultati delle prove geotecniche di laboratorio ed ai certificati di ciascuna prova all'allegato 4.

ALLEGATO 1 – LOG STRATIGRAFICI



COMMITTENTE
COMUNE DI LOIANO
 CANTIERE
NUOVO COMPLESSO SCOLASTICO LOIANO (BO)

COORDINATE
 UTM-32T
 N=
 E=
 QUOTA SOND. m s.l.m.=
 ATTREZZATURA:

DATA INIZIO: 04/12/08
 DATA TERMINE: 04/12/08
 REGISTRATO: Carvisiglia
 CONTROLLATO: Carvisiglia

SIGLA SONDAGGIO
S1
 RIFERIMENTO INTERNO
 PAG: 1 / 1

SONDAGGIO	PROFONDITÀ (m)	QUOTA PIEZOMETRICA (m)	TIPO DI CAMPIONI	UTENSILI DI PERFORAZIONE	INCLINAZ. SONDAGGIO
09-12-2008	- xxx	- xxx	Sh: Shelby Mz: Mazder Os: Osterberg Cr: Craps Det: Denison	Carotere semplice; Carotere doppio TS; Carotere doppio T6S; Carotere triplo; Tricono;	0.0 - 20.0

PROFONDITÀ (m)	QUOTA (m)	DESCRIZIONE	SYMBOL	SAMPLE	REMARKS
1.00	1.00	1.00 TERRENO AGRARIO limo argilloso/sabbioso con inclusi arenacei	1		
3.50	4.50	3.50 LIMO ARGILLOSO MARRONE da consistente a duro. Presenti livelli arenacei spogliosi e limo-sabbiosi.	2	CR1 Rm 1.60 3.90 280	
4.90	9.40	4.90 PELITE GRIGIA. Alterata con inclusi molto cementati sia pellici che arenacei. Presenti livelli arenacei a grana fine. FORMAZIONE DI MONGHIDORO - Livello pellico alterato	3		
6.30	15.70	6.30 ARENARIA GRIGIA DEB. CEMENTATA. Costituita da granuli medio-fini è caratterizzata dalla presenza da inclusi o sottili strati molto cementati di natura arenacea e livelli pellici semifittoidi. Aumenta il grado di cementazione verso il basso. FORMAZIONE DI MONGHIDORO - Livello arenaceo deb. cementato. Perde il grado di cementazione nelle fasi di perforazione.	4	CR2 Rm 6.50 6.80	
4.30	20.00	4.30 PELITE GRIGIA. Semifittoidi con inclusi arenacei e livelli pellici cementati. Presenti orizzonti arenacei decimetrici. FORMAZIONE DI MONGHIDORO - Livello pellico semifittoidi	5		



REMARKS: Values in inches are in feet recorded by the sampler. All test rods were considered "new".
USUAL TESTS: Standard value representative for tested soil, according to ASTM, unless otherwise indicated.
 Note: For horizontal, values are given in degrees to vertical, or degrees to horizontal.
SOILS: As per ASTM, or (QUALITY INDEX), or (PROBABILITY), or (PERCENTAGE).
SPACING: As per ASTM, or (CLOSE 0-200 mm), or (MODERATE 200-600 mm), or (WIDE 600-2000 mm), or (VERY WIDE >2000 mm).
ROCK STRATIFICATION: As per ASTM, or (100-250 MPa), or (25-50 MPa), or (15-25 MPa), or (1-5 MPa), or (< 1 MPa).
ROCK WEATHERING: As per ASTM, or (UNWEATHERED), or (SLIGHTLY WEATHERED), or (MODERATELY WEATHERED), or (HEAVILY WEATHERED), or (DISINTEGRATED).

CONTENUTE DI
 LOIANO

INDAGINI IN SITO

SONDAGGIO S1

ALLEGATO 2 – GRAFICI I TERPRETATIVI CPT

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

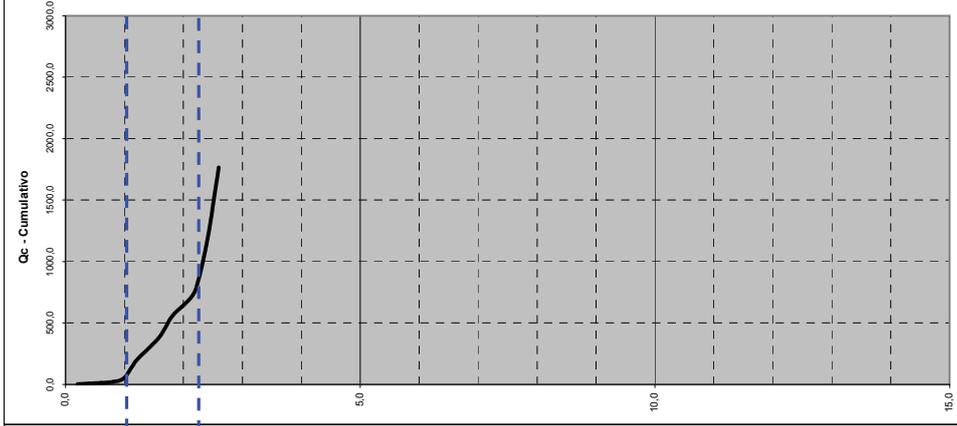


GRAFICO PROFONDITA' / RS

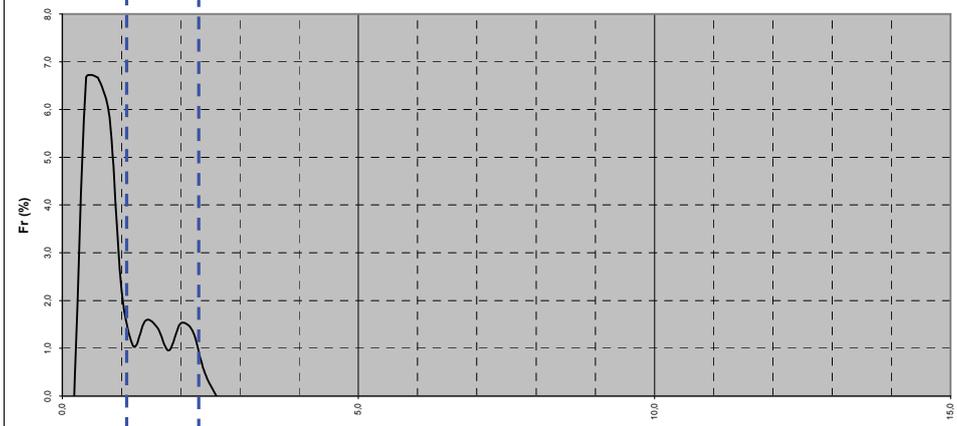


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE

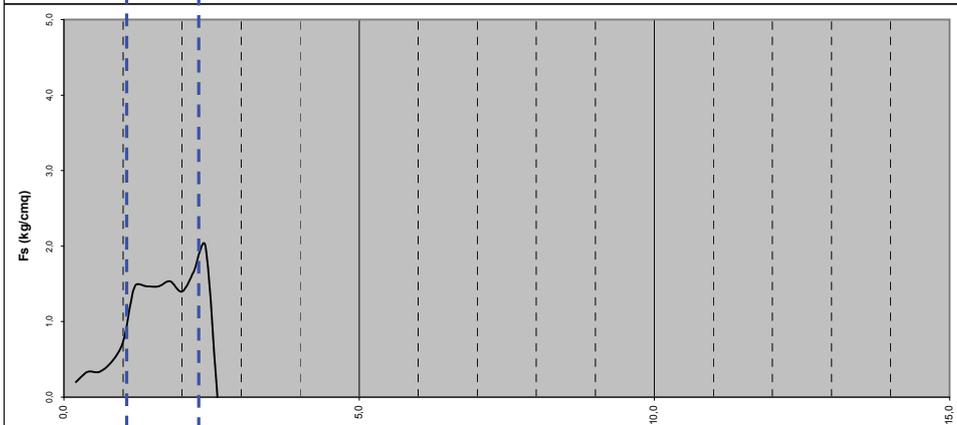
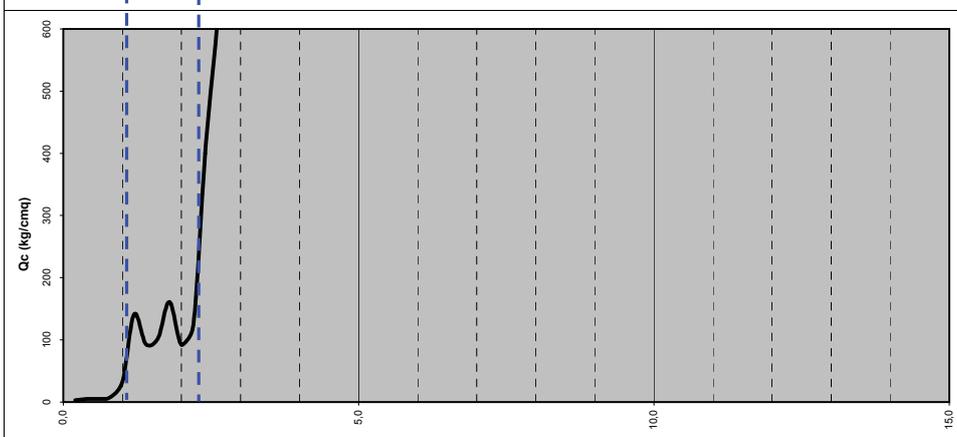


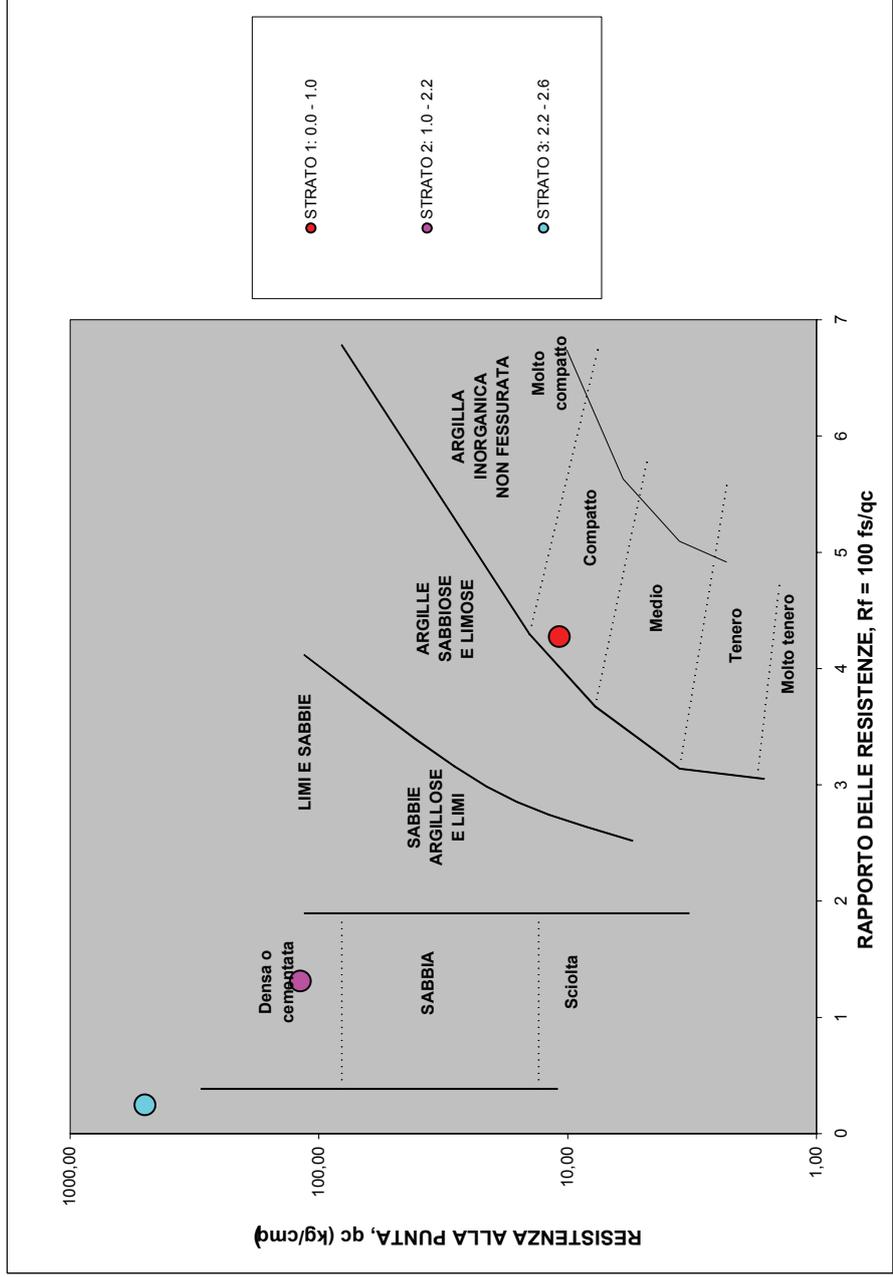
GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA



CPT 1

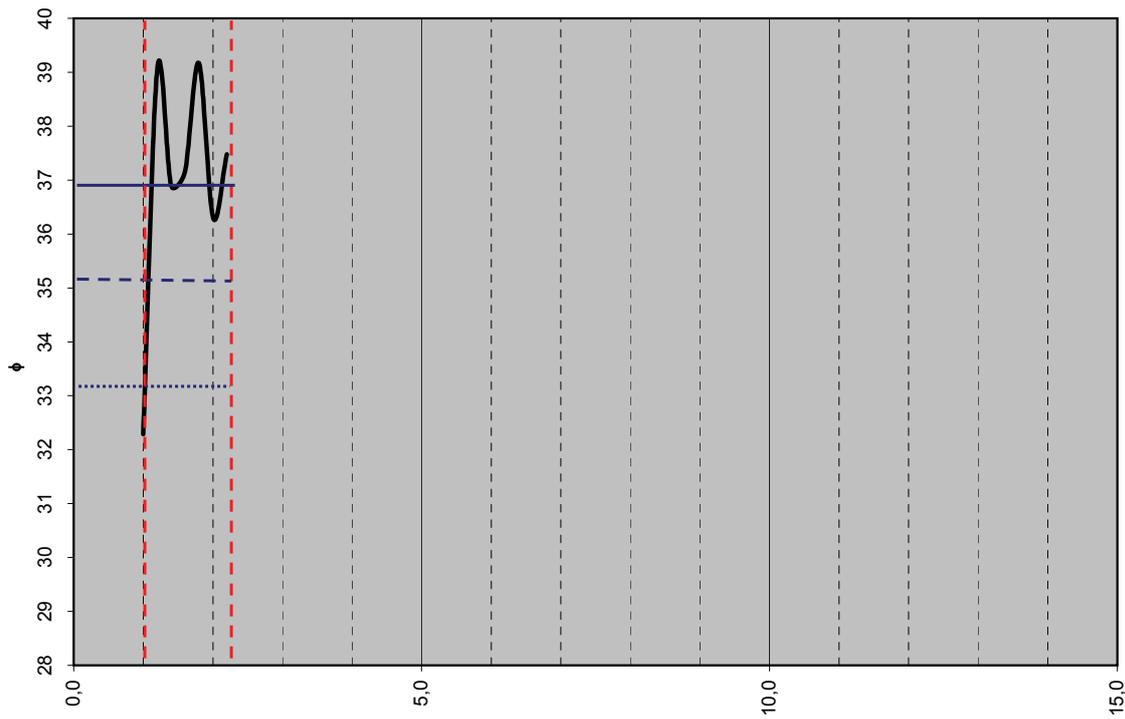
SITO: Comune di Loiano (BO) REDATTO: Carvisiglia
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 COMMITTENTE: Comune di Loiano PROFONDITA' FINE PROVA: 2,60
 FALDA: -

SCHMERTMANN PROFILING CHART



CPT 1

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 2,60
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -



$\varphi_M =$	36,9	$\varphi_M =$	36,9
$\varphi_K =$	35,1	$\varphi_K =$	33,1
$\varphi_D =$	29,3	$\varphi_D =$	27,7

— Valore medio
 - - - Valore caratteristico compensato
 Valore caratteristico non compensato
 — Valore medio
 - - - Valore caratteristico compensato
 Valore caratteristico non compensato
 $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio $C_{uM} =$ Coesione non drenata media
 $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico $C_{uK} =$ Coesione non drenata caratteristica
 $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto $C_{uD} =$ Coesione non drenata di progetto

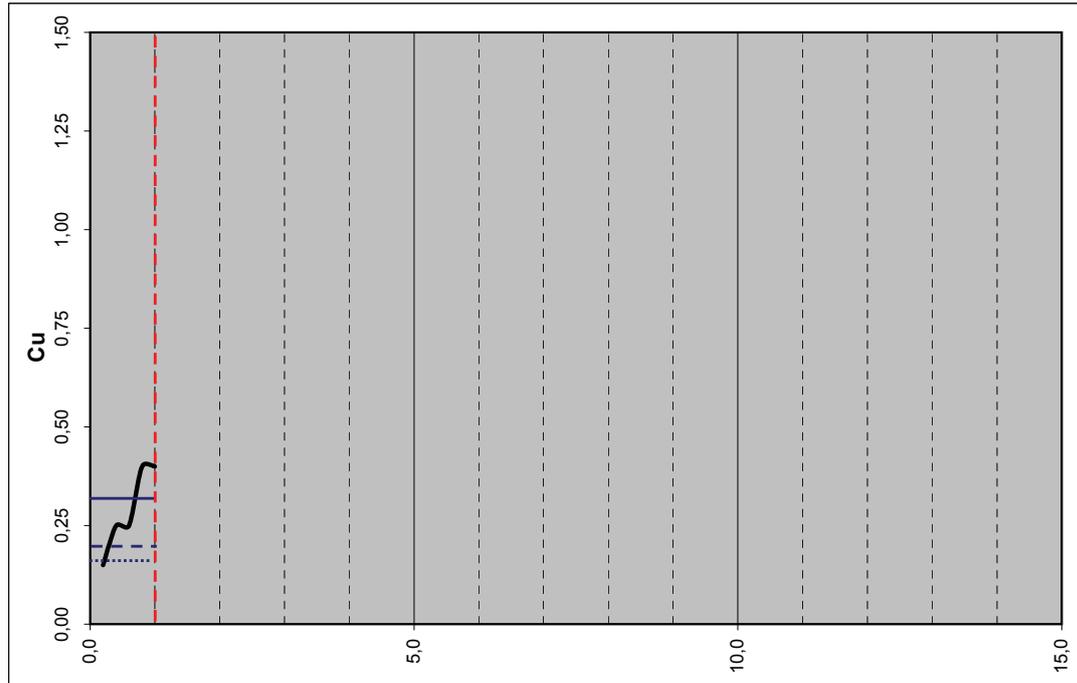
COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media
NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 2,60
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -

REDATTO: Carvisiglia

GRAFICO PROFONDITA' / COESIONE NON DRENATA

INTERPRETAZIONE GEOTECNICA - Cu: Lunne, Robertson e Powell (1977)



CPT 1

STRATO 1 (0.0 - 1.0)	
GRANDE	PICCOLO
$C_{UM} = 0,29$	$C_{UM} = 0,29$
$C_{UK} = 0,17$	$C_{UK} = 0,15$
$C_{Ub} = 0,12$	$C_{Ub} = 0,11$

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_b =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{Ub} =$ Coesione non drenata di progetto

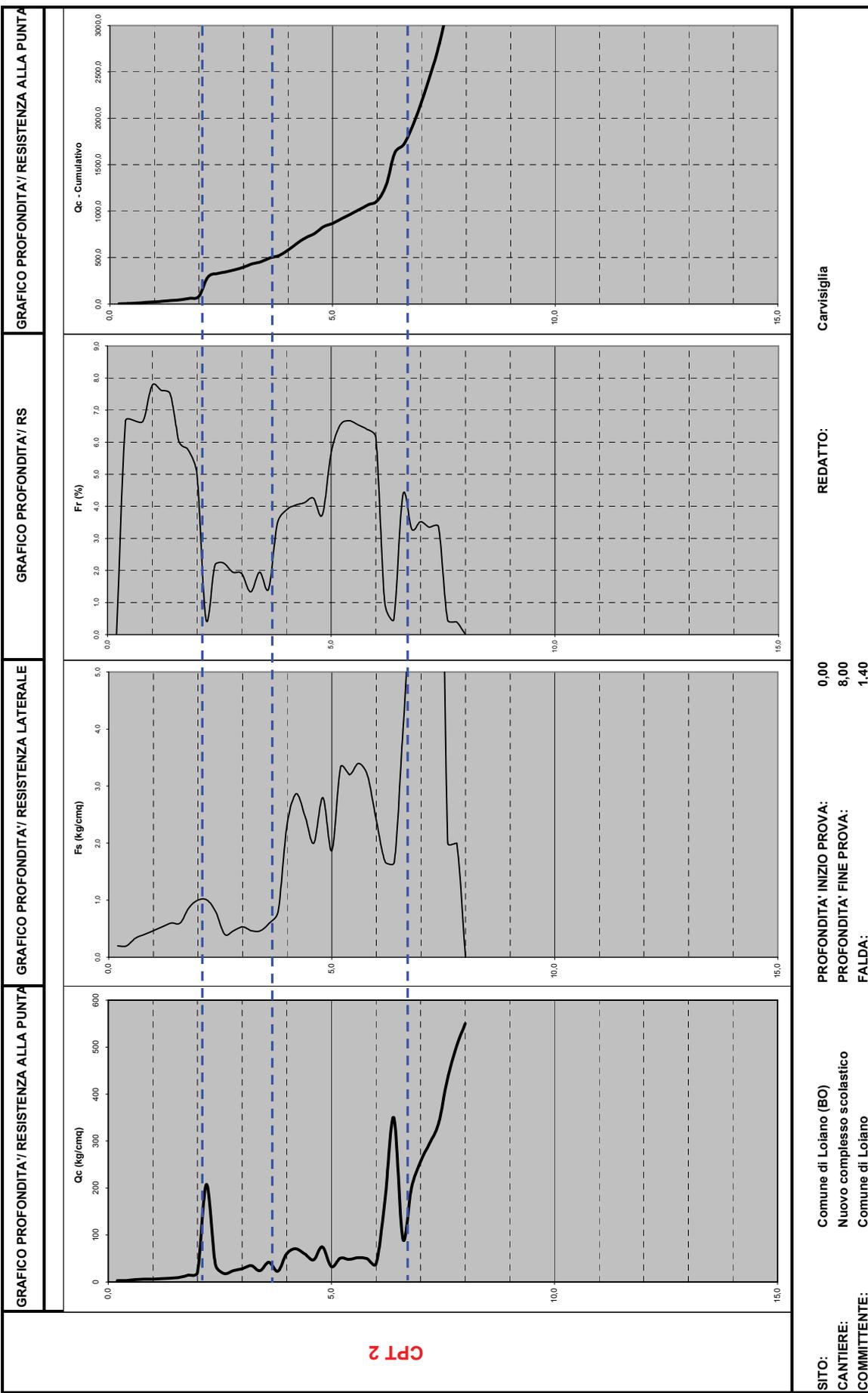
COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia

CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 2,60

COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -



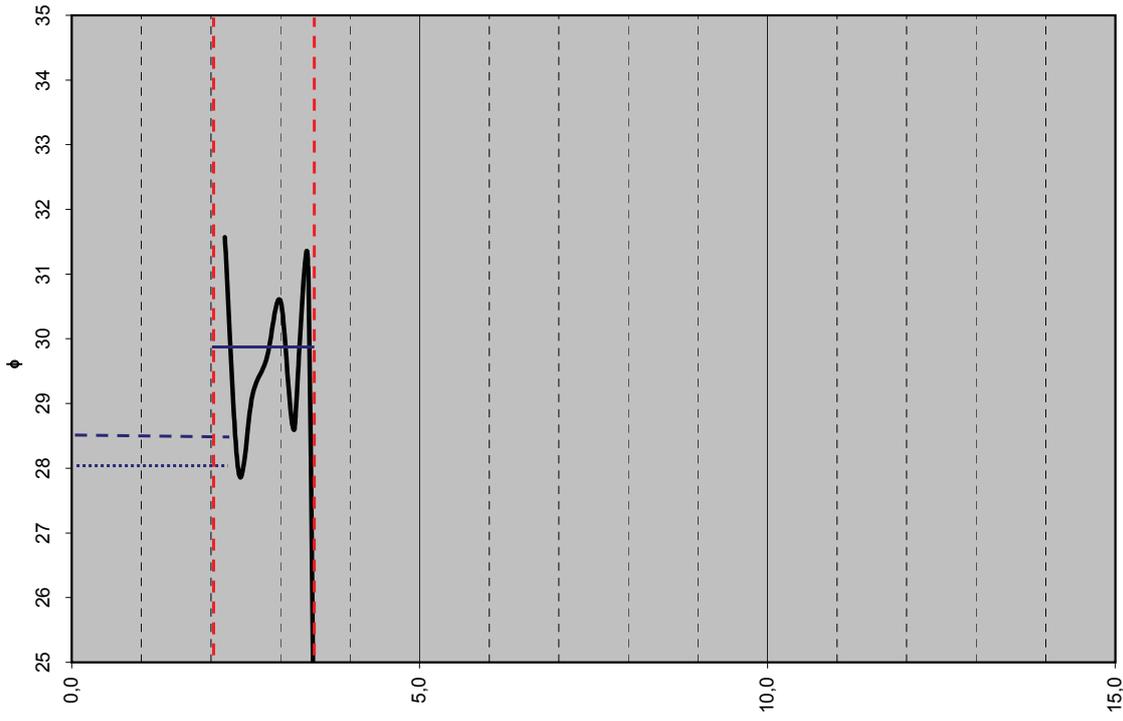
SCHMERTMANN PROFILING CHART



CPT 2

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 8,00
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 1,40

CPT 2



STRATO 2 (1.0 - 2.2)		
	GRANDE	PICCOLO
$\varphi_M =$	29,8	$\varphi_M =$ 29,8
$\varphi_K =$	28,7	$\varphi_K =$ 27,6
$\varphi_D =$	23,7	$\varphi_D =$ 22,7

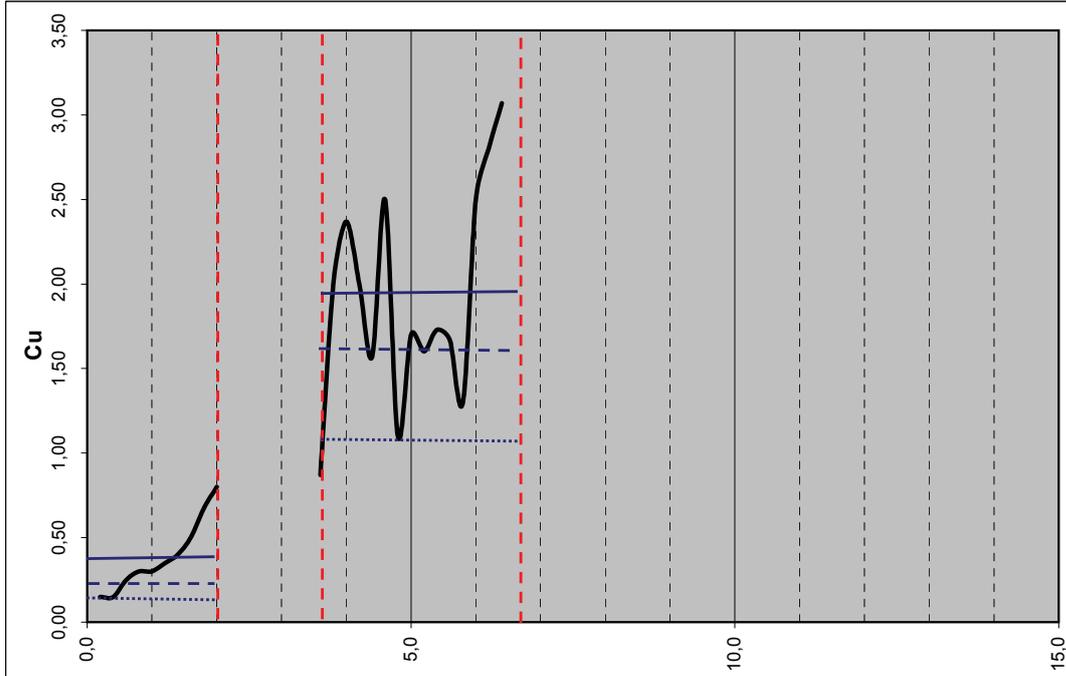
- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto
- $Cu_M =$ Coesione non drenata media
- $Cu_K =$ Coesione non drenata caratteristica
- $Cu_D =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 8,00
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 1,40

REDATTO: Carvisiglia



CPT 2

STRATO 1 (0.0 - 2.0)	
GRANDE	PICCOLO
$C_{UM} = 0,39$	$C_{UM} = 0,39$
$C_{UK} = 0,26$	$C_{UK} = 0,14$
$C_{Ub} = 0,18$	$C_{Ub} = 0,10$

STRATO 1 (3.6 - 6.6)	
GRANDE	PICCOLO
$C_{UM} = 1,92$	$C_{UM} = 1,92$
$C_{UK} = 1,62$	$C_{UK} = 1,08$
$C_{Ub} = 1,16$	$C_{Ub} = 0,77$

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{Ub} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 8,00
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 1,40

REDATTO: Carvisiglia

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

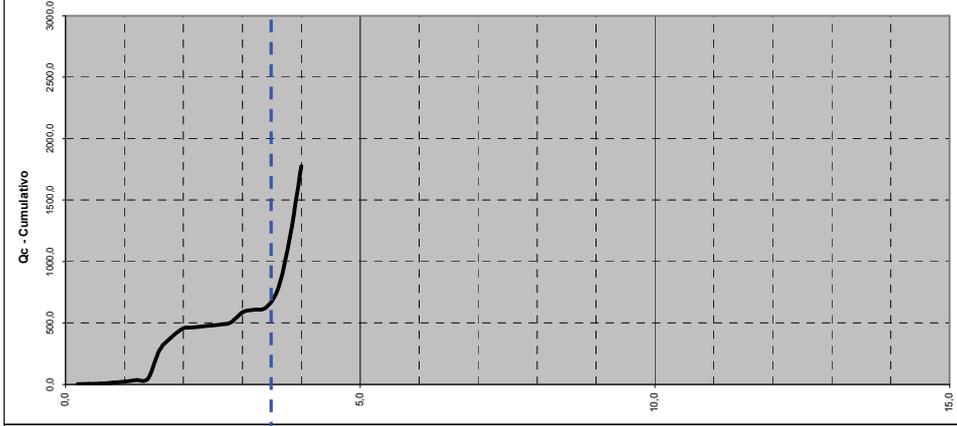


GRAFICO PROFONDITA' / RS

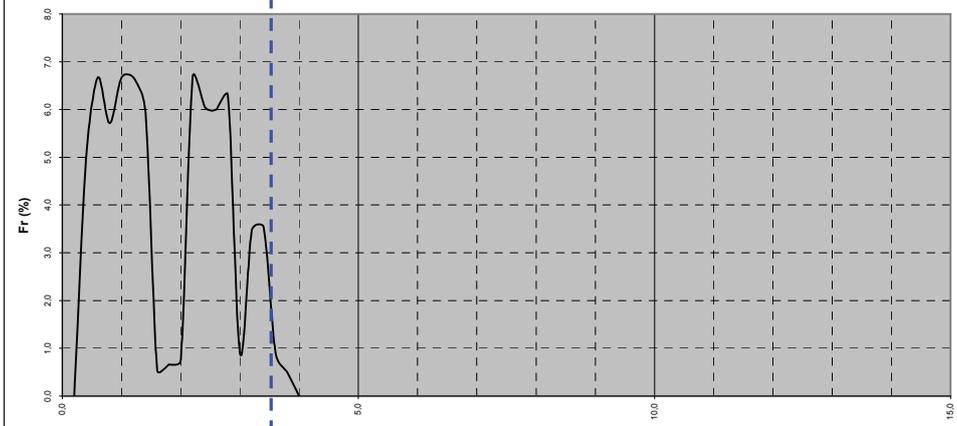


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE

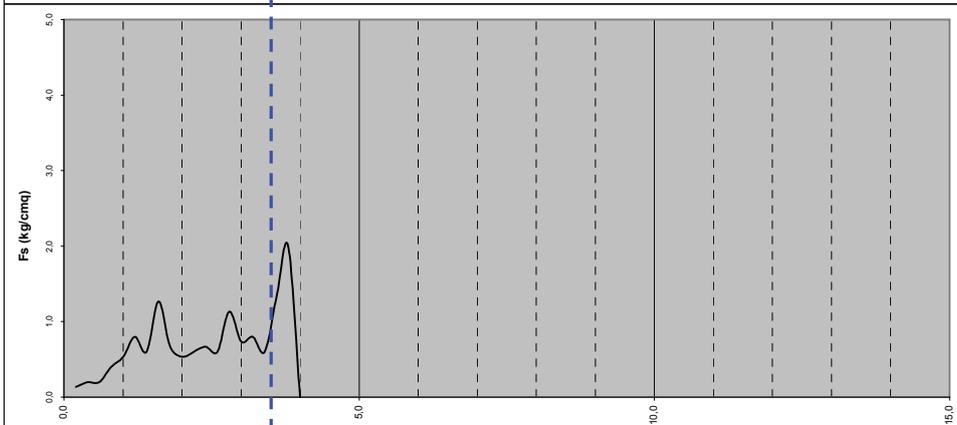
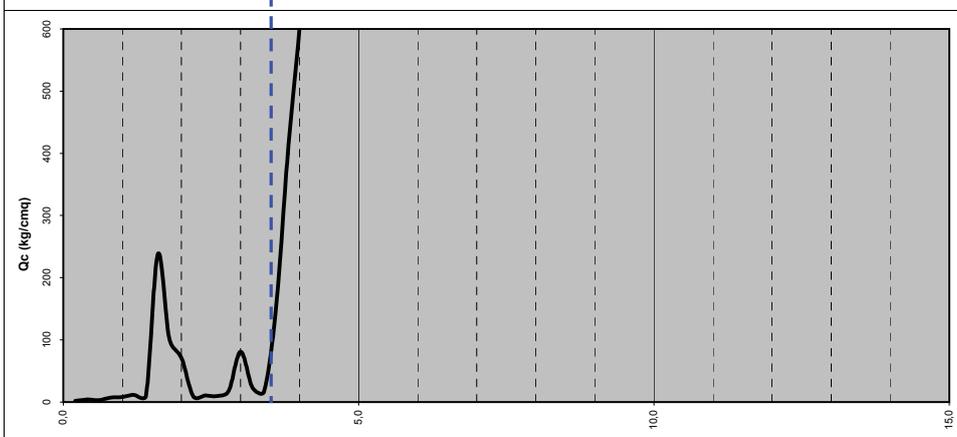


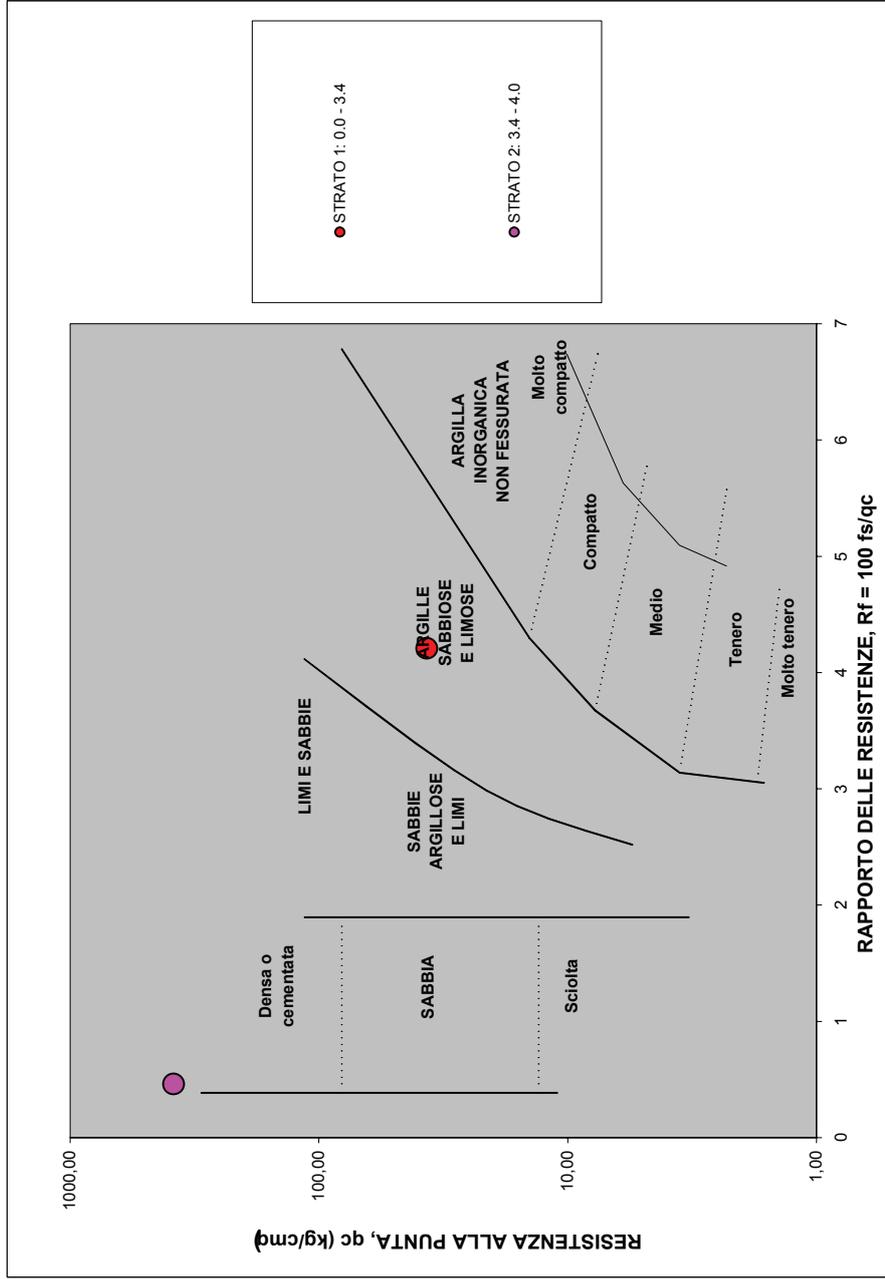
GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA



CPT 3

SITO:	Comune di Loiano (BO)	REDATTO:	Carvisiglia
CANTIERE:	Nuovo complesso scolastico	PROFONDITA' INIZIO PROVA:	0,00
COMMITTENTE:	Comune di Loiano	PROFONDITA' FINE PROVA:	4,00
		FALDA:	3,20

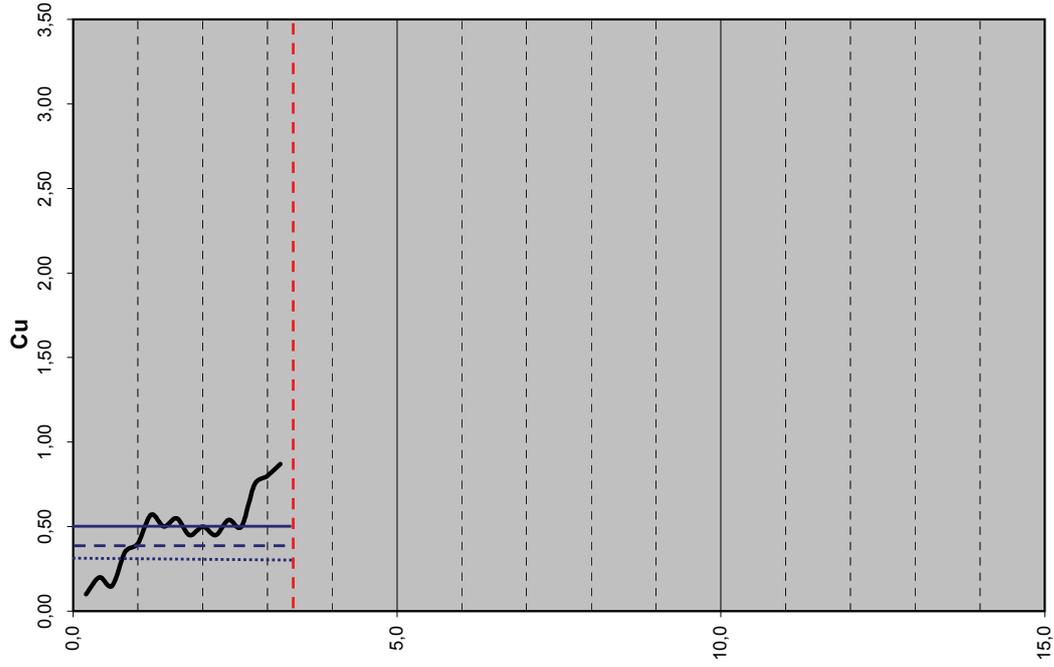
SCHMERTMANN PROFILING CHART



CPT 3

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 4,00
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 3,20

CPT 3



STRATO 1 (0.0 - 3.6)		
GRANDE		PICCOLO
$C_{UM} =$	0,48	$C_{UM} =$ 0,48
$C_{UK} =$	0,38	$C_{UK} =$ 0,22
$C_{Ub} =$	0,27	$C_{Ub} =$ 0,15

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\phi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\phi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\phi_{pb} =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{Ub} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia

CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 4,00

COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 3,20

PROVA PENETROMETRICA MECCANICA CPT4

COMMITTENTE : Comune di Loiano
 CANTIERE : Nuovo complesso scolastico
 DATA : 04/12/2008

VERTICALE : CPT 4
 FALDA m. : -
 PREFORO m. : 0

Quota m.	Qc kg/cm ²	Fs kg/cm ²	Fr Fs/Qc (%)	Quota m.	Qc kg/cm ²	Fs kg/cm ²	Fr Fs/Qc (%)
0,2	5,00	0,27		15,2			
0,4	5,00	0,33	6,67	15,4			
0,6	6,00	0,33	5,56	15,6			
0,8	12,00	0,73	6,11	15,8			
1	217,00	1,33	0,61	16			
1,2	30,00	0,53	1,78	16,2			
1,4	7,00	0,27	3,81	16,4			
1,6	21,00	0,47	2,22	16,6			
1,8	7,00	0,20	2,86	16,8			
2	8,00	0,20	2,50	17			
2,2	7,00	0,20	2,86	17,2			
2,4	8,00	0,20	2,50	17,4			
2,6	9,00	0,27	2,96	17,6			
2,8	7,00	0,20	2,86	17,8			
3	9,00	0,27	2,96	18			
3,2	9,00	0,27	2,96	18,2			
3,4	8,00	0,40	5,00	18,4			
3,6	8,00	0,40	5,00	18,6			
3,8	9,00	0,40	4,44	18,8			
4	8,00	0,40	5,00	19			
4,2	8,00	0,40	5,00	19,2			
4,4	7,00	0,33	4,76	19,4			
4,6	14,00	0,93	6,67	19,6			
4,8	16,00	1,13	7,08	19,8			
5	17,00	1,13	6,67	20			
5,2	21,00	1,20	5,71	20,2			
5,4	20,00	1,13	5,67	20,4			
5,6	21,00	1,20	5,71	20,6			
5,8	19,00	1,27	6,67	20,8			
6	22,00	1,53	6,97	21			
6,2	23,00	1,60	6,96	21,2			
6,4	19,00	1,33	7,02	21,4			
6,6	18,00	1,27	7,04	21,6			
6,8	18,00	1,27	7,04	21,8			
7	15,00	1,07	7,11	22			
7,2	17,00	1,13	6,67	22,2			
7,4	17,00	1,07	6,27	22,4			
7,6	74,00	1,00	1,35	22,6			
7,8	38,00	0,67	1,75	22,8			
8	310,00	9,80	3,16	23			
8,2	243,00	8,33	3,43	23,2			
8,4	345,00	11,33	3,29	23,4			
8,6	460,00	2,00	0,43	23,6			
8,8	500,00	0,00	0,00	23,8			
9				24			
9,2				24,2			
9,4				24,4			
9,6				24,6			
9,8				24,8			
10				25			
10,2				25,2			
10,4				25,4			
10,6				25,6			
10,8				25,8			
11				26			
11,2				26,2			
11,4				26,4			
11,6				26,6			
11,8				26,8			
12				27			
12,2				27,2			
12,4				27,4			
12,6				27,6			
12,8				27,8			
13				28			
13,2				28,2			
13,4				28,4			
13,6				28,6			
13,8				28,8			
14				29			
14,2				29,2			
14,4				29,4			
14,6				29,6			
14,8				29,8			
15				30			

NOTE

Il foro è stato strumentato a piezometro semplice fino alla profondità di 5.0 m dal piano campagna.
 Lettura del 09-12-08: - 0.00

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

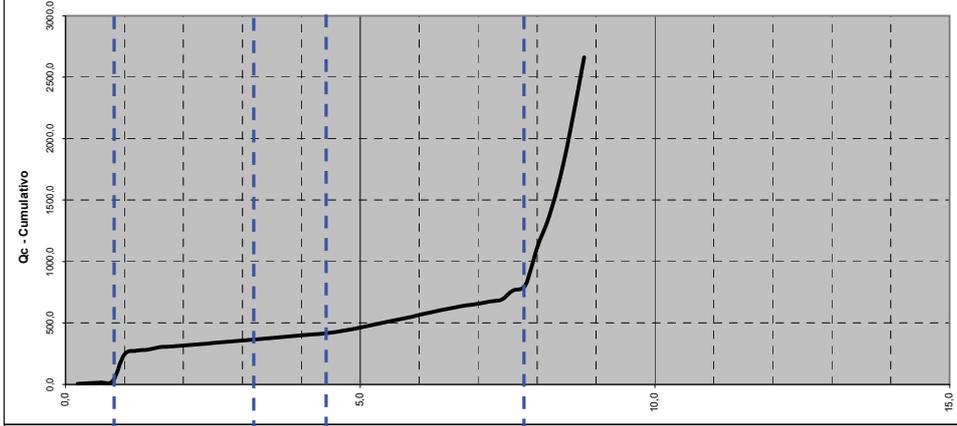


GRAFICO PROFONDITA' / RS

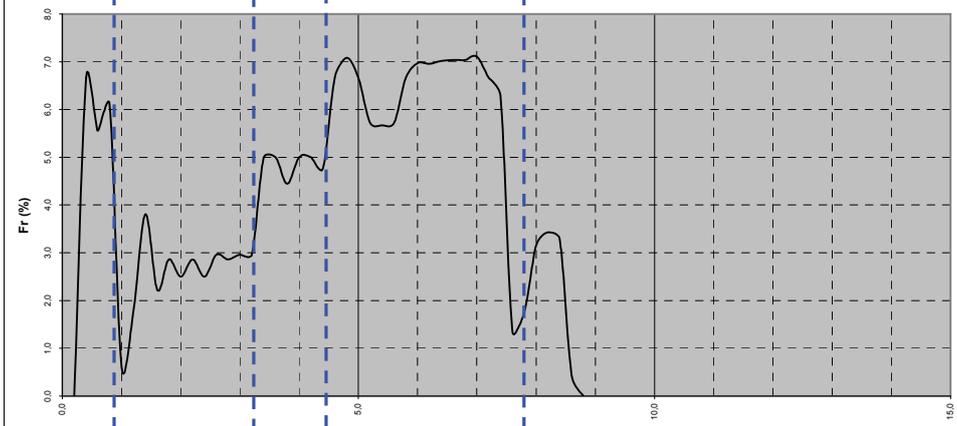


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE

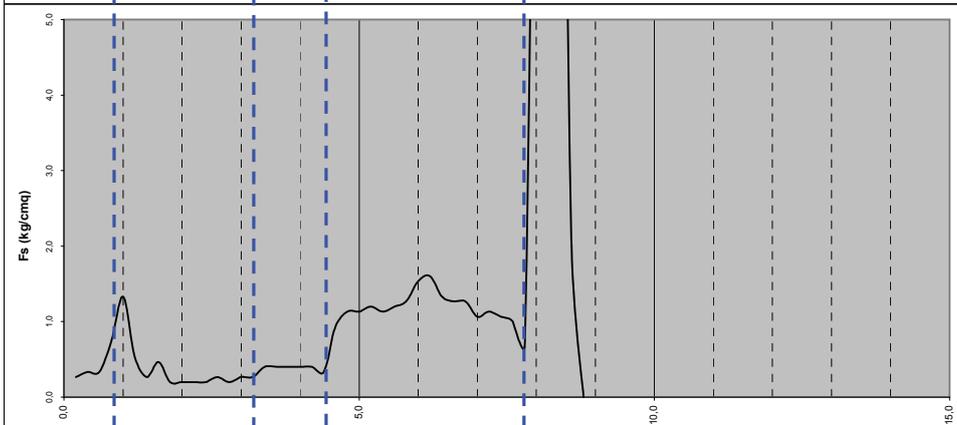
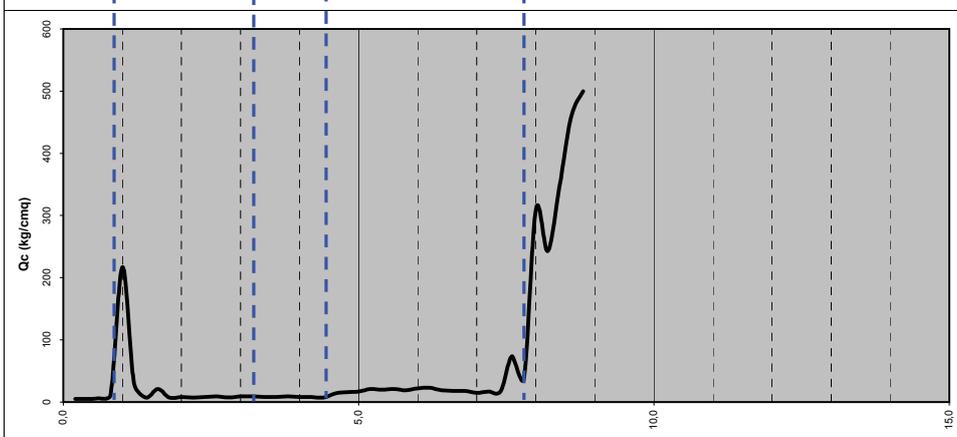


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA



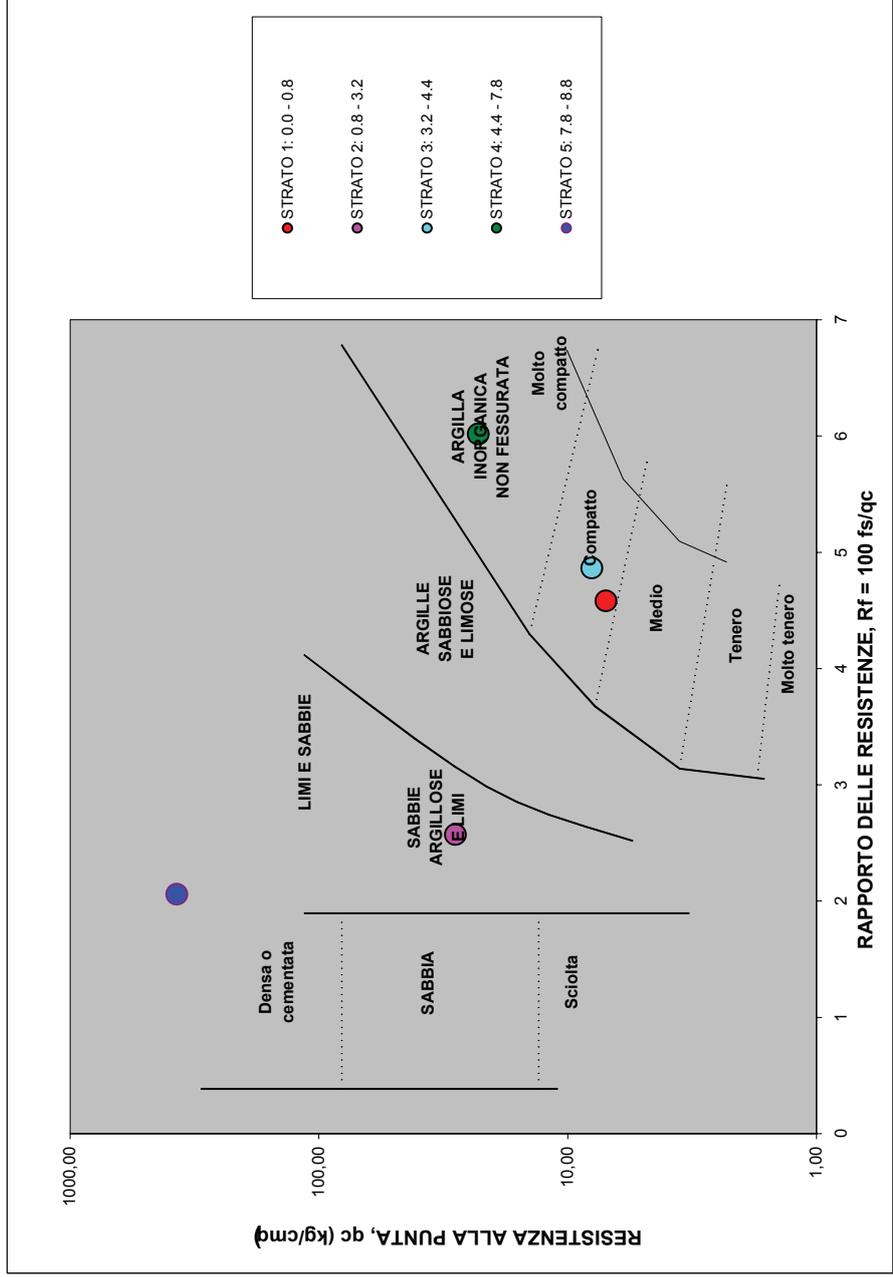
CPT 4

SITO: Comune di Loiano (BO)
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico
 COMMITTENTE: Comune di Loiano

PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 PROFONDITA' FINE PROVA: 8,80
 FALDA: 0,00

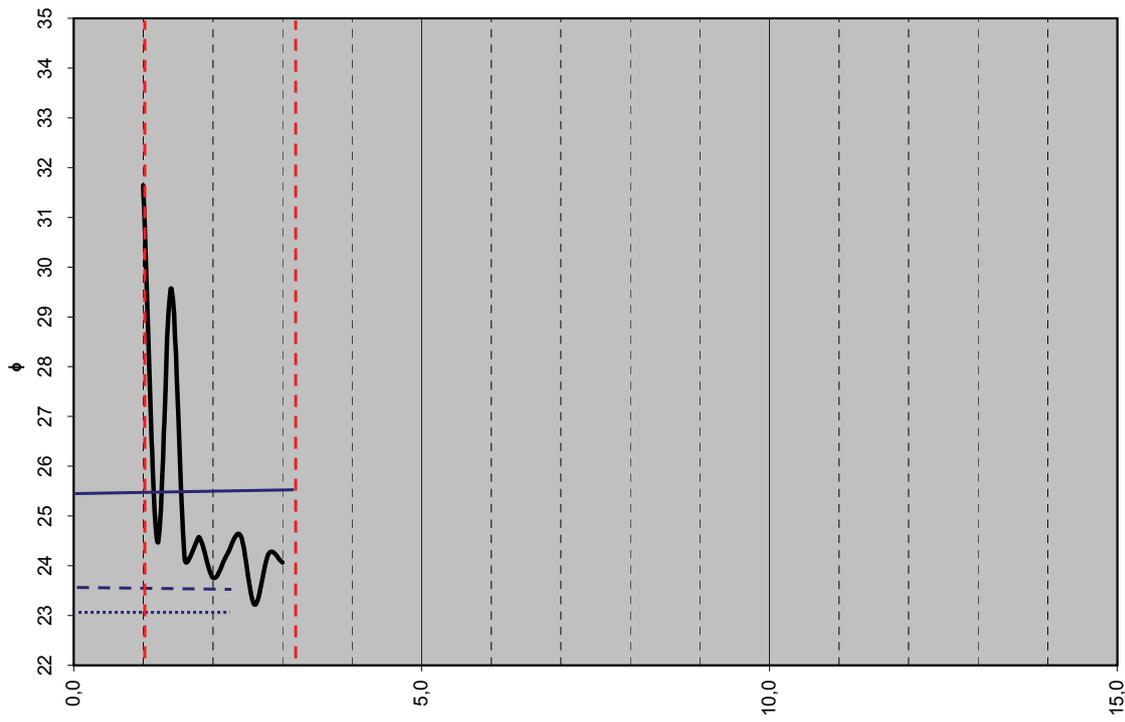
REDATTO: Carvisiglia

SCHMERTMANN PROFILING CHART



CPT 4

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 8,80
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 0,00



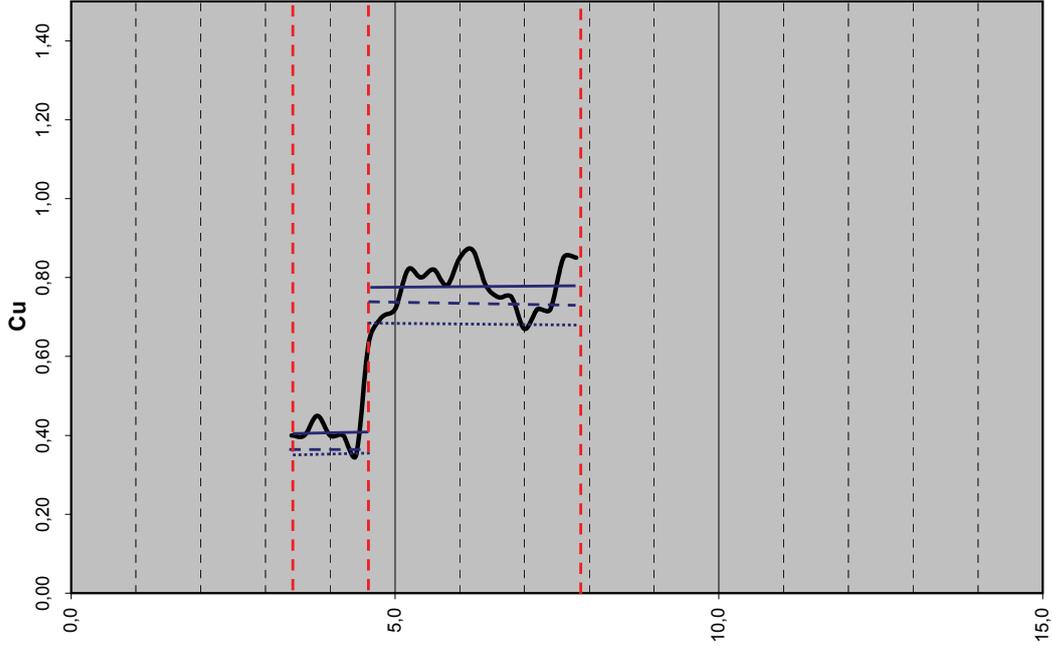
$\varphi_M =$	25,3	$\varphi_M =$	25,3
$\varphi_K =$	23,8	$\varphi_K =$	20,9
$\varphi_D =$	19,4	$\varphi_D =$	17,0

— Valore medio
 - - - Valore caratteristico compensato
 Valore caratteristico non compensato
 - - - Valore medio
 - - - Valore medio
 - - - Valore medio
 $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio $Cu_M =$ Coesione non drenata media
 $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico $Cu_K =$ Coesione non drenata caratteristica
 $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto $Cu_D =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media
NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 8,80
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 0,00

REDATTO: Carvisiglia



$C_{UM} =$	0,40	$C_{UM} =$	0,40
$C_{UK} =$	0,37	$C_{UK} =$	0,35
$C_{UD} =$	0,27	$C_{UD} =$	0,25

$C_{UM} =$	0,77	$C_{UM} =$	0,77
$C_{UK} =$	0,74	$C_{UK} =$	0,66
$C_{UD} =$	0,53	$C_{UD} =$	0,47

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{UD} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 8,80
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 0,00

REDATTO: Carvisiglia

CPT 5

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

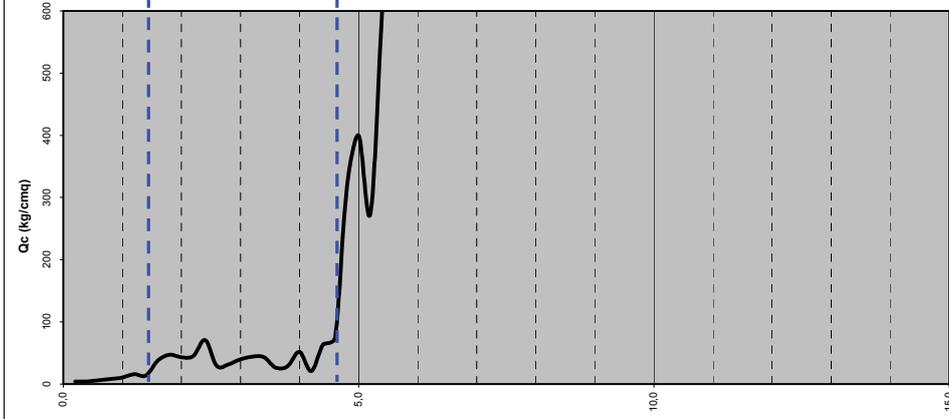


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE

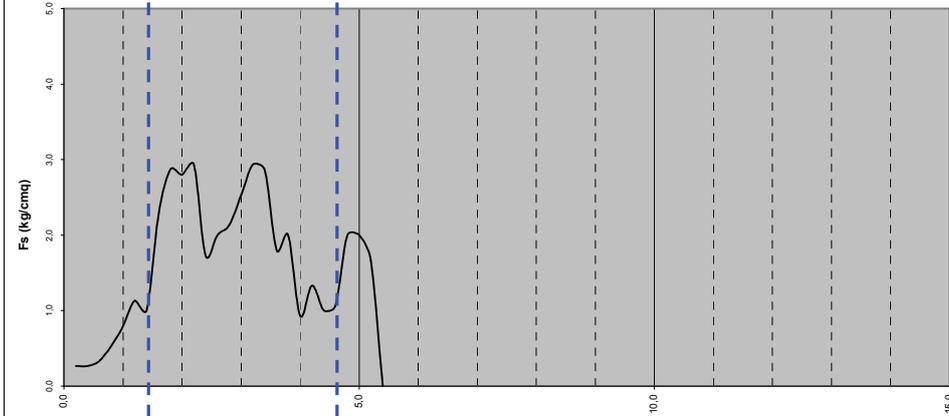


GRAFICO PROFONDITA' / RS

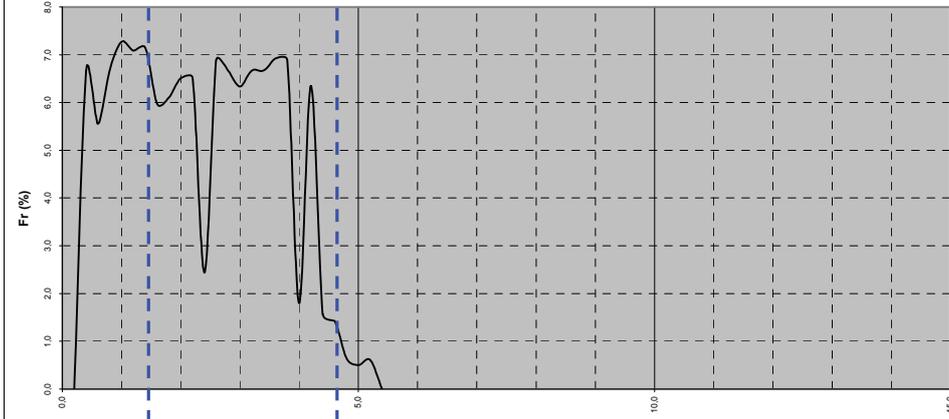
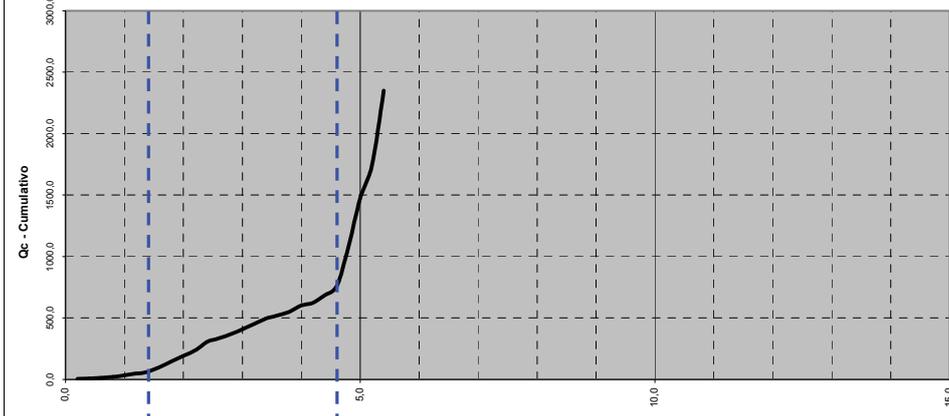


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA



SITO:
CANTIERE:
COMMITTENTE:

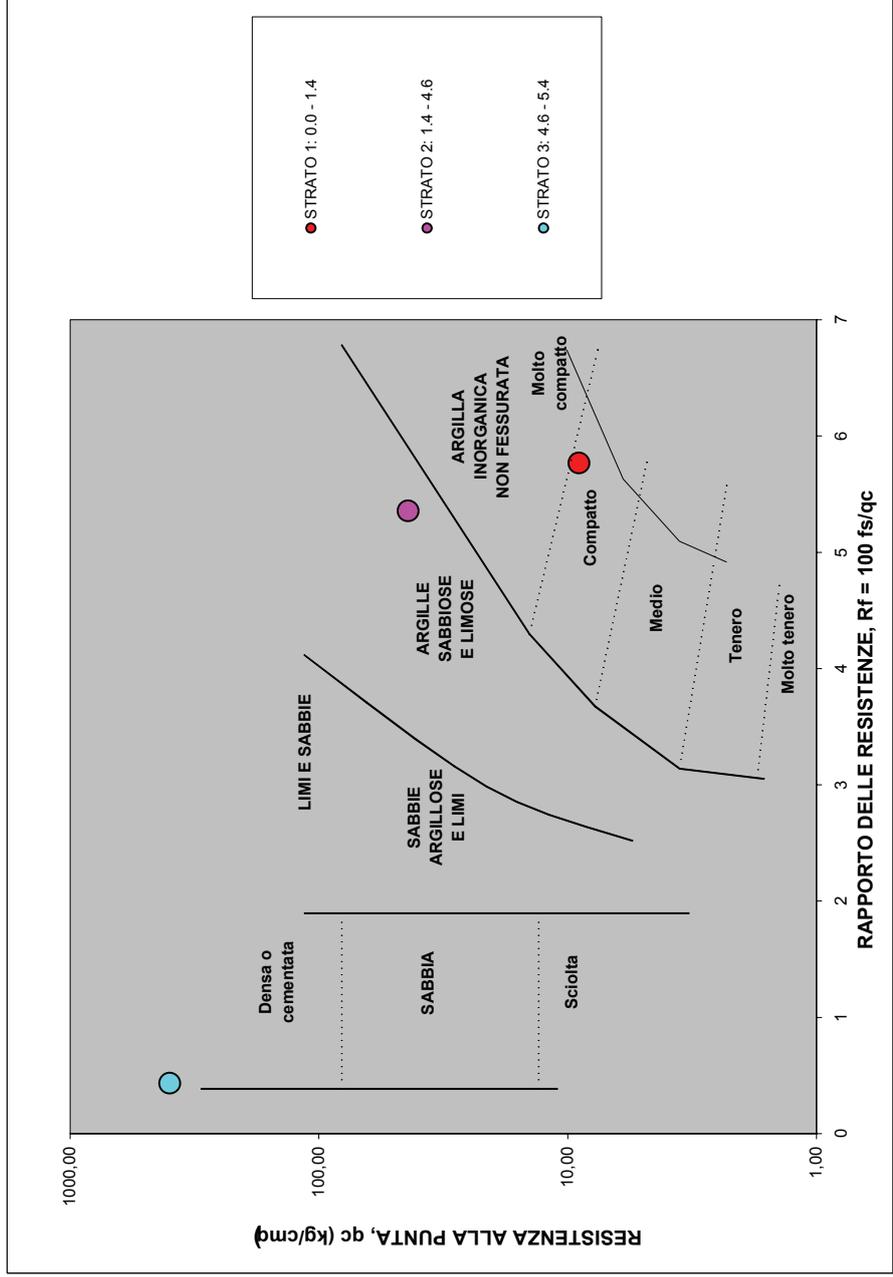
Comune di Loiano (BO)
Nuovo complesso scolastico
Comune di Loiano

PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
PROFONDITA' FINE PROVA: 5,40
FALDA: 1,60

REDATTO:

Carvisiglia

SCHMERTMANN PROFILING CHART



● STRATO 1: 0.0 - 1.4
 ● STRATO 2: 1.4 - 4.6
 ● STRATO 3: 4.6 - 5.4

CPT 5

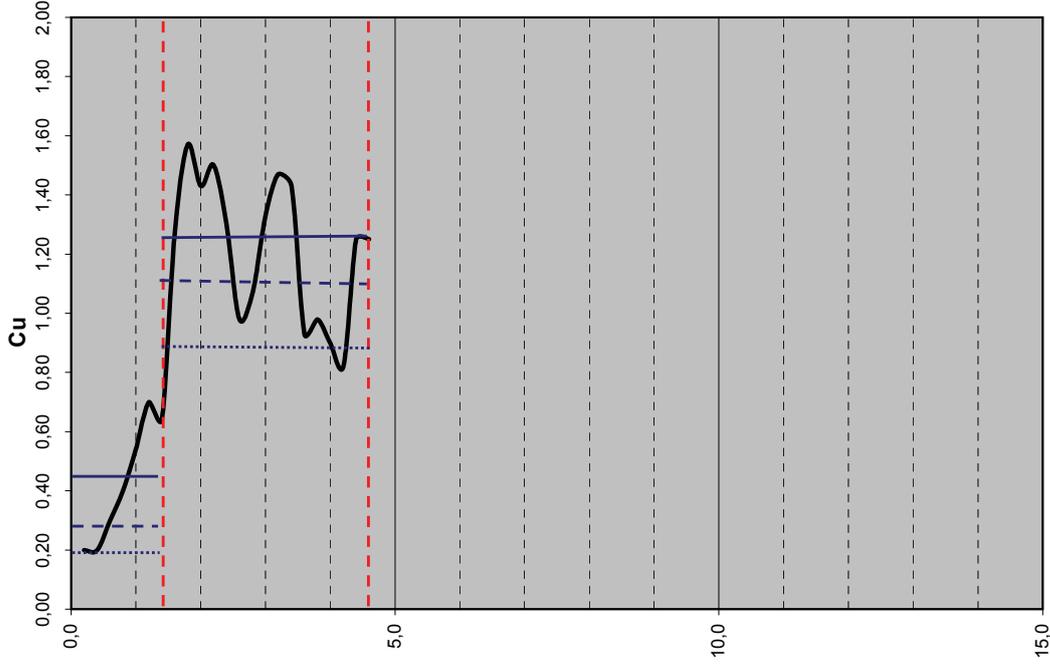
SITO:
 CANTIERE:
 COMMITTENTE:

Comune di Loiano (BO)
 Nuovo complesso scolastico
 Comune di Loiano

PROFONDITA' INIZIO PROVA:
 PROFONDITA' FINE PROVA:
 FALDA:

0,00
 5,40
 1,60

REDATTO: Carvisiglia



$C_{UM} =$	0,43	$C_{UM} =$	0,43
$C_{UK} =$	0,26	$C_{UK} =$	0,18
$C_{Ub} =$	0,19	$C_{Ub} =$	0,13

$C_{UM} =$	1,22	$C_{UM} =$	1,22
$C_{UK} =$	1,11	$C_{UK} =$	0,87
$C_{Ub} =$	0,79	$C_{Ub} =$	0,62

— Valore medio

- - - Valore caratteristico compensato

..... Valore caratteristico non compensato

$\varphi_M =$ Angolo di attrito medio

$\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico

$\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto

$C_{UM} =$ Coesione non drenata media

$C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica

$C_{Ub} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO

Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO

Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO:

Comune di Loiano (BO)

PROFONDITA' INIZIO PROVA:

0,00

CANTIERE:

Nuovo complesso scolastico

PROFONDITA' FINE PROVA:

5,40

COMMITTENTE:

Comune di Loiano

FALDA:

1,60

REDATTO:

Carvisiglia

SITO: Comune di Loiano (BO)
CANTIERE: Nuovo complesso scolastico
COMMITTENTE: Comune di Loiano

PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
PROFONDITA' FINE PROVA: 10,40
FALDA: 1,30

REDATTO: Carvisiglia

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

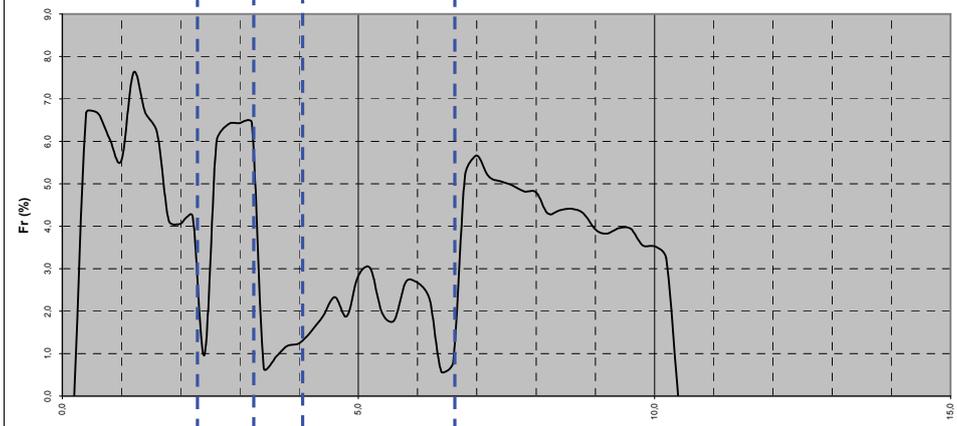


GRAFICO PROFONDITA' / RS

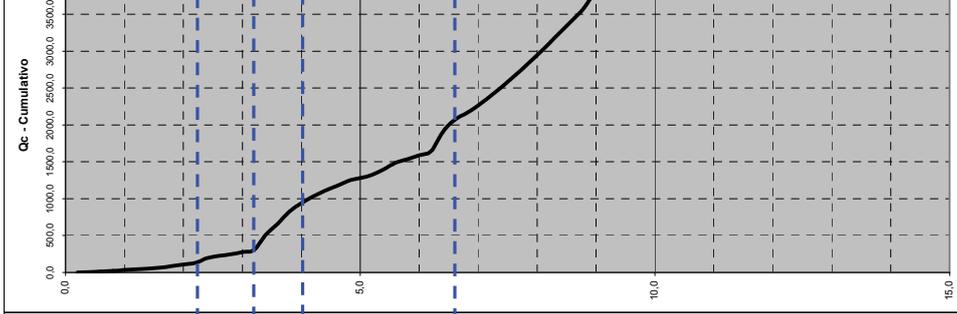
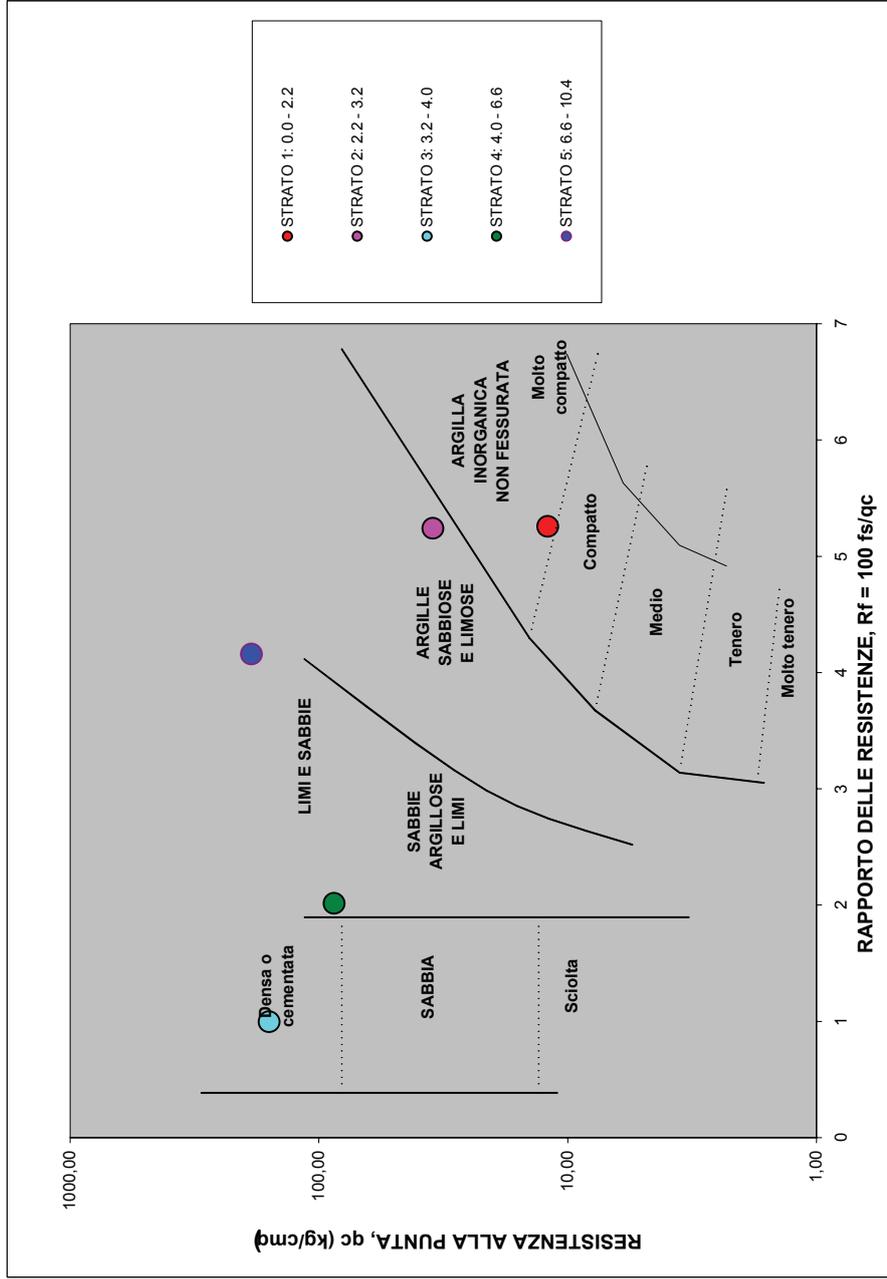


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE



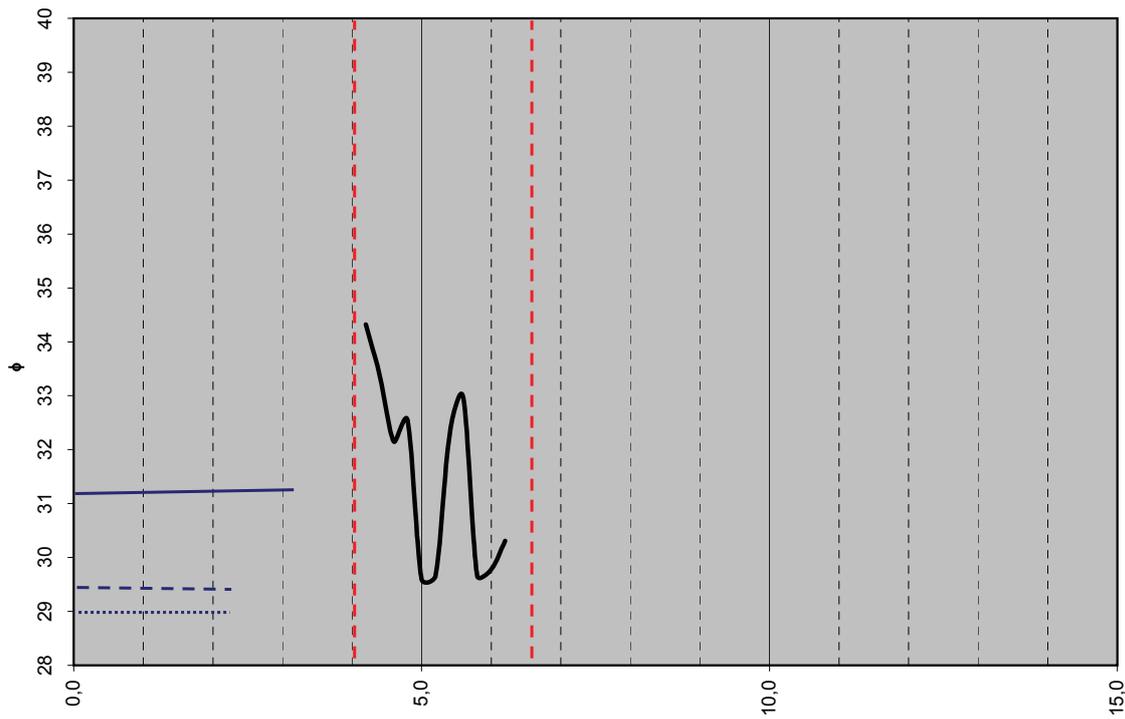
CPT 6

SCHMERTMANN PROFILING CHART



CPT 6

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 10,40
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 1,30



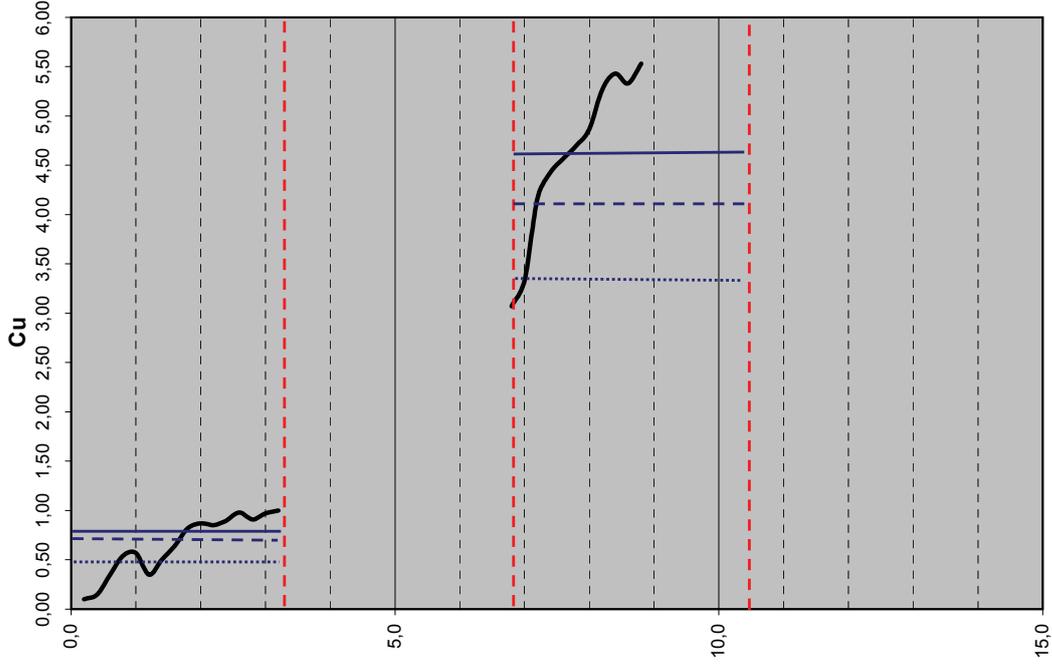
$\varphi_M =$	31,5	$\varphi_M =$	31,5
$\varphi_K =$	30,5	$\varphi_K =$	28,6
$\varphi_D =$	25,2	$\varphi_D =$	23,6

— Valore medio
 - - - Valore caratteristico compensato
 Valore caratteristico non compensato
 $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio $Cu_M =$ Coesione non drenata media
 $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico $Cu_K =$ Coesione non drenata caratteristica
 $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto $Cu_D =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media
NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 10,40
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 1,30

REDATTO: Carvisiglia



$C_{UM} =$	0,76	$C_{UM} =$	0,76
$C_{UK} =$	0,65	$C_{UK} =$	0,47
$C_{Ub} =$	0,47	$C_{Ub} =$	0,33

$C_{UM} =$	4,61	$C_{UM} =$	4,61
$C_{UK} =$	4,14	$C_{UK} =$	3,39
$C_{Ub} =$	2,95	$C_{Ub} =$	2,42

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{Ub} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00

CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 10,40

COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: 1,30

REDATTO: Carvisiglia

CPT 7

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

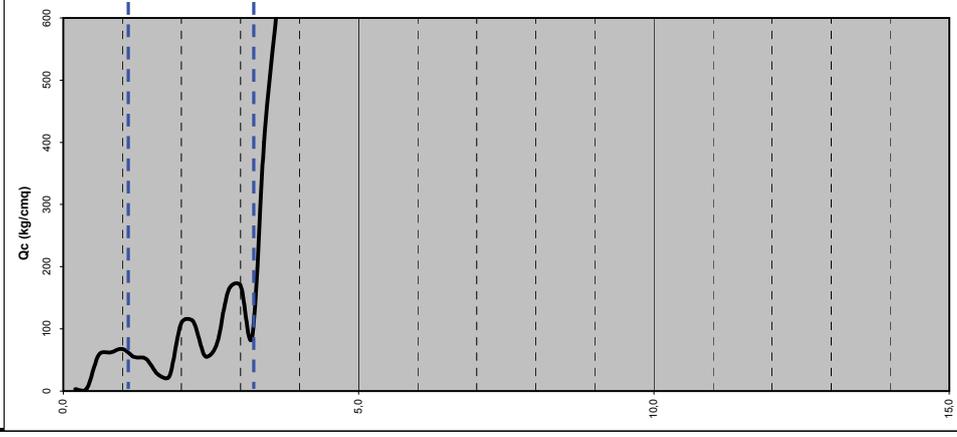


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE

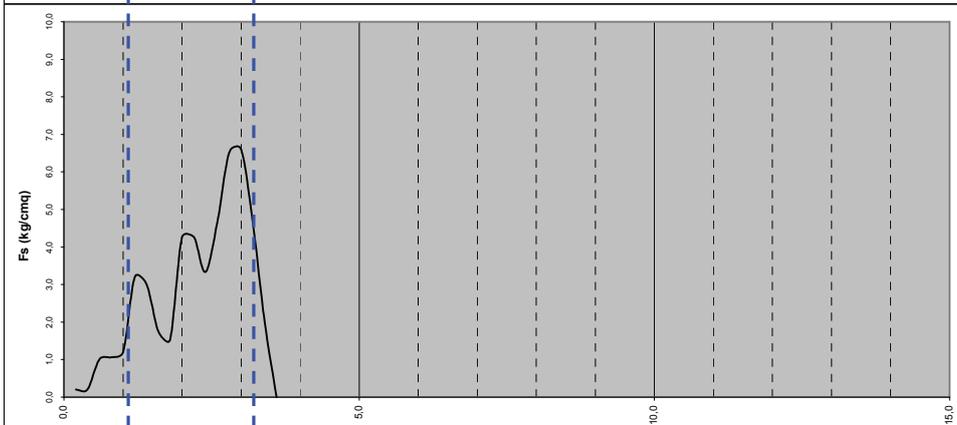


GRAFICO PROFONDITA' / RS

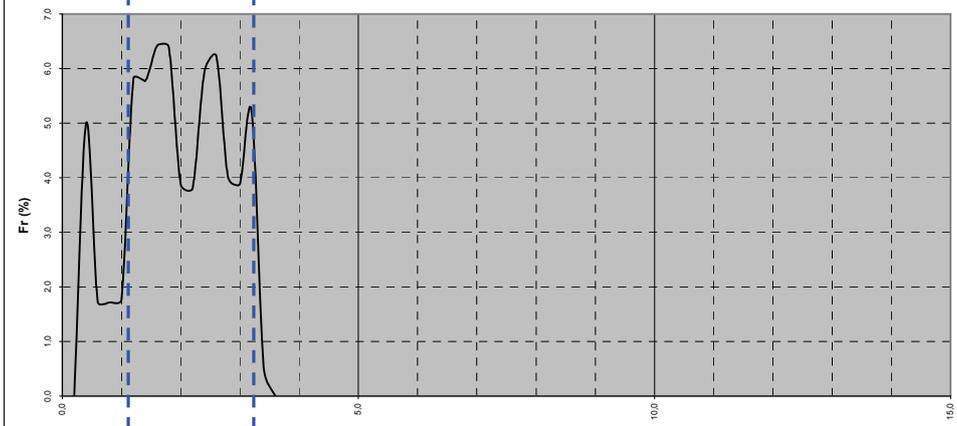
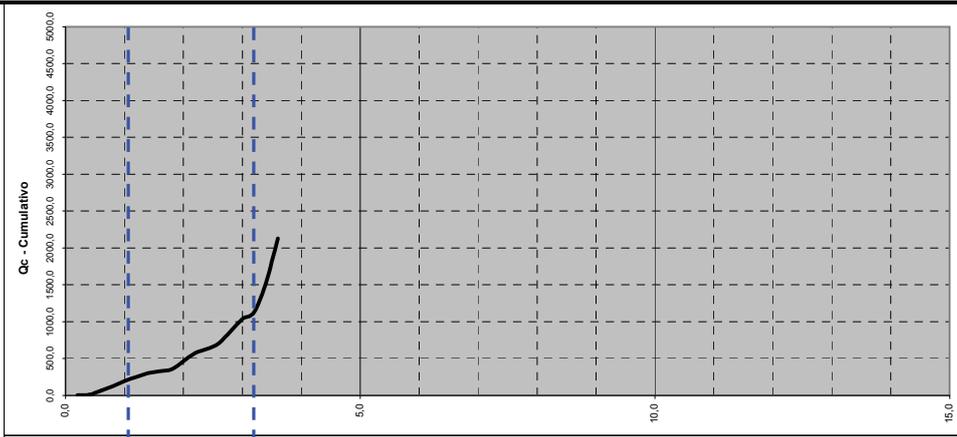


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA



SITO:
CANTIERE:
COMMITTENTE:

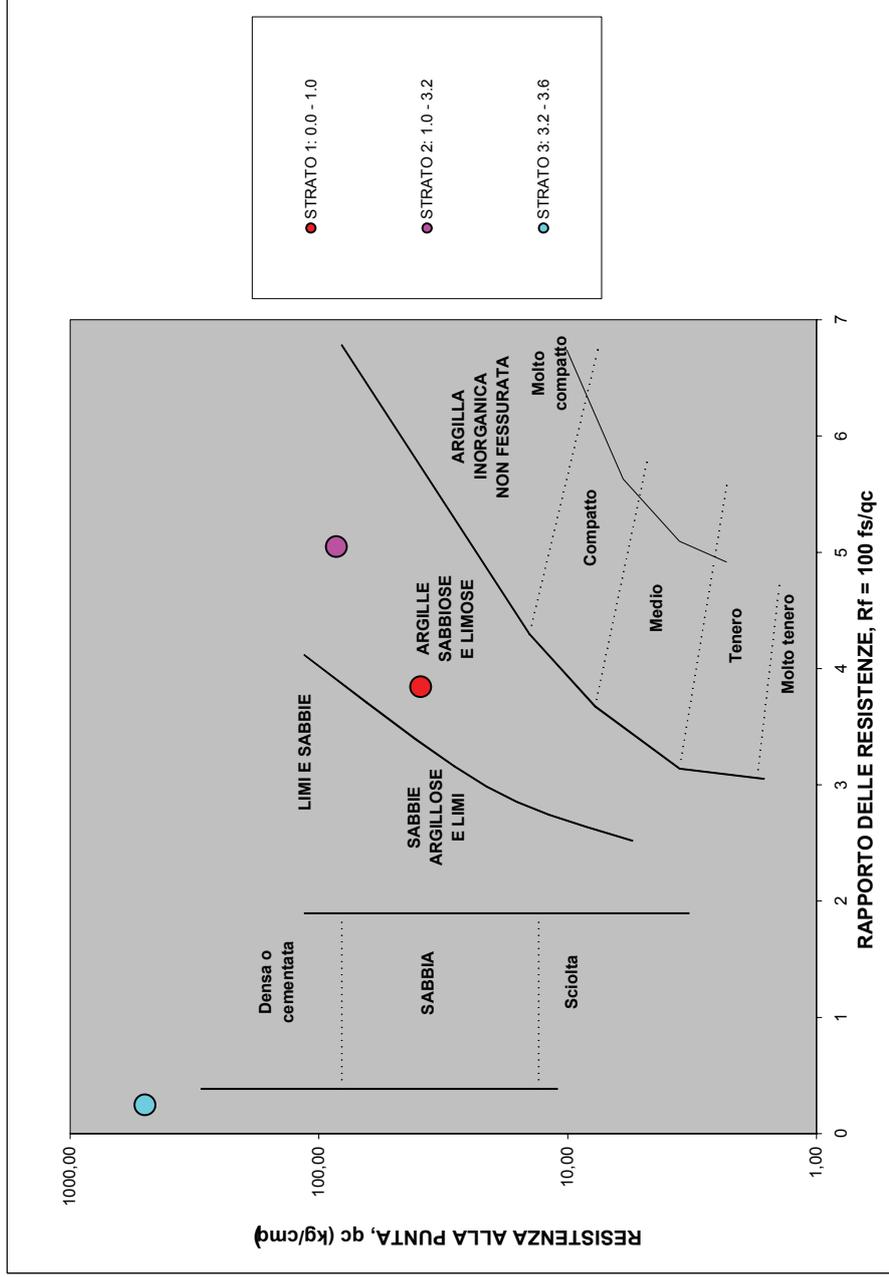
Comune di Loiano (BO)
Nuovo complesso scolastico
Comune di Loiano

PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
PROFONDITA' FINE PROVA: 3,60
FALDA: -

REDATTO:

Carvisiglia

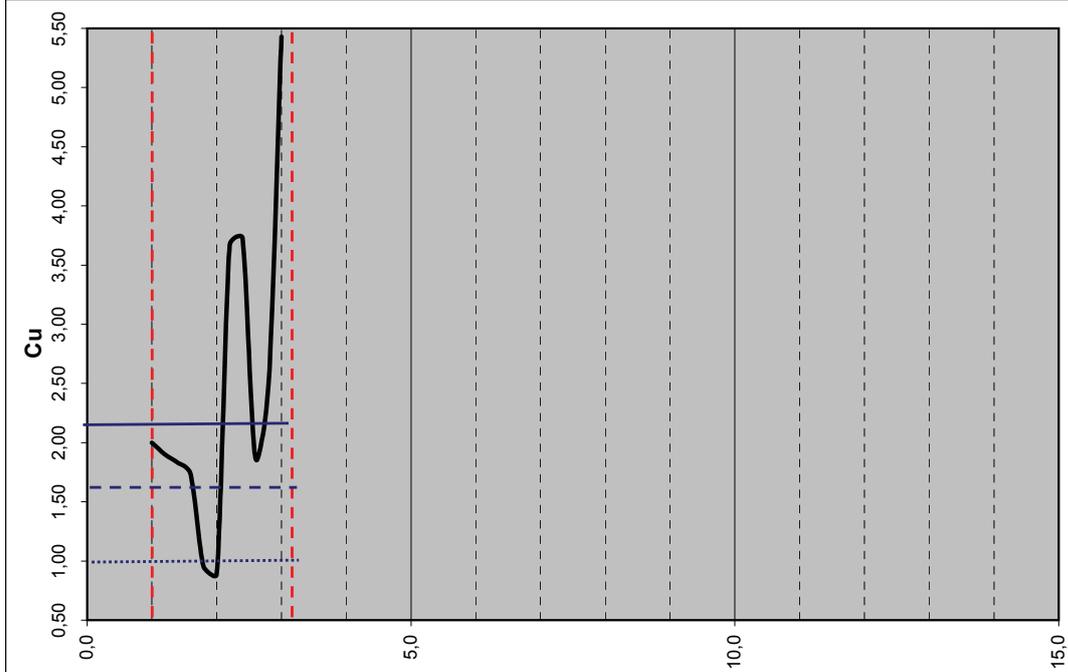
SCHMERTMANN PROFILING CHART



CPT 7

SITO: Comune di Loiano (BO) **PROFONDITA' INIZIO PROVA:** 0,00 **REDATTO:** Carvisiglia
CANTIERE: Nuovo complesso scolastico **PROFONDITA' FINE PROVA:** 3,60
COMMITTENTE: Comune di Loiano **FALDA:** -

GRAFICO PROFONDITA' / COESIONE NON DRENATA



CPT 7

STRATO 1 (1.0 - 3.2)		
GRANDE		PICCOLO
$C_{UM} =$	2,09	$C_{UM} =$ 2,09
$C_{UK} =$	1,56	$C_{UK} =$ 0,96
$C_{UB} =$	1,12	$C_{UB} =$ 0,68

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_B =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{UB} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

INTERPRETAZIONE GEOTECNICA - Cu: Lunne, Robertson e Powell (1977)

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia

CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 3,60

COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -

PROVA PENETROMETRICA MECCANICA CPT8

COMMITTENTE : Comune di Loiano
 CANTIERE : Nuovo complesso scolastico
 DATA : 04/12/2008
 VERTICALE : CPT 8
 FALDA m. -
 PREFORO m. 0

Quota m.	Qc kg/cm ²	Fs kg/cm ²	Fr Fs/Qc (%)	Quota m.	Qc kg/cm ²	Fs kg/cm ²	Fr Fs/Qc (%)
0,2	3,00	0,13		15,2			
0,4	3,00	0,13	4,44	15,4			
0,6	25,00	0,80	3,20	15,6			
0,8	43,00	0,93	2,17	15,8			
1	28,00	1,33	4,76	16			
1,2	20,00	1,27	6,33	16,2			
1,4	27,00	1,73	6,42	16,4			
1,6	28,00	1,73	6,19	16,6			
1,8	24,00	1,33	5,56	16,8			
2	14,00	0,67	4,76	17			
2,2	83,00	2,00	2,41	17,2			
2,4	370,00	3,33	0,90	17,4			
2,6	500,00	0,00	0,00	17,6			
2,8				17,8			
3				18			
3,2				18,2			
3,4				18,4			
3,6				18,6			
3,8				18,8			
4				19			
4,2				19,2			
4,4				19,4			
4,6				19,6			
4,8				19,8			
5				20			
5,2				20,2			
5,4				20,4			
5,6				20,6			
5,8				20,8			
6				21			
6,2				21,2			
6,4				21,4			
6,6				21,6			
6,8				21,8			
7				22			
7,2				22,2			
7,4				22,4			
7,6				22,6			
7,8				22,8			
8				23			
8,2				23,2			
8,4				23,4			
8,6				23,6			
8,8				23,8			
9				24			
9,2				24,2			
9,4				24,4			
9,6				24,6			
9,8				24,8			
10				25			
10,2				25,2			
10,4				25,4			
10,6				25,6			
10,8				25,8			
11				26			
11,2				26,2			
11,4				26,4			
11,6				26,6			
11,8				26,8			
12				27			
12,2				27,2			
12,4				27,4			
12,6				27,6			
12,8				27,8			
13				28			
13,2				28,2			
13,4				28,4			
13,6				28,6			
13,8				28,8			
14				29			
14,2				29,2			
14,4				29,4			
14,6				29,6			
14,8				29,8			
15				30			

NOTE

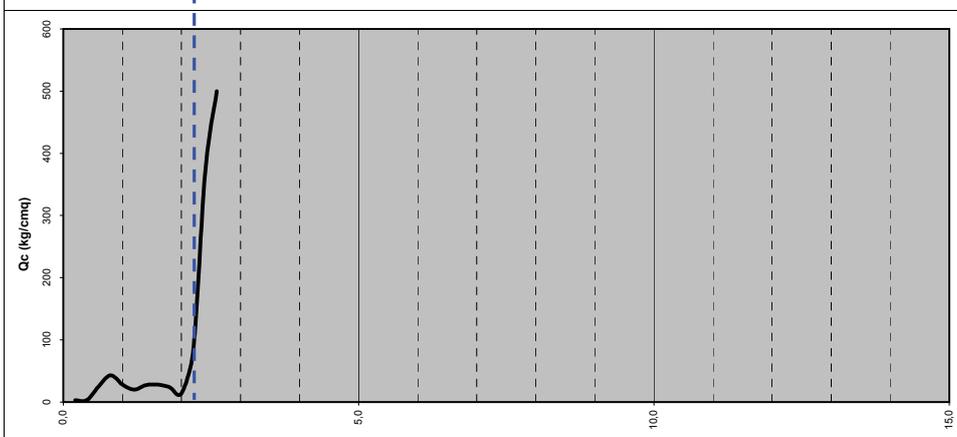
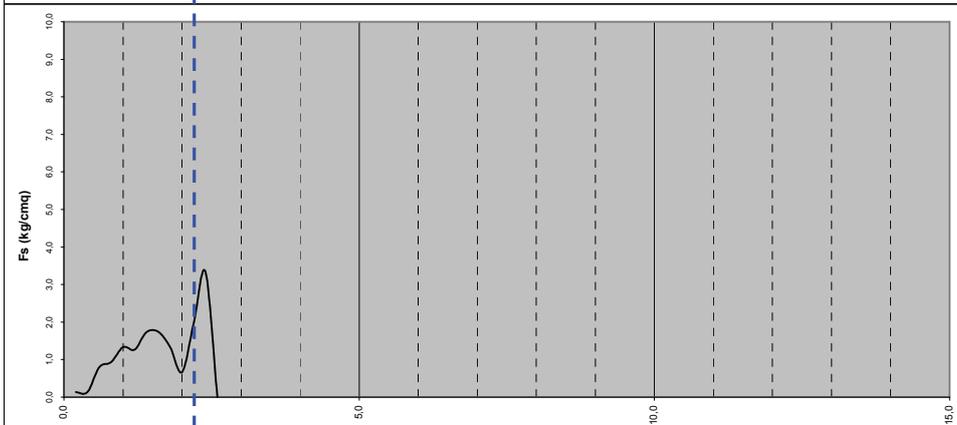
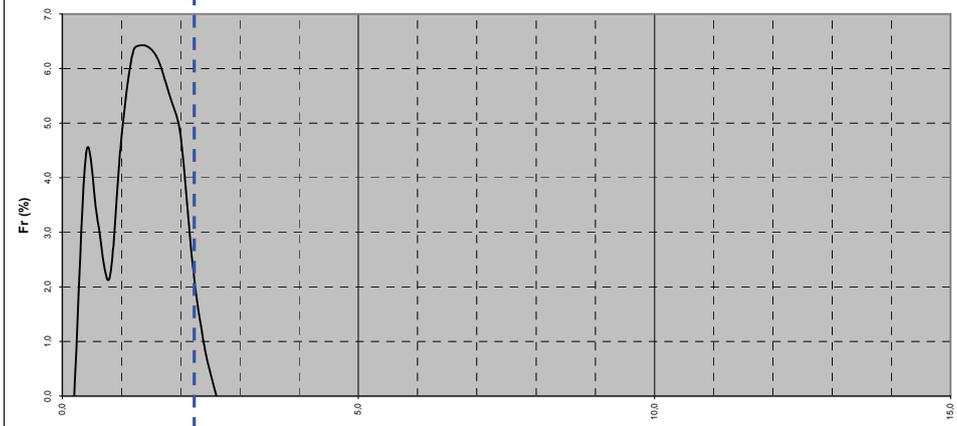
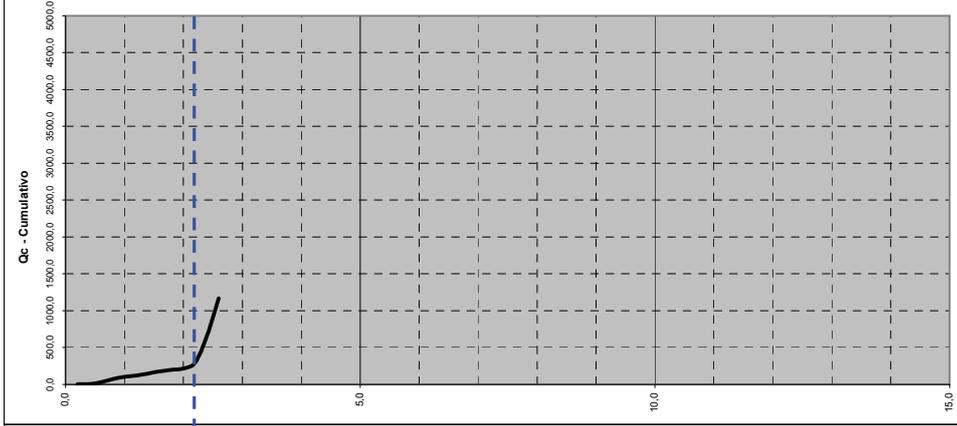
Il foro è stato strumentato a piezometro semplice fino alla profondità di 2.5 m dal piano campagna.
 Lettura del 18-12-08: Falda non presente

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

GRAFICO PROFONDITA' / RS

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA



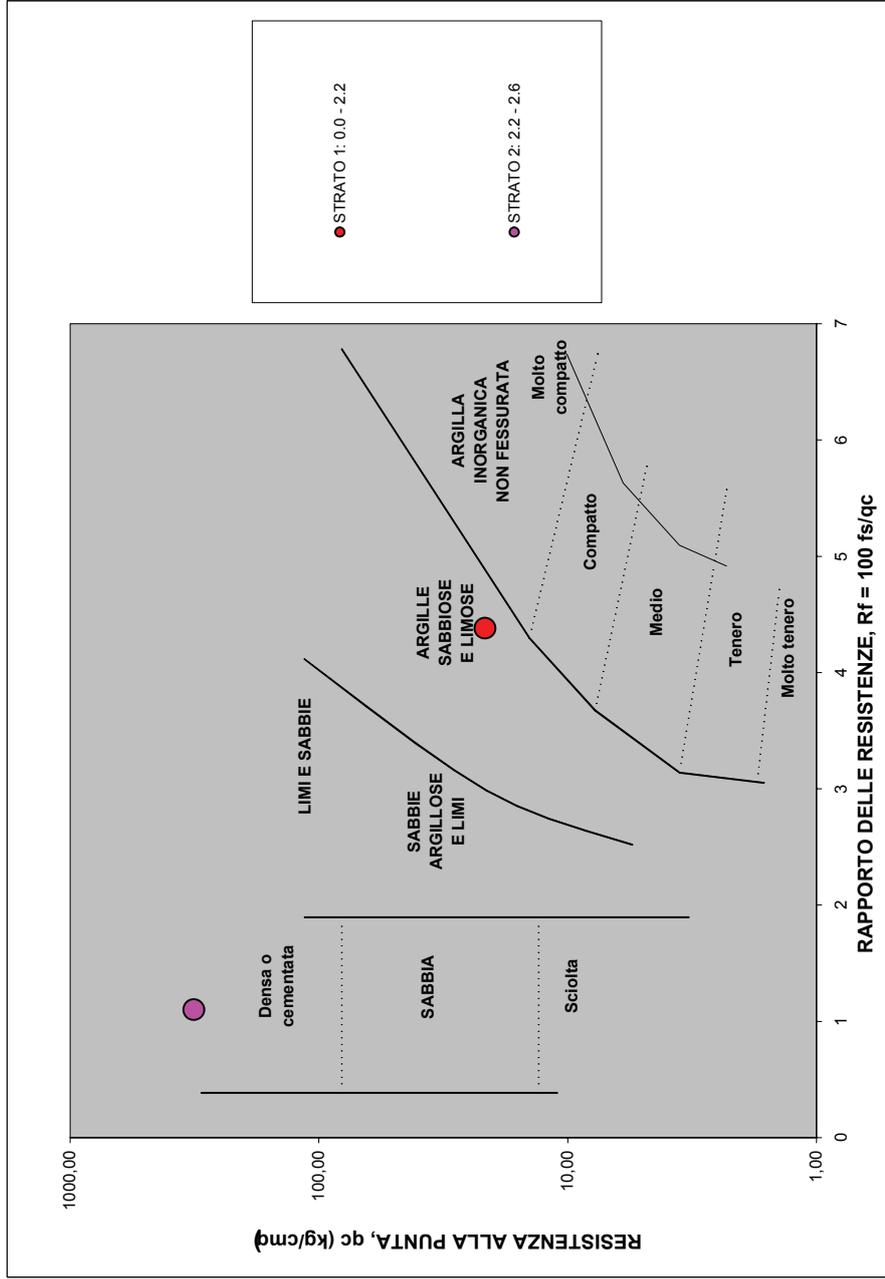
CPT 8

SITO: Comune di Loiano (BO)
CANTIERE: Nuovo complesso scolastico
COMMITTENTE: Comune di Loiano

PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
PROFONDITA' FINE PROVA: 2,60
FALDA: -

REDATTO: Carvisiglia

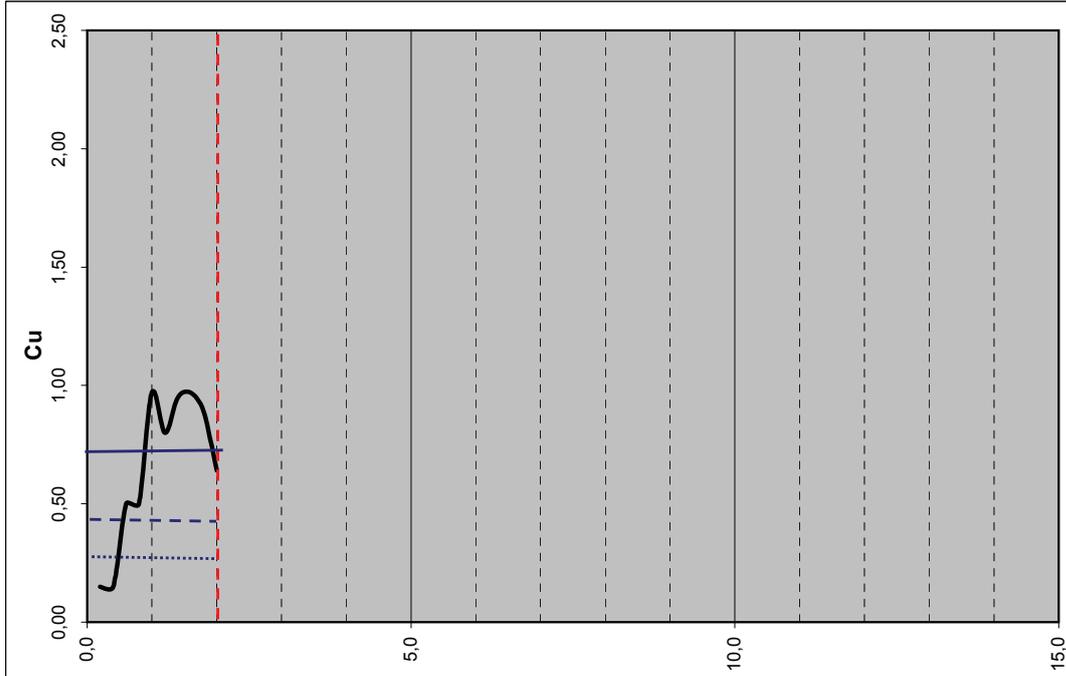
SCHMERTMANN PROFILING CHART



CPT 8

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 2,60
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -

CPT 8



STRATO 1 (0.0 - 2.2)		
GRANDE		PICCOLO
$C_{UM} =$	0,65	$C_{UM} =$ 0,65
$C_{UK} =$	0,46	$C_{UK} =$ 0,27
$C_{UB} =$	0,33	$C_{UB} =$ 0,19

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_B =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{UB} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
 CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 2,60
 COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -

REDATTO: Carvisiglia

CPT 9

GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA

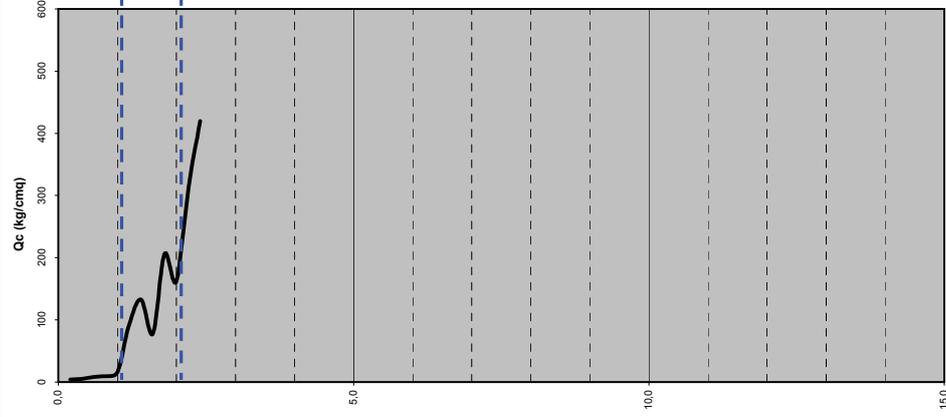


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA LATERALE

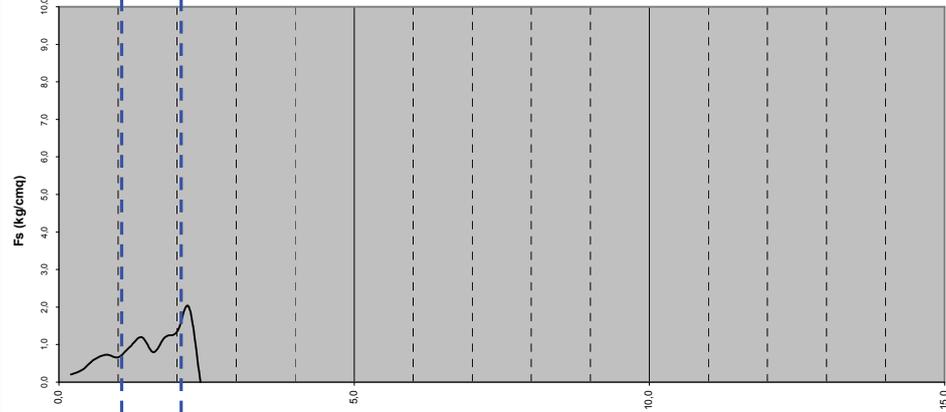


GRAFICO PROFONDITA' / RS

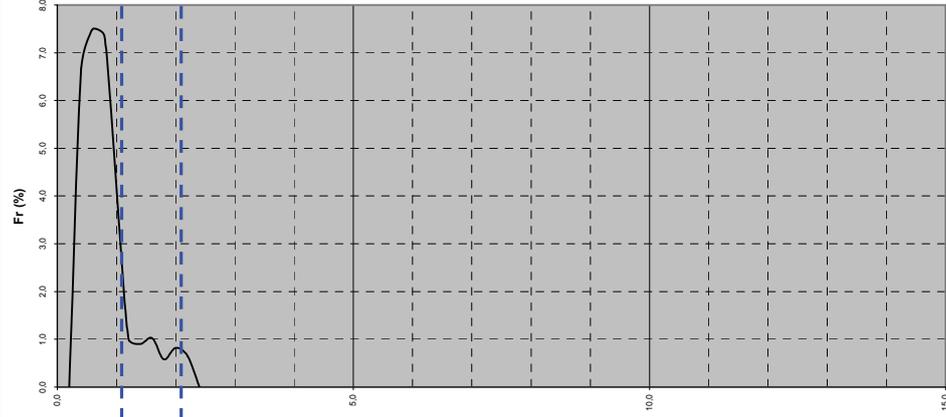
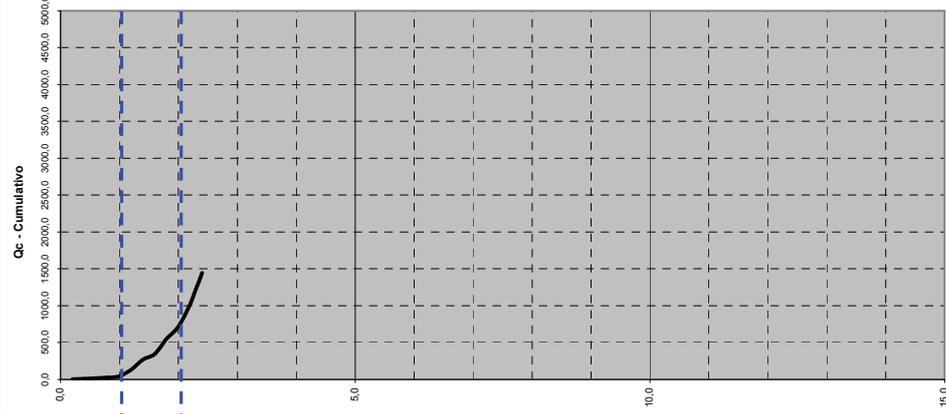


GRAFICO PROFONDITA' / RESISTENZA ALLA PUNTA



SITO:
CANTIERE:
COMMITTENTE:

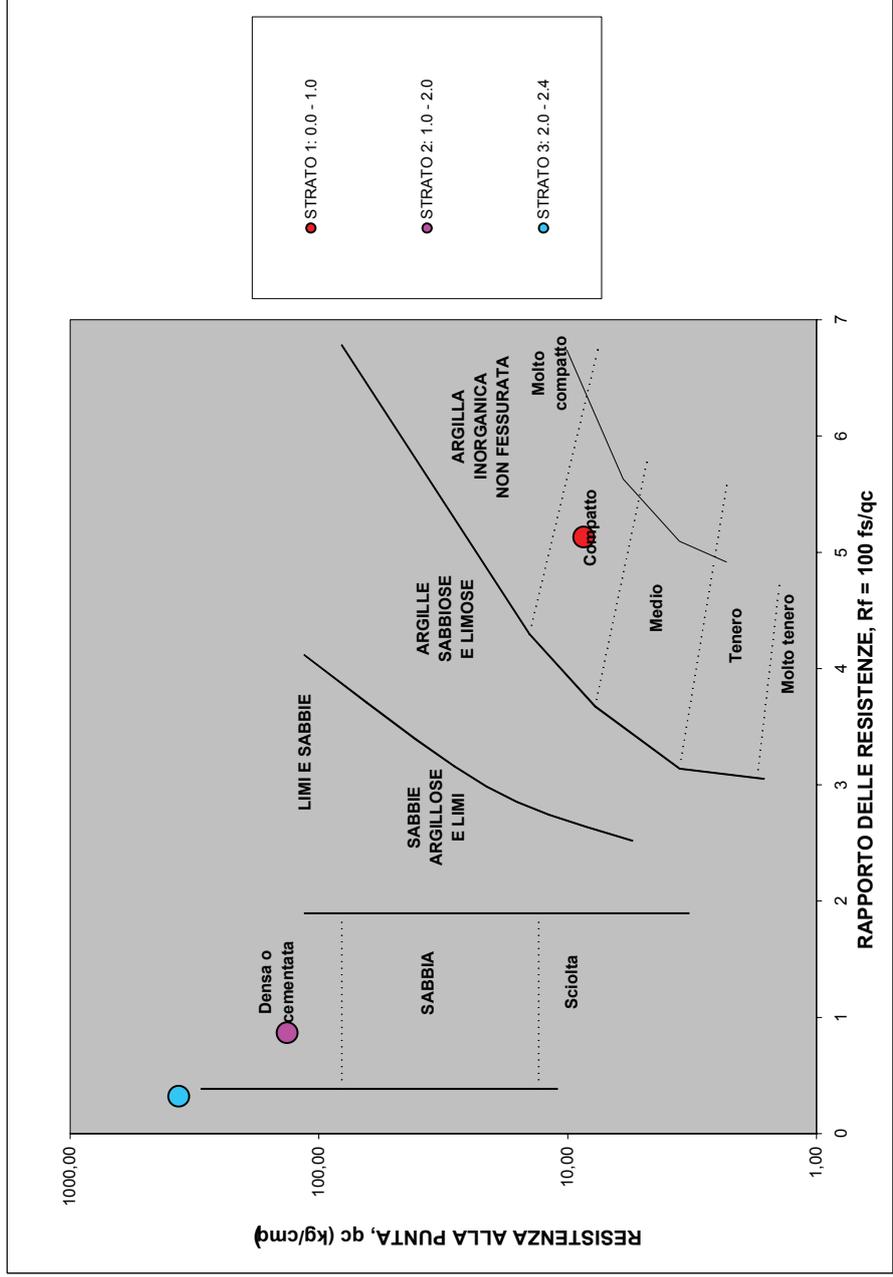
Comune di Loiano (BO)
Nuovo complesso scolastico
Comune di Loiano

PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00
PROFONDITA' FINE PROVA: 2,40
FALDA: -

REDATTO:

Carvisiglia

SCHMERTMANN PROFILING CHART



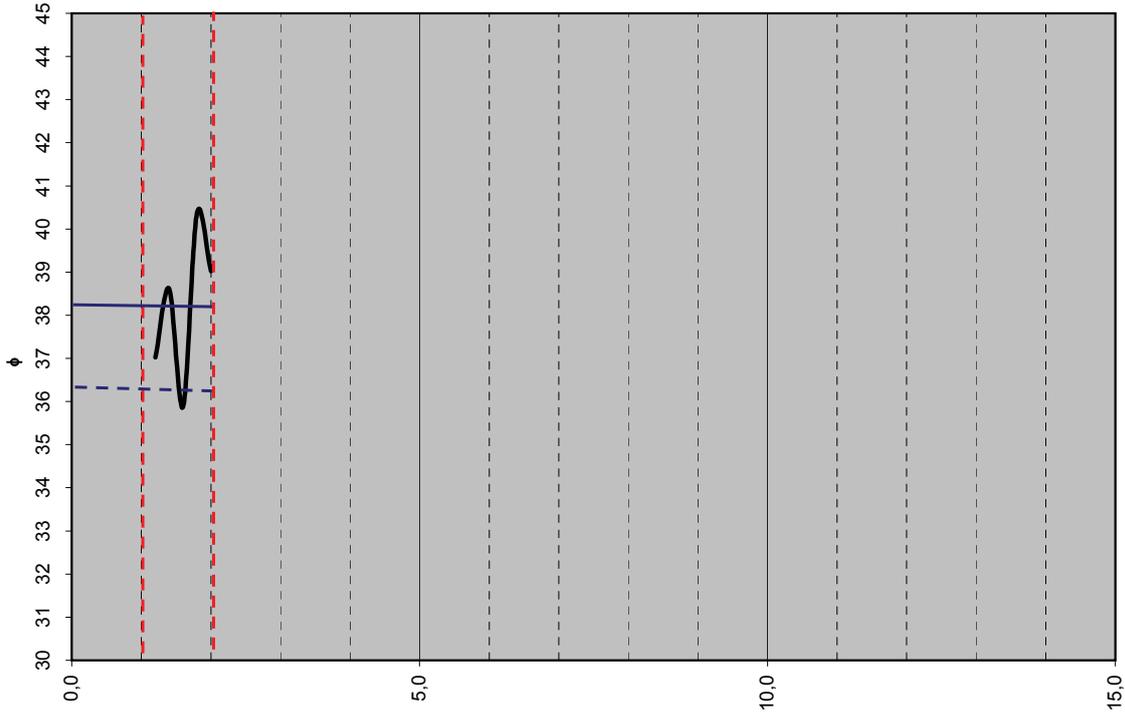
CPT 9

SITO: Comune di Loiano (BO) **PROFONDITA' INIZIO PROVA:** 0,00 **REDATTO:** Carvisiglia
CANTIERE: Nuovo complesso scolastico **PROFONDITA' FINE PROVA:** 2,40
COMMITTENTE: Comune di Loiano **FALDA:** -

GRAFICO PROFONDITA'/ ANGOLO DI ATRITTO

INTERPRETAZIONE GEOTECNICA

CPT 9



STRATO 2 (1.0 - 2.0)	
GRANDE	PICCOLO
$\varphi_M = 38,2$	$\varphi_M = 38,2$
$\varphi_K = 36,2$	$\varphi_K =$
$\varphi_D = 30,4$	$\varphi_D =$

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\varphi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\varphi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\varphi_D =$ Angolo di attrito di progetto
- $Cu_M =$ Coesione non drenata media
- $Cu_K =$ Coesione non drenata caratteristica
- $Cu_D =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

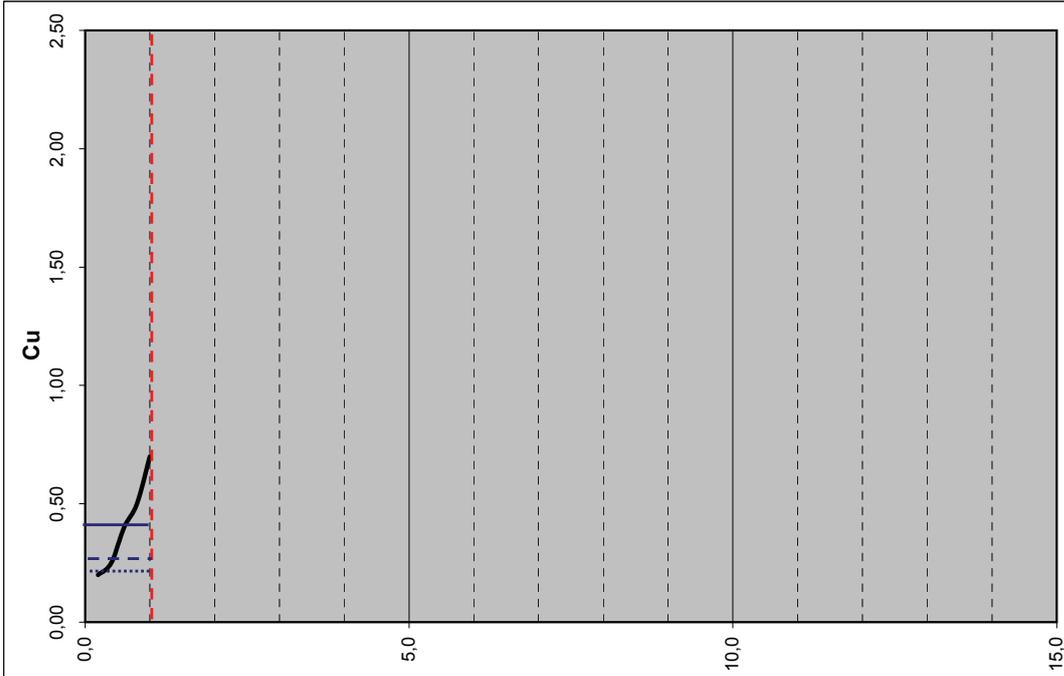
SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00

CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 2,40

COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -

REDATTO: Carvisiglia

CPT 9



STRATO 1 (0.0 - 1.0)		
GRANDE		PICCOLO
$C_{UM} =$	0,41	$C_{UM} =$ 0,41
$C_{UK} =$	0,30	$C_{UK} =$ 0,24
$C_{Ub} =$	0,20	$C_{Ub} =$ 0,17

- Valore medio
- - - Valore caratteristico compensato
- Valore caratteristico non compensato
- $\phi_M =$ Angolo di attrito medio
- $\phi_K =$ Angolo di attrito caratteristico
- $\phi_{pb} =$ Angolo di attrito di progetto
- $C_{UM} =$ Coesione non drenata media
- $C_{UK} =$ Coesione non drenata caratteristica
- $C_{Ub} =$ Coesione non drenata di progetto

COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sulla media

NON COMPENSATO Valore del 5° percentile calcolato sul campione

SITO: Comune di Loiano (BO) PROFONDITA' INIZIO PROVA: 0,00 REDATTO: Carvisiglia

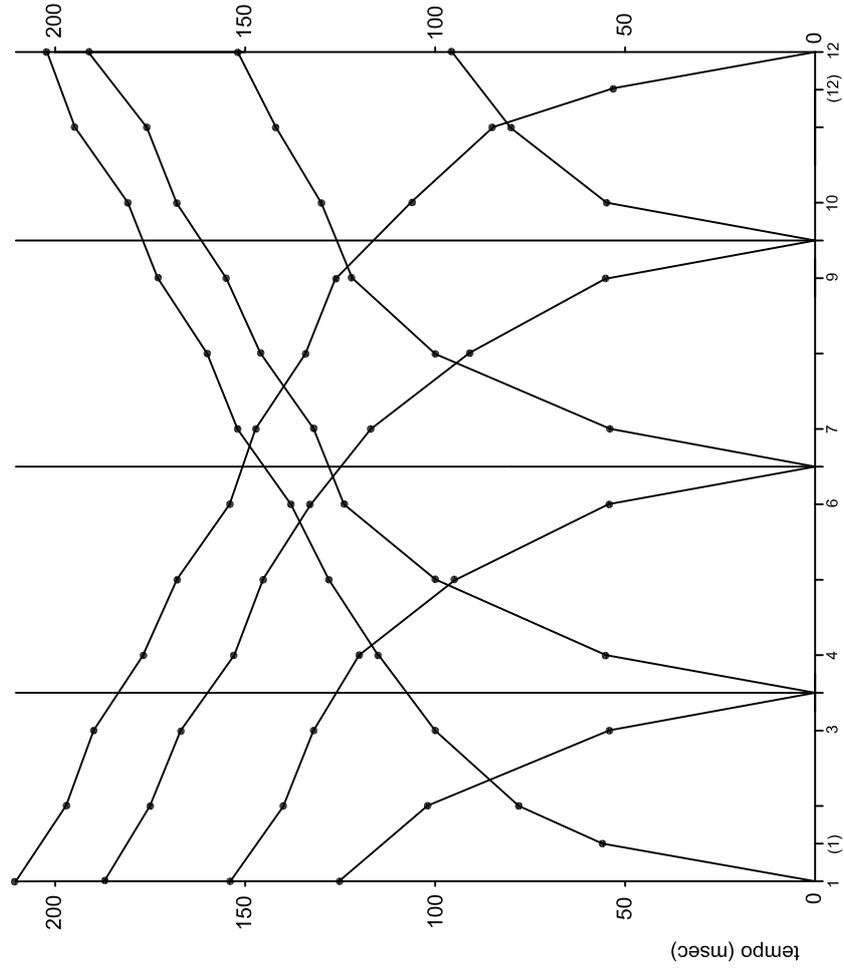
CANTIERE: Nuovo complesso scolastico PROFONDITA' FINE PROVA: 2,40

COMMITTENTE: Comune di Loiano FALDA: -

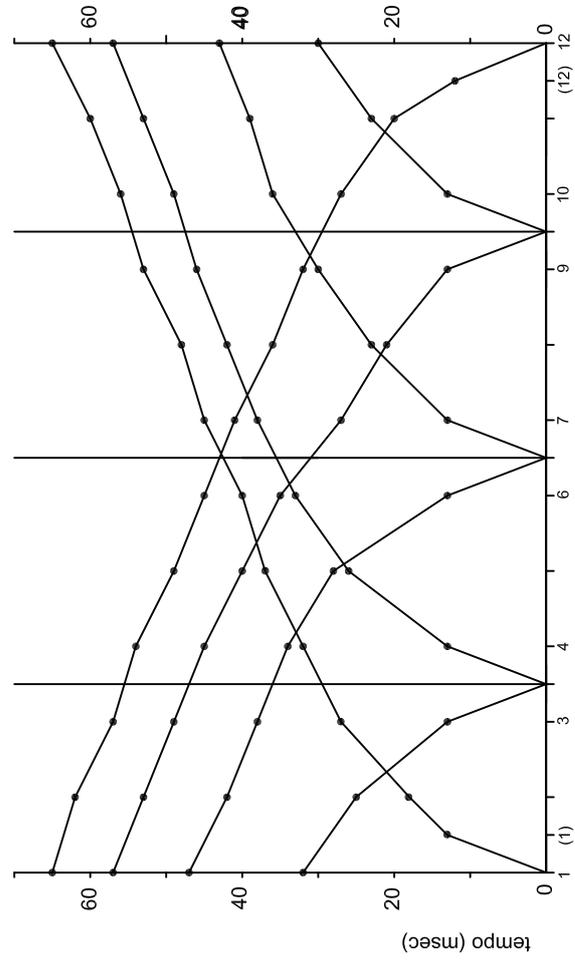
ALLEGATO 3 – SISMICA A RIFRAZIONE

ALLEGATO 3A - DIAGRAMMA DOMOCRONICO SEZIONE SISMICA A - A'

Vs

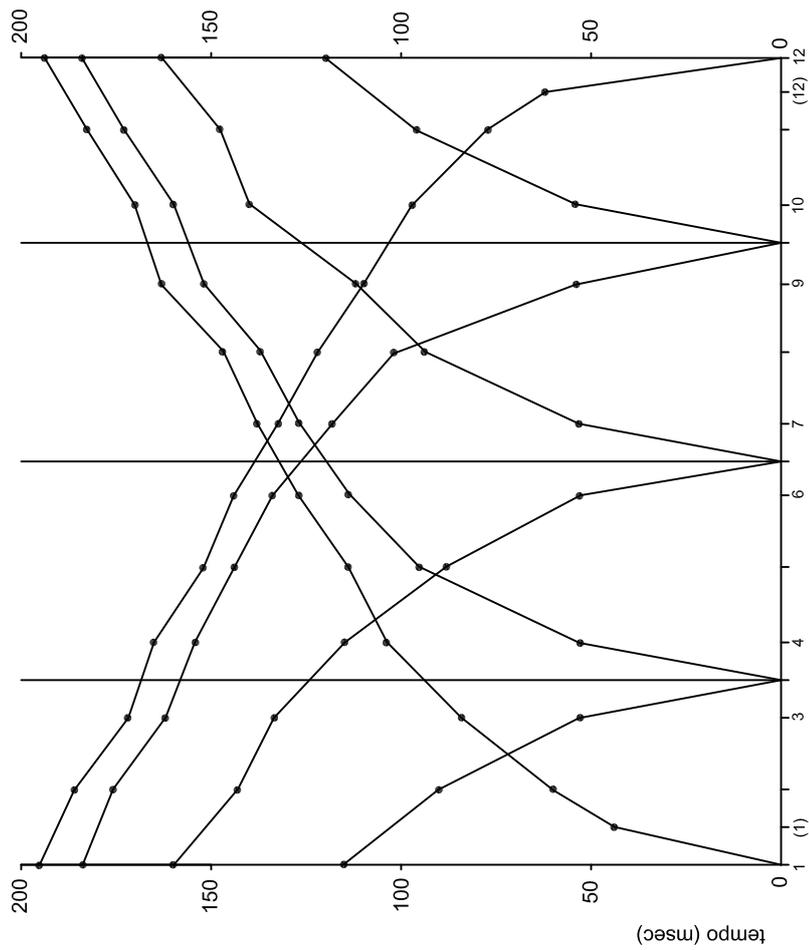


Vp

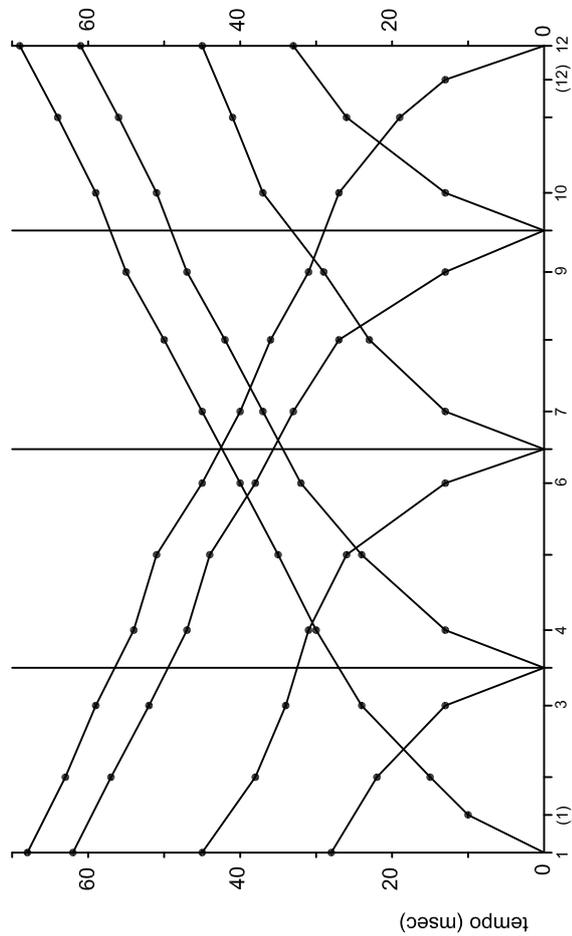


ALLEGATO 3B - DIAGRAMMA DOMOCRONICO SEZIONE SISMICA B - B'

Vs

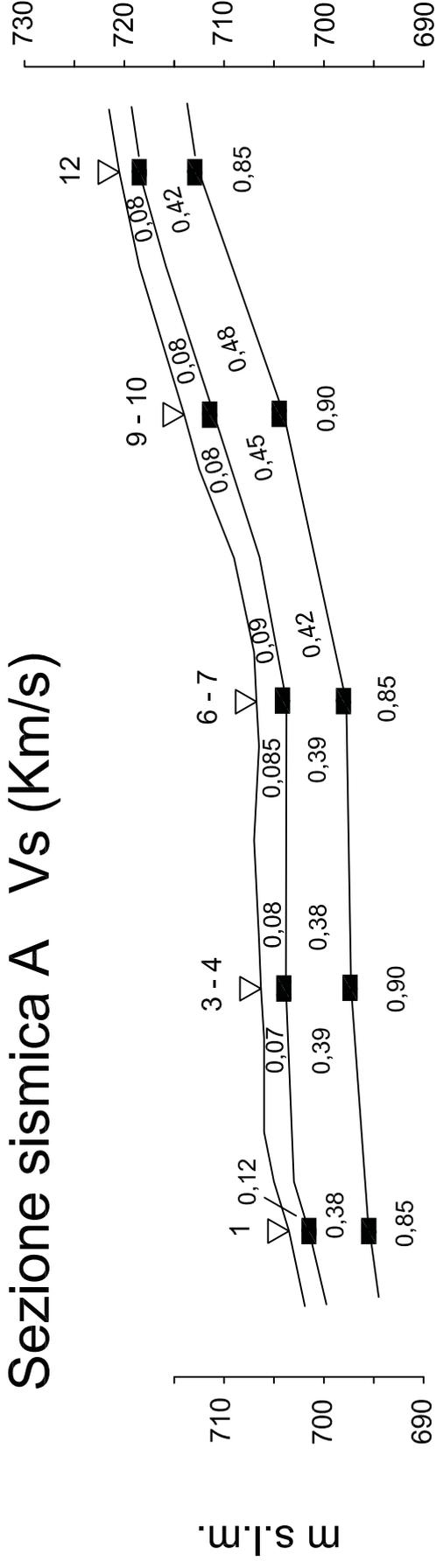


Vp

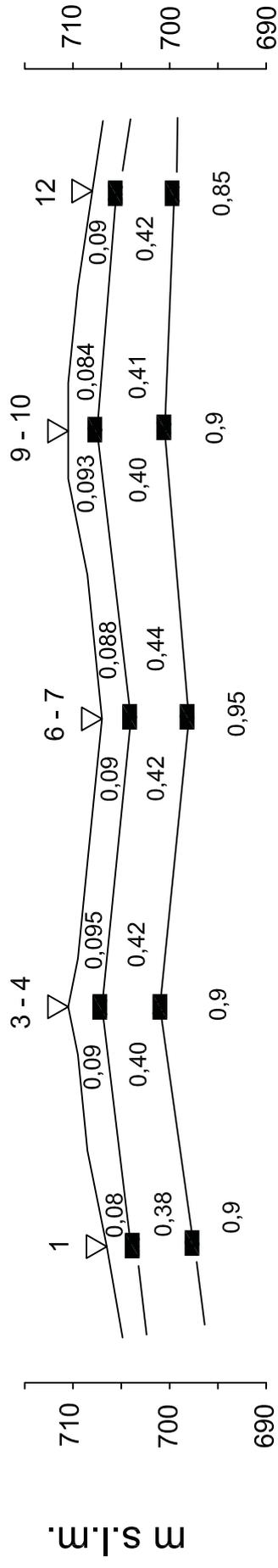


ALLEGATO 3C - SEZIONI GEOSISMICHE

Sezione sismica A Vs (Km/s)



Sezione sismica B Vs (Km/s)



ALLEGATO 4 – LABORATORIO GEOTEC ICO

TABELLA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

COMMITTENTE: ECOTER		TABELLA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO																										
Sondaggio	Campione	tipo di campione	Quota di prelievo (da m a m)	N. Verbale di Accettazione-Identificativo del campione	Contenuto in acqua Wn %	Peso di volume γ_v KN/m ³	Limiti di Atterberg			Indici			Composizione granulometrica			Peso specifico della parte solida γ_s g/cm ³	Compressione edometrica E' MPa	Indice vuoti e_0	Prova di taglio diretto		Prova di taglio diretto residuo							
							W _{LL} %	W _p %	I _p %	IC %	IL %	A %	IG %	Ghiaia %	Sabbia %				Limo %	Argilla %	Passante ai setacci (ASTM)	ϕ' C' (KN/m ²)	CD	ϕ'_r C _r (KN/m ²)	CD			
S1	CR1	rimaneggiato	3.60-3.90	3259-01	26.58	18.83	50.8	22.7	28.2	0.9	0.1	0.5	17	0.0	2.0	42.5	55.5	100.0	100.0	99.83			22	19.13				
S1	CR2	rimaneggiato	6.50-6.80	3259-02	18.37	18.90								0.0	0.0	27.0	73.0	100.0	100.0	99.55			25	6.00				
S2	CR1	rimaneggiato	2.50-2.80	3259-03	30.0	18.64	55.8	22.5	33.3	0.8	0.2	0.8	19	0.0	13.5	44.8	41.7	100.0	100.0	88.36			24	1.57				
S2	CR2	rimaneggiato	5.50-5.80	3259-04																								
S2	Ci1	indisturbato	3.00-3.40	3260-01	34.634	18.393								0.0	11.5	27.9	60.6	100.00	99.31	89.22							0.94	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3259-01	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	3.60		
Campione	CR1	a m	3.90	0-gen-00	11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	26.58	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	18.83	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	14.87	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		

ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)		
Ghiaia (> 2 mm)	0.00	%
Sabbia (0,06-2 mm)	2.00	%
Limo (0,002-0,06 mm)	42.50	%
Argilla (< 0,002 mm)	55.50	%

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA							
Limite di liquidità	W _L	50.82	%	Indice di plasticità	I _p	28.16	%
Limite di plasticità	W _p	22.66	%	Indice di consistenza	I _c	0.86	
Limite di ritiro	W _s		%	Indice di liquidità	I _l	0.14	
				Indice di attività	A	0.51	

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE										
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)	Valori medi				
	ϕ'	22	ϕ_r			σ_f	KPa			
	C'	19.1	C _r		Cu	KPa				
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.		Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica			
	ϕ'		ϕ'		Cu	KN/m ²		m/sec		
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ	(KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400
	E'	(MPa)								
	m _v	m ² /MN								

RIGONFIAMENTO LIBERO	%	PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO	KN/m ²	
PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d	KN/m ³	PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)	
	Valore ottimale di W	%		
			Ind. CBR non Imbibito	%
			Ind. CBR Imbibito	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo	Classificazione di gruppo
	n. 10 (2.0 mm)	100.00	%	Materiale tipico	
	n. 40 (0.425 mm)	100.00	%		
	n. 200 (0.075 mm)	99.83	%	Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	100.00	%	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	99.83	%	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 065004419 - 065004431 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7788	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-01	COMMESSA 80.08
DATA di emissione 7-gen-09	DATA di emissione 11-dic-08	

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	3.60		
Campione	CR1	a m	3.90		11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 11-dic-08
----------------------------	-----------------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE		CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/> Proveniente da scavo <input checked="" type="checkbox"/> Proveniente da sondaggio geognostico <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella inox <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella metallica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: tubo in p.v.c. <input checked="" type="checkbox"/> involucro contenitore: sacchetto plastica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: barattolo in vetro	Lunghezza (cm): <input type="text" value="32.00"/> Diametro (cm): <input type="text" value="8.50"/> Peso (g): <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Argilla limosa grigio-verdastra chiara (R.C.C. Graysh Green 10 GY 5/2) Plastica Poco umida Locali livelli avana fino ai 17 cm. Reazione all' HCl mediamente vivace. Dai 21 cm: locali settori scagliettati, friabili.
	10	320			
	15				
	20				
	25			Taglio diretto	
	30	300			
	32				
	40				
	45				
	50				
	55				
	60				

Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Taglio diretto	Taglio diretto	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7789	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-01	COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	3.60		
Campione	CR1	a m	3.90	0-gen-00	11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna
Descrizione del campione	Argilla limosa grigio-verdastra chiara (R.C.C. Graysh Green 10 GY 5/2)

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione	15-dic-09
-------	----------------	---------------------	-----------

Massa contenitore	g	37.45	34.94	10.79		
Massa contenitore + terreno umido	g	103.06	100.49	74.32		
Massa contenitore + terreno secco	g	89.89	86.50	60.62		
Massa acqua contenuta	g	13.17	13.99	13.70		
Massa terreno secco	g	52.44	51.56	49.83		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	25.11	27.13	27.49		

Contenuto in acqua (valore medio)	%	26.58
------------------------------------------	----------	--------------

Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7790	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-01	COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	3.60		
Campione	CR1	a m	3.90		11-dic-08

Descrizione del campione	Argilla limosa grigio-verdastra chiara (R.C.C. Graysh Green 10 GY 5/2)
--------------------------	------------------------------------------------------------------------

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

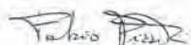
Metodo delle misure lineari

Data della determinazione		15-dic-09	15-dic-09	15-dic-09		
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	mm				
	Superficie	cm ²				
	Volume fustella	cm ³	76.88	73.55	68.80	
Massa fustella	g	71.42	59.45	67.27		
Massa fustella con terreno	g	209.49	206.15	202.67		
Massa terreno		138.07	146.70	135.40		
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³	17.62	19.57	19.31		
Contenuto naturale in acqua	%	25.11	27.13	27.49		
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³	14.08	15.39	15.14		

Metodo della pesata idrostatica

Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta	g					
Massa provino umido (P1)	g					
Massa provino umido paraffinato (P2)	g					
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g					
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g					
Temperatura dell'acqua	°C					
Densità della paraffina	KN/m ³					
Volume del provino	%					
Peso di volume	KN/m ³					

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939	
	CERTIFICATO n. 7791 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-01 COMMESSA		
DATA di emissione 7-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08 80.08	

CERTIFICATO n. 7791		VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-01		COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08		80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO				DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	3.60				
Campione	CR1	a m	3.90				11-dic-08

Descrizione del campione Argilla limosa grigio-verdastra chiara (R.C.C. Graysh Green 10 GY 5/2)

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

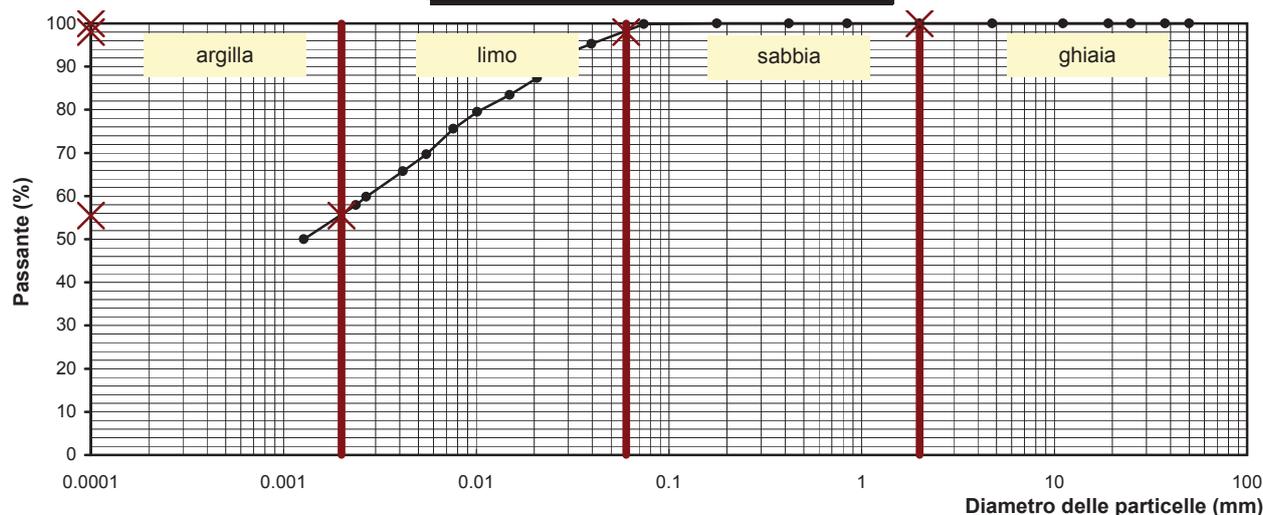
Data	16-dic-08	Massa terreno secco (g)						206.13	Diametro massimo delle particelle (mm)				
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.83	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	19-dic-08	Massa terreno secco (g)						50.78	Gs (Assunto)		2.65
Tempo di lettura (min)	1	3	4	8	18	33	66	120	302	392	1440
Temperatura (°C)	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Lettura densimetro	52	50	48	46	44	42	39	37	34	33	29
Diametro particelle (mm)	0.03967	0.02338	0.0207	0.014891	0.0101	0.0076	0.0055	0.00416	0.00268	0.0024	0.0013
Passante (%)	95.25	91.32	87.39	83.46	79.52	75.59	69.69	65.76	59.87	57.90	50.04

Distribuzione granulometrica delle particelle



Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM		uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI	
Sabbia (0,06-2 mm) %	2.00	N.10 (2.0 mm) %	100.00			
Limo (0,002-0,06 mm) %	42.50	N. 40 (0.425 mm) %	100.00			
Argilla (< 0,002 mm) %	55.50	N. 200 (0.075 mm) %	99.83			
					Cu	Argilla con limo
					Cc	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2000
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n.	7792	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3259-01	COMMESSA
DATA di emissione	7-gen-09	DATA di emissione	11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	3.60		
Campione	CR1	a m	3.90		11-dic-08

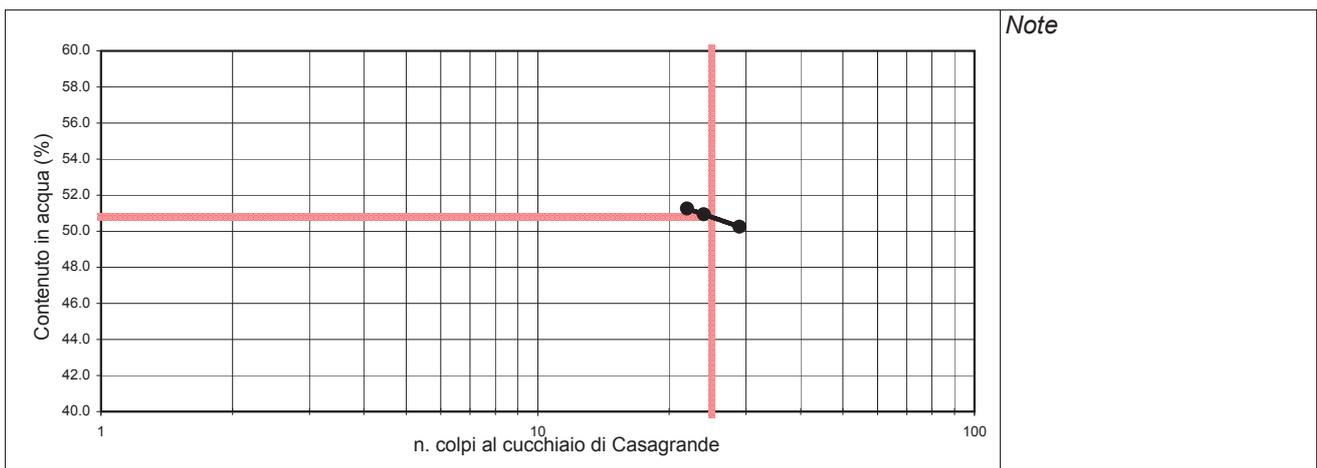
Descrizione del campione: Argilla limosa grigio-verdastra chiara (R.C.C. Graysh Green 10 GY 5/2)

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

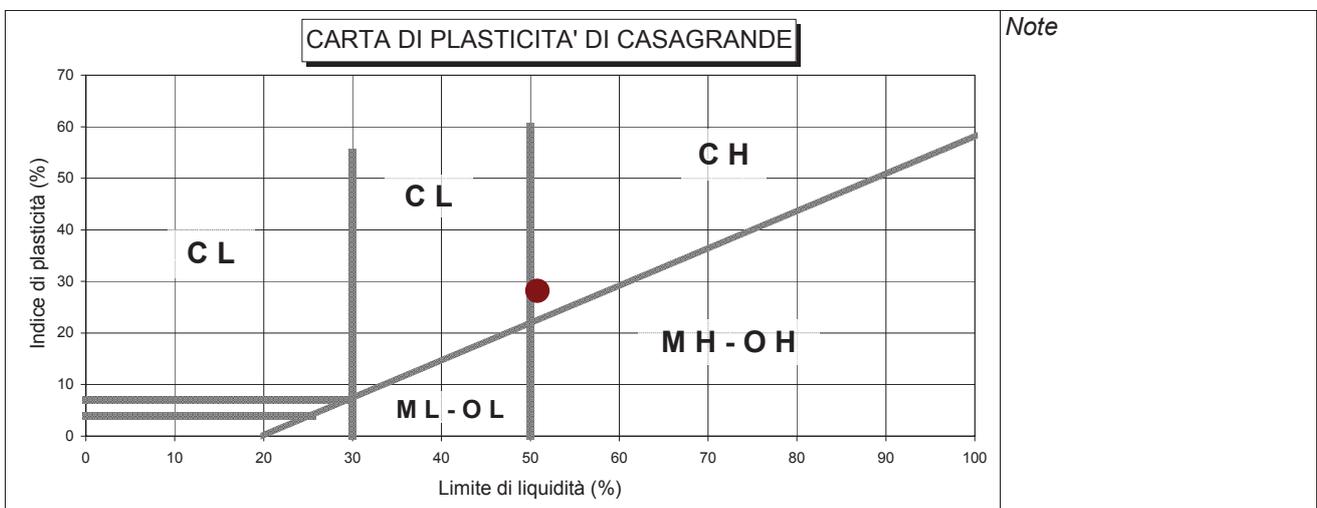
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTEMBERG

Norma	ASTM D 4318-84	Data esecuzione della determinazione	19-dic-09
--------------	----------------	---------------------------------------------	-----------

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'			
Massa contenitore	g	37.68	25.24	25.72		10.94	10.84		
Massa contenitore + terreno umido	g	50.96	37.26	37.84		15.45	14.56		
Massa contenitore + terreno secco	g	46.46	33.24	33.75		14.62	13.87		
Massa acqua contenuta	g	4.50	4.02	4.09		0.83	0.69		
Massa terreno secco	g	8.78	8.00	8.03		3.68	3.03		
Contenuto in acqua	%	51.25	50.25	50.93		22.55	22.77		
Numero di colpi	n	22	29	24					



Limite di liquidità WL (%):	50.82	Limite di plasticità Lp (%):	22.66	Indice di plasticità Ip (%):	28.16
-----------------------------	--------------	------------------------------	--------------	------------------------------	--------------



Lo sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
	CERTIFICATO n. 7793 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-01 COMMESSA	

DATA di emissione	7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione	11-dic-08	80.08
-------------------	----------	-----------------------------------------------	-----------	-------

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	3.60		
Campione	CR1	a m	3.90	0-gen-00	11-dic-08

Descrizione del campione: Argilla limosa grigio-verdastra chiara (R.C.C. Graysh Green 10 GY 5/2)

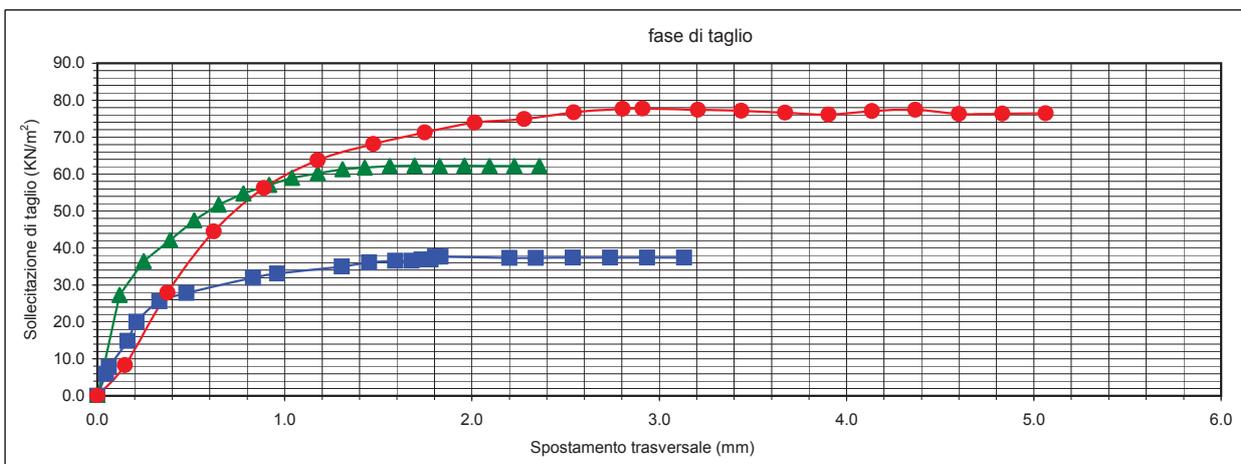
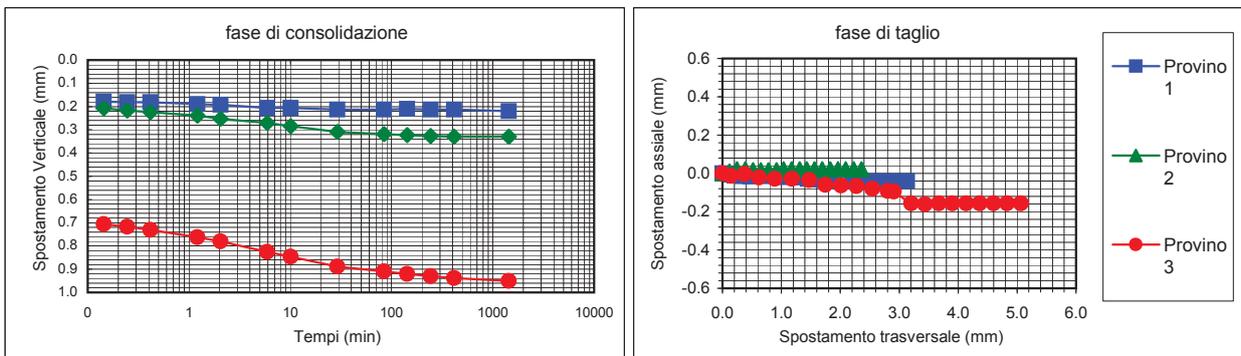
COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

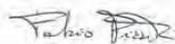
Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	15-dic-09
-------	--------------	-----------------------	-----------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H ₀	mm		20.00	20.00	20.00	
Lato	L	mm		60.00	60.00	60.00	
Sezione	A	mm ²		3600.0	3600.0	3600.0	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³		17.62	19.57	19.31	
Contenuto d'acqua	W	%		25.11	27.13	27.49	
Peso specifico dei grani	G _s						
Peso secco dell'unità di volume	γ _d	KN/m ³		14.08	15.39	15.14	
indice dei vuoti	e ₀						
Grado di saturazione	S	%					

FASE DI PROVA				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale		KN/m ²		50.0	100.0	150.0	
Tempo di consolidazione		ore		24.0	24.0	24.0	
Cedimento a fine consolidazione		mm		0.220	0.330	0.950	
Velocità imposta in fase di taglio		mm/min		0.000	0.000	0.000	
Contenuto d'acqua a fine prova		%		28.44	27.17	27.33	



Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



		SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it		Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939						
		VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-02 COMMESSA		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08 80.08						
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO					
Sondaggio	S1	da m	6.50							
Campione	CR2	a m	6.80		11-dic-08					
COMMITTENTE		ECOTER S.r.l.								
CANTIERE		Loiano - Bologna								
LOCALITA' DI PRELIEVO		Loiano - Bologna								
QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI										
CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -			ANALISI CHIMICHE							
Contenuto in acqua	W	18.37	%	Carbonati	%					
Peso di volume	γ	18.90	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%					
Peso di volume secco	γ_d	14.93	KN/m ³	Sostanza organiche	%					
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³							
Peso specifico dei grani	Gs		-							
Grado di saturazione	s _r		%							
Indice dei vuoti	e									
Porosità	n		%							
			ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)							
			Ghiaia (> 2 mm)	0.00	%					
			Sabbia (0,06-2 mm)	0.01	%					
			Limo (0,002-0,06 mm)	26.99	%					
			Argilla (< 0,002 mm)	73.00	%					
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA										
Limite di liquidità	W _l		%	Indice di plasticità	I _p					
Limite di plasticità	W _p		%	Indice di consistenza	I _c					
Limite di ritiro	W _s		%	Indice di liquidità	I _l					
				Indice di attività	A					
CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE										
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)	Valori medi				
	ϕ'	25 °	ϕ_r	°		σ_f	KNPa			
	C'	6.0 KN/m ²	C _r	KN/m ²		Cu	KNPa			
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.		Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica			
	ϕ'	°	ϕ'	°	Cu	KN/m ²				
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²			m/sec			
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ	(KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400
	E'	(MPa)								
	m _v	m ² /MN								
RIGONFIAMENTO LIBERO				%		PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO				KN/m ²
PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d		KN/m ³		PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)		Ind. CBR non Imbibito		%	
	Valore ottimale di W		%				Ind. CBR Imbibito		%	
CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM				Indice di gruppo		Classificazione di gruppo			
	n. 10 (2.0 mm)	100.00	%		Materiale tipico					
	n. 40 (0.425 mm)	100.00	%		Valutazione generale					
	n. 200 (0.075 mm)	99.55	%							
CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM				Coefficiente di uniformità					
	76.2 mm	100.00	%		Coefficiente di concavità					
	4.76 mm	100.00	%		Simbolo del gruppo					
	0.074 mm	99.55	%		Nome del Gruppo					

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 065004419 - 065004431 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7794	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-02	COMMESSA 80.08
<i>DATA di emissione</i> 7-gen-09	<i>DATA di emissione</i> 11-dic-08	

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	6.50		
Campione	CR2	a m	6.80		11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 11-dic-08
----------------------------	-----------------------------------------

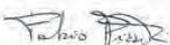
INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE		CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/> Proveniente da scavo <input checked="" type="checkbox"/> Proveniente da sondaggio geognostico <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella inox <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella metallica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: tubo in p.v.c. <input type="checkbox"/> involucro contenitore: sacchetto plastica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: barattolo in vetro	Lunghezza (cm): 27.00 Diametro (cm): 8.50 Peso (g):	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Argilla limosa scagliosa, sovraconsolidata (pelita alterata) Grigia chiara (R.C.C. Light gray N7) Poco umida Non plastica Reazione all' HCl mediamente vivace. Struttura laminata, con alternanza tra livelli argilloso-limosi scagliosi (2-4 cm) e argillosi grigi scuri plastici (2-5 mm)
	10				
	15				
	20				
	25				
	27				

Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Prova di taglio diretto CD	Prova di taglio diretto CD	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7795	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3259-02	COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione	11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	6.50		
Campione	CR2	a m	6.80	0-gen-00	11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna
Descrizione del campione	Argilla limosa scagliosa, sovraconsolidata (pelita alterata)

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione	16-dic-08
-------	----------------	---------------------	-----------

Massa contenitore	g	13.06	10.82	10.84		
Massa contenitore + terreno umido	g	73.87	91.15	70.13		
Massa contenitore + terreno secco	g	64.37	78.88	60.85		
Massa acqua contenuta	g	9.50	12.27	9.28		
Massa terreno secco	g	51.31	68.06	50.01		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	18.51	18.03	18.56		

Contenuto in acqua (valore medio)	%	18.37
------------------------------------------	----------	--------------

Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7790	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-02	COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	6.50		
Campione	CR2	a m	6.80		11-dic-08

Descrizione del campione	Argilla limosa scagliosa, sovraconsolidata (pelita alterata)
--------------------------	--------------------------------------------------------------

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

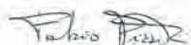
Metodo delle misure lineari

Data della determinazione		16-dic-09	16-dic-09	16-dic-09		
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	mm				
	Superficie	cm ²				
	Volume fustella	cm ³	76.88	73.55	68.80	
Massa fustella	g	71.42	59.45	67.27		
Massa fustella con terreno	g	210.10	205.67	204.00		
Massa terreno		138.68	146.22	136.73		
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³	17.70	19.50	19.50		
Contenuto naturale in acqua	%	25.11	27.13	27.49		
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³	14.14	15.34	15.29		

Metodo della pesata idrostatica

Data della determinazione					
Massa del contenitore di raccolta	g				
Massa provino umido (P1)	g				
Massa provino umido paraffinato (P2)	g				
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g				
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g				
Temperatura dell'acqua	°C				
Densità della paraffina	KN/m ³				
Volume del provino	%				
Peso di volume	KN/m ³				

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939	
	CERTIFICATO n. 7797 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-02 COMMESSA		
DATA di emissione 7-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08 80.08	

CERTIFICATO n. 7797		VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-02		COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08		80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO				DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	6.50				
Campione	CR2	a m	6.80				11-dic-08

Descrizione del campione Argilla limosa scagliosa, sovraconsolidata (pelita alterata)

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

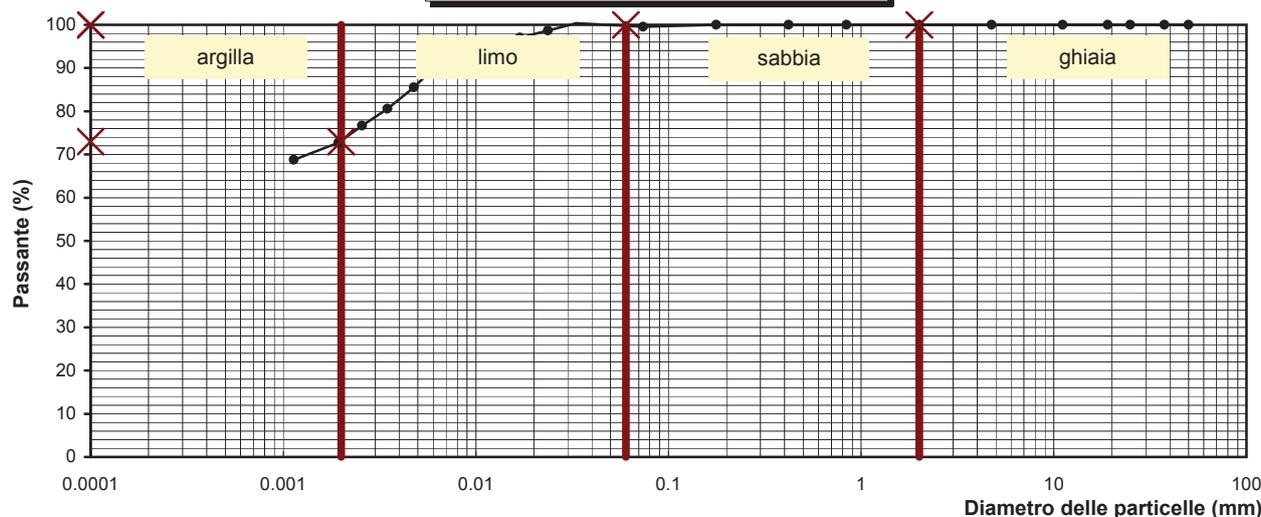
Data	16-dic-09	Massa terreno secco (g)	219.46								Diametro massimo delle particelle (mm)			
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074		
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.55	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	23-dic-09	Massa terreno secco (g)	50.42								Gs (Assunto)	2.65			
Tempo di lettura (min)	1	2	4	8	15	30	60	120	264	480	1440				
Temperatura (°C)	22.5	22.5	22.5	22.5	21	20.5	19.5	18	18	18	18				
Letture densimetro	62	61	60	59	58	56.5	53	50	40	38	36				
Diametro particelle (mm)	0.03306	0.02369	0.017	0.012153	0.009	0.0065	0.0048	0.00347	0.00257	0.0019	0.0011				
Passante (%)	100.35	98.70	97.05	95.40	93.75	91.28	85.51	80.56	76.69	72.74	68.79				

Distribuzione granulometrica delle particelle



Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM		uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI argilla con limo
Sabbia (0,06-2 mm) %	0.01	N.10 (2.0 mm) %	100.00		
Limo (0,002-0,06 mm) %	26.99	N. 40 (0.425 mm) %	100.00		
Argilla (< 0,002 mm) %	73.00	N. 200 (0.075 mm) %	99.55		

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
	CERTIFICATO n. 7798 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-02 COMMESSA	

DATA di emissione	7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione	11-dic-08	80.08
-------------------	----------	-----------------------------------------------	-----------	-------

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m	6.50		
Campione	CR2	a m	6.80		11-dic-08

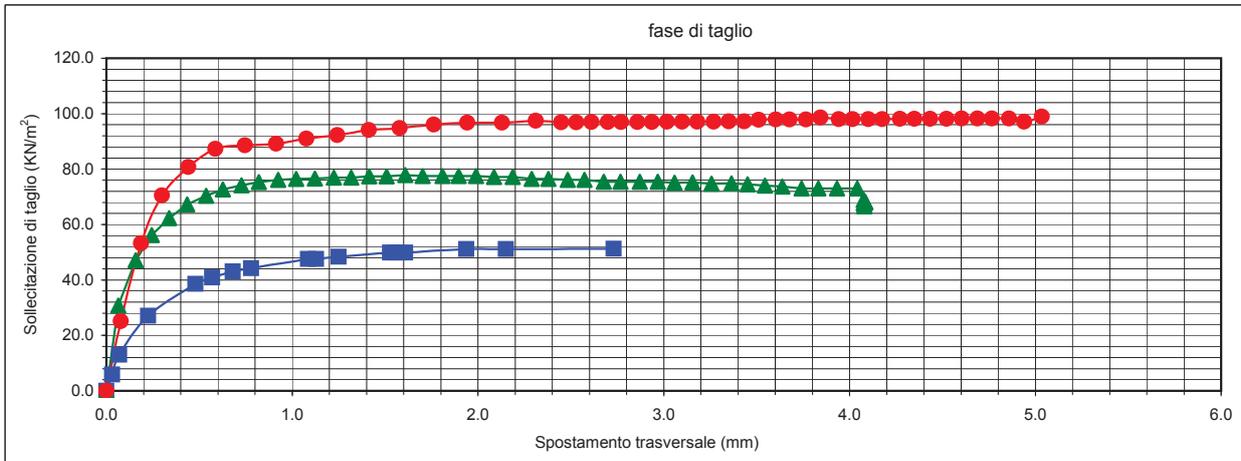
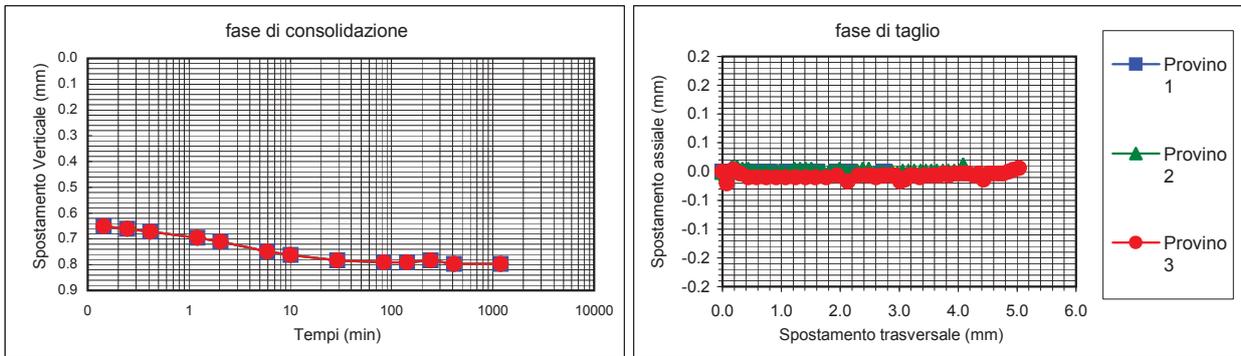
Descrizione del campione	Argilla limosa scagliosa, sovraconsolidata (pelita alterata)
COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	16-dic-09
-------	--------------	-----------------------	-----------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H ₀	mm		20.00	20.00	20.00	
Lato	L	mm		60.00	60.00	60.00	
Sezione	A	mm ²		3600.0	3600.0	3600.0	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³		17.70	19.50	19.50	
Contenuto d'acqua	W	%		18.51	18.03	18.56	
Peso specifico dei grani	G _s			0.00	0.00	0.00	
Peso secco dell'unità di volume	γ _d	KN/m ³		14.93	16.52	16.45	
indice dei vuoti	e ₀			-1.00	-1.00	-1.00	
Grado di saturazione	S	%		0	0	0	

FASE DI PROVA				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale		KN/m ²		100.0	150.0	200.0	
Tempo di consolidazione		ore		24.0	24.0	24.0	
Cedimento a fine consolidazione		mm		0.798	0.798	0.798	
Velocità imposta in fase di taglio		mm/min		0.000	0.000	0.000	
Contenuto d'acqua a fine prova		%		25.86	27.02	29.20	



Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
	CERTIFICATO n. 7798 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-02 COMMESSA	
DATA di emissione 7-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08 80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S1	da m:	6.50		
Campione	CR2	a m:	6.80	0-gen-00	11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	16-dic-09
-------	--------------	-----------------------	-----------

Provino TDP1						Provino TDP1						Provino TDP1					
τ	δ_{tf}	δ_{vf}	τ	δ_{tf}	δ_{vf}	τ	δ_{tf}	δ_{vf}	τ	δ_{tf}	δ_{vf}	τ	δ_{tf}	δ_{vf}	τ	δ_{tf}	δ_{vf}
kPa	(mm)	(mm)	kPa	(mm)	(mm)	kPa	(mm)	(mm)	kPa	(mm)	(mm)	kPa	(mm)	(mm)	kPa	(mm)	(mm)
0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	74.82	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	97.99	4.02	0.00
5.93	0.03	0.00				30.74	0.06	0.00	74.46	3.45	0.00	25.08	0.08	-0.02	98.01	4.10	0.00
12.97	0.07	0.00				47.07	0.16	0.01	74.09	3.54	0.00	53.15	0.19	0.00	98.04	4.18	0.00
27.06	0.23	0.00				56.20	0.24	0.01	73.73	3.64	0.00	70.49	0.30	0.00	98.07	4.27	-0.01
38.59	0.48	0.00				62.29	0.34	0.00	72.99	3.74	0.00	80.69	0.44	-0.01	98.10	4.35	0.00
40.83	0.57	0.00				67.25	0.44	0.00	73.01	3.83	0.00	87.30	0.59	-0.01	98.12	4.43	-0.01
43.07	0.68	0.00				70.31	0.54	0.00	73.04	3.93	0.00	88.54	0.75	-0.01	98.15	4.52	0.00
44.20	0.78	0.00				72.61	0.63	0.00	73.07	4.04	0.00	89.19	0.92	-0.01	98.18	4.60	0.00
47.59	1.09	0.00				74.16	0.73	0.00	68.85	4.08	0.00	91.04	1.08	-0.01	98.21	4.69	0.00
47.60	1.13	0.00				75.32	0.82	0.00	67.69	4.08	0.00	92.28	1.24	-0.01	98.23	4.77	0.00
48.36	1.25	0.00				76.11	0.92	0.00	67.31	4.08	0.00	94.13	1.41	-0.01	98.26	4.86	0.00
49.90	1.53	0.00				76.51	1.02	0.00	66.54	4.08	0.01	94.78	1.58	-0.01	97.08	4.94	0.00
49.90	1.56	0.00				76.54	1.12	0.00	68.08	4.08	0.01	96.04	1.76	-0.01	98.93	5.04	0.01
49.91	1.61	0.00				76.94	1.22	0.00	68.08	4.08	0.01	96.70	1.94	-0.01			
51.09	1.94	0.00				76.97	1.32	0.00				96.76	2.13	-0.02			
51.12	2.15	0.00				77.38	1.41	0.00				97.42	2.31	-0.01			
51.22	2.73	0.00				77.40	1.51	0.00				96.86	2.45	-0.01			
						77.81	1.61	0.00				96.89	2.53	-0.01			
						77.45	1.70	0.00				96.92	2.61	-0.01			
						77.48	1.81	0.00				96.95	2.70	-0.01			
						77.50	1.90	0.00				96.97	2.77	-0.01			
						77.52	1.99	0.00				97.00	2.86	-0.01			
						77.17	2.09	0.00				97.02	2.94	-0.01			
						77.19	2.19	0.00				97.05	3.02	-0.02			
						76.45	2.29	0.00				97.08	3.10	-0.01			
						76.48	2.38	0.00				97.10	3.18	-0.01			
						76.12	2.48	0.00				97.13	3.27	-0.01			
						76.15	2.57	0.00				97.16	3.35	-0.01			
						75.41	2.68	0.00				97.19	3.43	-0.01			
						75.43	2.77	0.00				97.82	3.51	-0.01			
						75.46	2.87	0.00				97.85	3.60	-0.01			
						75.48	2.97	0.00				97.87	3.68	-0.01			
						75.12	3.06	0.00				97.90	3.77	0.00			
						75.15	3.16	0.00				98.53	3.84	-0.01			
						74.79	3.26	0.00				97.96	3.94	0.00			

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-03 COMMESSA DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08 80.08	

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	2.50		
Campione	CR1	a m	2.80		11-dic-08

COMMITTENTE		ECOTER S.r.l.			
CANTIERE		Loiano - Bologna			
LOCALITA' DI PRELIEVO		Loiano - Bologna			

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	29.95	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	18.64	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	14.35	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		

ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)		
Ghiaia (> 2 mm)	0.00	%
Sabbia (0,06-2 mm)	13.48	%
Limo (0,002-0,06 mm)	44.82	%
Argilla (< 0,002 mm)	41.70	%

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA							
Limite di liquidità	W _l	55.82	%	Indice di plasticità	I _p	33.29	%
Limite di plasticità	W _p	22.53	%	Indice di consistenza	I _c	0.78	
Limite di ritiro	W _s		%	Indice di liquidità	I _l	0.22	
				Indice di attività	A	0.80	

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE										
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco			Valori residui			PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)	Valori medi		
	ϕ'	24	°	ϕ_r		°		σ_f		KPa
	C'	1.57	KN/m ²	C _r		KN/m ²		Cu		KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.			C.I.U.			U.U.		Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica	
	ϕ'		°	ϕ'		°	Cu		KN/m ²	m/sec
	C'		KN/m ²	C'		KN/m ²				
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ	(KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400
	E'	(MPa)								
	m _v	m ² /MN								

RIGONFIAMENTO LIBERO		%	PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		KN/m ²	
PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d	KN/m ³	PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)		Ind. CBR non Imbibito	%
	Valore ottimale di W	%			Ind. CBR Imbibito	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo	Classificazione di gruppo
	n. 10 (2.0 mm)	100.00	%	Materiale tipico	
	n. 40 (0.425 mm)	100.00	%		
	n. 200 (0.075 mm)	88.36	%	Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità
	4.76 mm	100.00	%	Simbolo del gruppo
	0.074 mm	88.36	%	Nome del Gruppo

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 065004419 - 065004431 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7799	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-03	COMMESSA 80.08
<i>DATA di emissione</i> 7-gen-09	<i>DATA di emissione</i> 11-dic-08	

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	2.50		
Campione	CR1	a m	2.80		11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 11-dic-08
----------------------------	-----------------------------------------

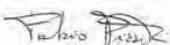
INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE		CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/> Proveniente da scavo <input checked="" type="checkbox"/> Proveniente da sondaggio geognostico <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella inox <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella metallica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: tubo in p.v.c. <input checked="" type="checkbox"/> involucro contenitore: sacchetto plastica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: barattolo in vetro	Lunghezza (cm): <input type="text" value="27.00"/> Diametro (cm): <input type="text" value="8.50"/> Peso (g): <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2) Plastica Umida Frequenti livelli limosi millimetrici marroni-giallastri Reazione all' HCl assente. Dai 14 ai 27 cm: diffusi clasti marroni-nerastri friabili con diametro 2-3 mm
	10	125			
	15				
	20	140			
	25				
	27				
	60				

Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7800	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3259-03	COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione	11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	2.50		
Campione	CR1	a m	2.80		11-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna
Descrizione del campione	Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione	17-dic-09
-------	----------------	---------------------	-----------

Massa contenitore	g	10.89	10.54	10.84		
Massa contenitore + terreno umido	g	55.62	62.99	66.30		
Massa contenitore + terreno secco	g	45.17	50.85	53.75		
Massa acqua contenuta	g	10.45	12.14	12.55		
Massa terreno secco	g	34.28	40.31	42.91		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	30.48	30.12	29.25		

Contenuto in acqua (valore medio)	%	29.95
------------------------------------------	----------	--------------

Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7801	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-03	COMMESSA
DATA di emissione 7-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	2.50	0-gen-00	11-dic-08
Campione	CR1	a m	2.80		

Descrizione del campione	Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)
--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

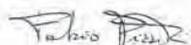
Metodo delle misure lineari

Data della determinazione		17-dic-09	17-dic-09	17-dic-09		
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	mm				
	Superficie	cm ²				
	Volume fustella	cm ³	76.88	73.55	68.80	
Massa fustella	g	71.42	59.45	67.27		
Massa fustella con terreno	g	209.60	202.17	202.37		
Massa terreno		138.18	142.72	135.10		
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³	17.63	19.03	19.26		
Contenuto naturale in acqua	%	30.48	30.12	29.25		
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³	13.51	14.63	14.91		

Metodo della pesata idrostatica

Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta	g					
Massa provino umido (P1)	g					
Massa provino umido paraffinato (P2)	g					
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g					
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g					
Temperatura dell'acqua	°C					
Densità della paraffina	KN/m ³					
Volume del provino	%					
Peso di volume	KN/m ³					

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939	
	CERTIFICATO n. 7802 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-03 COMMESSA		
DATA di emissione 7-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08 80.08	

CERTIFICATO n. 7802 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-03 COMMESSA			
DATA di emissione 7-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08 80.08	

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO				DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
Sondaggio	S2	da m	2.50					11-dic-08	
Campione	CR1	a m	2.80						

Descrizione del campione Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma ASTM D 421-85

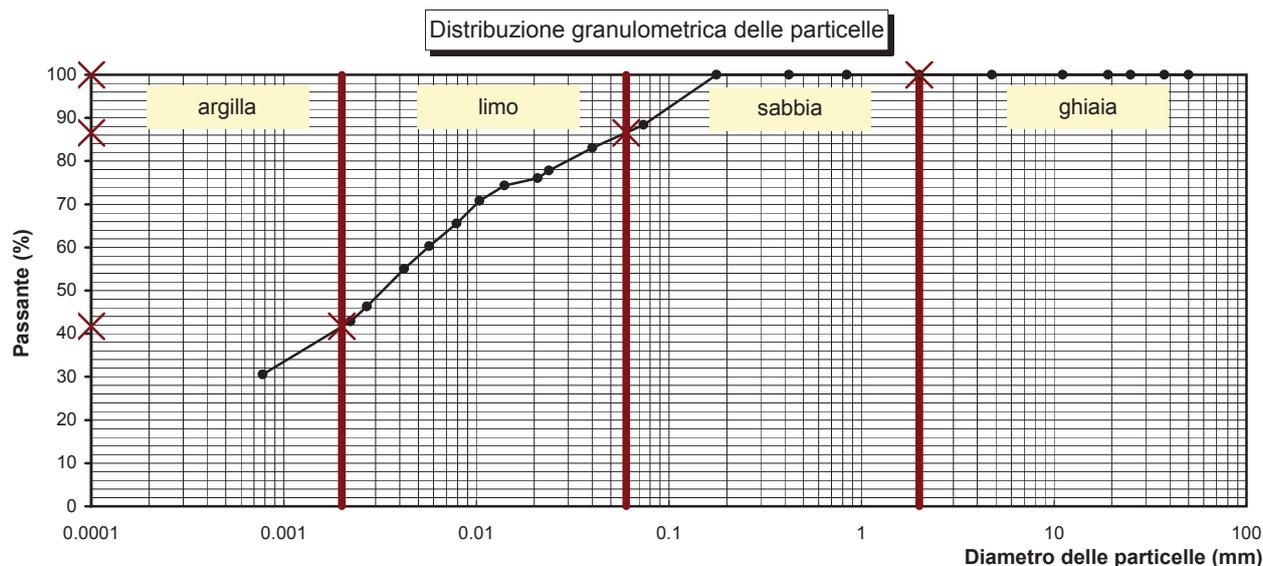
ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

Data 18-dic-09	Massa terreno secco (g) 217.08				Diametro massimo delle particelle (mm)								
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.27
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.27
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.64
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.64
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	88.36

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data 19-dic-09	Massa terreno secco (g) 50.47				Gs (Assunto) 2.65							
Tempo di lettura (min)	1	3	4	9	17	31	63	120	315	480	4320	
Temperatura (°C)	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Lettura densimetro	51	48	47	46	44	41	38	35	30	28	21	
Diametro particelle (mm)	0.04009	0.02385	0.0209	0.014039	0.0104	0.0079	0.0057	0.00422	0.00271	0.0022	0.0008	
Passante (%)	83.07	77.82	76.07	74.32	70.82	65.57	60.31	55.06	46.31	42.81	30.55	



Ghiaia (> 2 mm) % 0.00	Passante ai setacci ASTM	uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI Limo con argilla sabbioso
Sabbia (0,06-2 mm) % 13.48	N.10 (2.0 mm) % 100.00		
Limo (0,002-0,06 mm) % 44.82	N. 40 (0.425 mm) % 100.00	Cu	
Argilla (< 0,002 mm) % 41.70	N. 200 (0.075 mm) % 88.36	Cc	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2000
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n.	7803	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3259-03	COMMESSA
DATA di emissione	7-gen-09	DATA di emissione	11-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	2.5		
Campione	CR1	a m	2.8	0-gen-00	11-dic-08

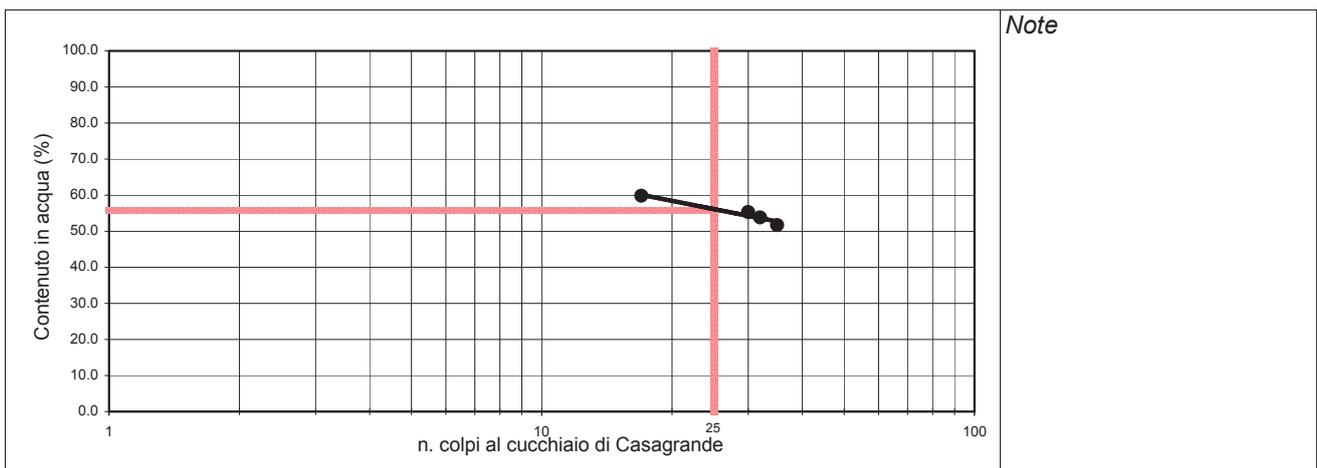
Descrizione del campione: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

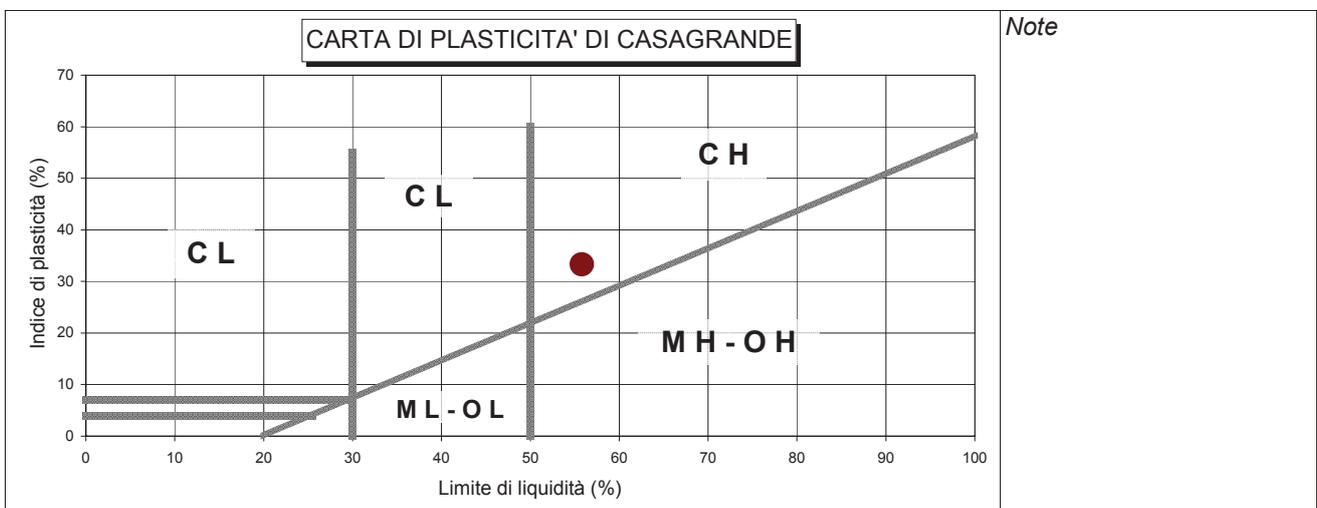
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTEMBERG

Norma	ASTM D 4318-84	Data esecuzione della determinazione	19-dic-09
-------	----------------	--------------------------------------	-----------

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'			
Massa contenitore	g	25.01	12.83	10.90	10.83	10.83	11.87		
Massa contenitore + terreno umido	g	37.04	25.09	25.84	19.99	14.98	14.85		
Massa contenitore + terreno secco	g	32.94	20.80	20.52	16.56	14.22	14.30		
Massa acqua contenuta	g	4.10	4.29	5.32	3.43	0.76	0.55		
Massa terreno secco	g	7.93	7.97	9.62	5.73	3.39	2.43		
Contenuto in acqua	%	51.70	53.83	55.30	59.86	22.42	22.63		
Numero di colpi	n	35	32	30	17				



Limite di liquidità WL (%):	55.82	Limite di plasticità Lp (%):	22.53	Indice di plasticità Ip (%):	33.29
-----------------------------	--------------	------------------------------	--------------	------------------------------	--------------



Lo sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del Laboratorio

[Signature]

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
	CERTIFICATO n. 7804	

CERTIFICATO n. 7804 DATA di emissione 7-gen-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3259-03 DATA di emissione del verbale di accettazione 11-dic-08	COMMESSA 80.08
----------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE Sondaggio S2 Campione CR1	PROFONDITA' DI PRELIEVO da m 2.50 a m 2.80	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO 11-dic-08
--------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------------------

Descrizione del campione Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)

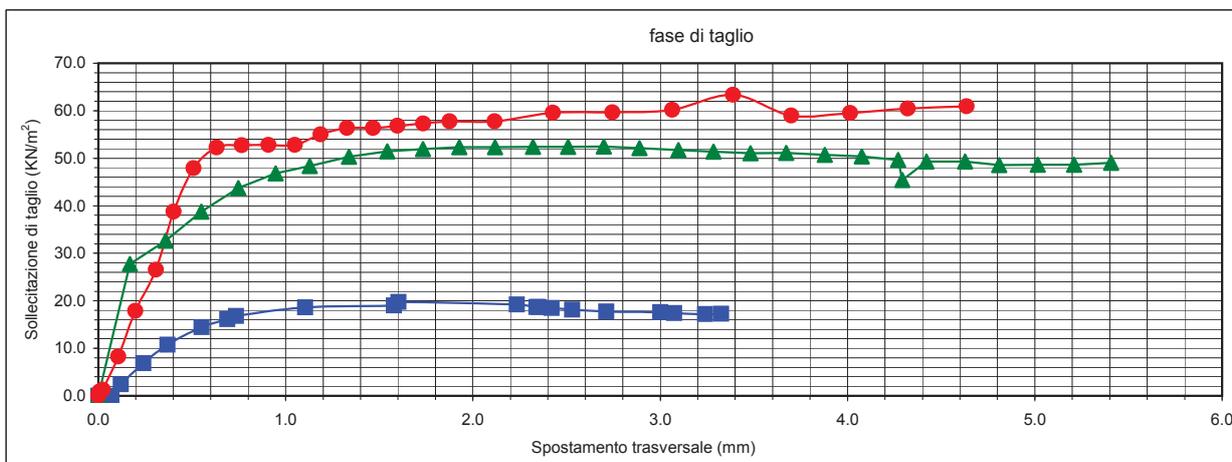
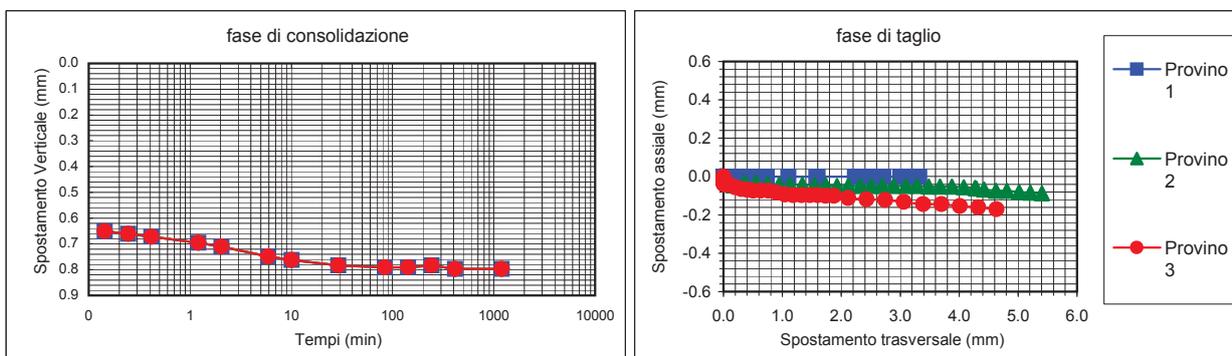
COMMITTENTE CANTIERE LOCALITA' DI PRELIEVO	ECOTER S.r.l. Loiano - Bologna Loiano - Bologna
-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	17-dic-09
--------------	---------------------	------------------------------	-----------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H ₀	mm		20.00	20.00	20.00	
Lato	L	mm		60.00	60.00	60.00	
Sezione	A	mm ²		3600.0	3600.0	3600.0	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³		17.63	19.03	19.26	
Contenuto d'acqua	W	%		30.48	30.12	29.25	
Peso specifico dei grani	G _s			0.00	0.00	0.00	
Peso secco dell'unità di volume	γ _d	KN/m ³		13.51	14.63	14.91	
indice dei vuoti	e ₀			-1.00	-1.00	-1.00	
Grado di saturazione	S	%		0	0	0	

FASE DI PROVA				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale		KN/m ²		50.0	100.0	150.0	
Tempo di consolidazione		ore		24.0	24.0	24.0	
Cedimento a fine consolidazione		mm		0.798	0.798	0.798	
Velocità imposta in fase di taglio		mm/min		0.000	0.000	0.000	
Contenuto d'acqua a fine prova		%		30.95	28.69	28.13	



Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



		SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it		Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939				
		VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3260-01 COMMESSA		DATA di emissione del verbale di accettazione 15-dic-08 80.08				
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO		
Sondaggio	S2	da m	3.00					
Campione	Ci1	a m	3.40	0-gen-00		12-dic-08		
COMMITTENTE		ECOTER S.r.l.						
CANTIERE		Loiano - Bologna						
LOCALITA' DI PRELIEVO		Loiano - Bologna						
QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI								
CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE				
Contenuto in acqua	W	34.63	%	Carbonati				
Peso di volume	γ	18.39	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)				
Peso di volume secco	γ_d	13.66	KN/m ³	Sostanza organiche				
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³					
Peso specifico dei grani	Gs	2.750	-					
Grado di saturazione	s _r		%					
Indice dei vuoti	e	0.94						
Porosità	n	48.43	%					
				ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)				
				Ghiaia (> 2 mm)	0.00	%		
				Sabbia (0,06-2 mm)	11.50	%		
				Limo (0,002-0,06 mm)	27.90	%		
				Argilla (< 0,002 mm)	60.60	%		
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA								
Limite di liquidità	W _L		%	Indice di plasticità	I _p	%		
Limite di plasticità	W _p		%	Indice di consistenza	I _c			
Limite di ritiro	W _s		%	Indice di liquidità	I _l			
				Indice di attività	A			
CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE								
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)	Valori medi		
	ϕ'	°	ϕ_r	°		σ_f	KPa	
	C'	KN/m ²	C _r	KN/m ²		Cu	KPa	
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.		Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica	
	ϕ'	°	ϕ'	°				
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²	Cu	KN/m ²		
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	
	E' (MPa)	1.68	1.73	2.50	4.68	9.13	20.20	
	m _v m ² /MN	6.0E-01	5.8E-01	4.0E-01	2.1E-01	1.1E-01	5.0E-02	
RIGONFIAMENTO LIBERO				PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO				
				%				
PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d		KN/m ³		PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)		Ind. CBR non Imbibito	
	Valore ottimale di W		%				Ind. CBR Imbibito	
CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo		Classificazione di gruppo		
	n. 10 (2.0 mm)	100.00	%	Materiale tipico				
	n. 40 (0.425 mm)	99.31	%					
	n. 200 (0.075 mm)	89.22	%	Valutazione generale				
CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità				
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità				
	4.76 mm	100.00	%	Simbolo del gruppo				
	0.074 mm	89.22	%	Nome del Gruppo				

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 065004419 - 065004431 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7805	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3260-01	COMMESSA 80.08
<i>DATA di emissione</i> 8-gen-09	<i>DATA di emissione</i> 15-dic-08	

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	3.00		
Campione	Ci1	a m	3.40		12-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 15-dic-08
----------------------------	-----------------------------------------

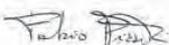
INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE		CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/> Proveniente da scavo <input checked="" type="checkbox"/> Proveniente da sondaggio geognostico <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella inox <input type="checkbox"/> involucro contenitore: fustella metallica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: tubo in p.v.c. <input type="checkbox"/> involucro contenitore: sacchetto plastica <input type="checkbox"/> involucro contenitore: barattolo in vetro	Lunghezza (cm): <input type="text" value="41.00"/> Diametro (cm): <input type="text" value="8.47"/> Peso (g): <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				0,00 - 27,00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2) Plastica Umida Sporadiche microplaghe limose marroni-arancio Reazione all' HCl assente. Locali resti millimetrici di vegetali Da molto tener a mediamente consistente
	10	20			
	15				
	20	20			
	25	60			
	27				
	30	220			27,00 - 41,00 cm: Argilla con limo scalgiosa grigia (R.C.C. medium gray N4) Fragile, non plastica. Molto consistente. Reazione aHCl: mediamente vivace
	35				
	40	300			
	41				
	60				

<i>Prove richieste</i>	<i>Prove eseguite</i>	<i>Note</i>
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Peso specifico dei granuli	Peso specifico dei granuli	
Prova edometrica (IL)	Prova edometrica (IL)	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7806	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3260-01	COMMESSA
DATA di emissione 8-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione	15-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	3.00		
Campione	Ci1	a m	3.40	0-gen-00	12-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna
Descrizione del campione	0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione	7-gen-09
-------	----------------	---------------------	----------

Massa contenitore	g	10.69	10.85			
Massa contenitore + terreno umido	g	43.29	58.59			
Massa contenitore + terreno secco	g	34.91	46.30			
Massa acqua contenuta	g	8.38	12.29			
Massa terreno secco	g	24.22	35.45			
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	34.60	34.67			

Contenuto in acqua (valore medio)	%	34.63
------------------------------------------	----------	--------------

Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7807	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3260-01	COMMESSA
DATA di emissione 8-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 15-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	3.00		
Campione	Ci1	a m	3.40		12-dic-08

Descrizione del campione	0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)
--------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

Metodo delle misure lineari

Data della determinazione		7-gen-09			
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	mm			
	Superficie	cm ²			
	Volume fustella	cm ³	80.00		
Massa fustella	g	85.78			
Massa fustella con terreno	g	235.77			
Massa terreno		149.99			
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³	18.39			
Contenuto naturale in acqua	%	34.60			
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³	13.66			

Metodo della pesata idrostatica

Data della determinazione					
Massa del contenitore di raccolta	g				
Massa provino umido (P1)	g				
Massa provino umido paraffinato (P2)	g				
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g				
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g				
Temperatura dell'acqua	°C				
Densità della paraffina	KN/m ³				
Volume del provino	%				
Peso di volume	KN/m ³				

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7808	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3260-01	COMMESSA
DATA di emissione 12-gen-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 15-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m:	3.00	0-gen-00	12-dic-08
Campione	Ci1	a m:	3.40		

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (PESO SPECIFICO DEI GRANI)

Terreni a grana fine (terreni passanti al setaccio N.4 ASTM)

Norma	ASTM D 854	Data della determinazione	9-gen-09
-------	------------	---------------------------	----------

Descrizione del campione	0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)
--------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

Massa terra secca	g	27.19	52.13		
Massa picnometro con acqua e terra alla temperatura T	g	164.24	268.12		
Massa picnometro con acqua alla temperatura T	g	146.93	234.94		
Temperatura (T) misurata al centro del picnometro	°C	13.5	13.5		
Peso specifico dei grani		2.749	2.751		
Peso specifico dei grani - valore medio		2.750			

Per terreni a grana grossa (terreni trattenuti al setaccio N.4 ASTM)

Norma	ASTM C 127	Data della determinazione	
-------	------------	---------------------------	--

Descrizione del campione	0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)
--------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

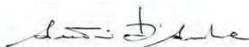
Massa terreno essiccato al forno (P2)	g				
Massa terreno asciutto con pori saturati (P1)	g				
Massa del contenitore di raccolta immerso in acqua	g				
Massa del campione e del contenitore di raccolta immerso in acqua	g				
Massa del campione immerso in acqua (P3)	g				
Peso specifico dei grani (Gs1)					
Peso specifico dei grani asciutti ma con pori saturi (Gs2)					
Peso specifico apparente dei grani (Gs3)					
Percentuale di assorbimento	%				
Peso specifico dei grani - valore medio					
Percentuale di assorbimento medio	%				

Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939	
	CERTIFICATO n. 7809 VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3260-01 COMMESSA		
DATA di emissione 12-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 15-dic-08 80.08	

CERTIFICATO n. 7809		VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3260-01		COMMESSA
DATA di emissione 12-gen-09		DATA di emissione del verbale di accettazione 15-dic-08		80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO				DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	3.00				
Campione	Ci1	a m	3.40				12-dic-08

Descrizione del campione 0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gray 5Y 7/2)

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

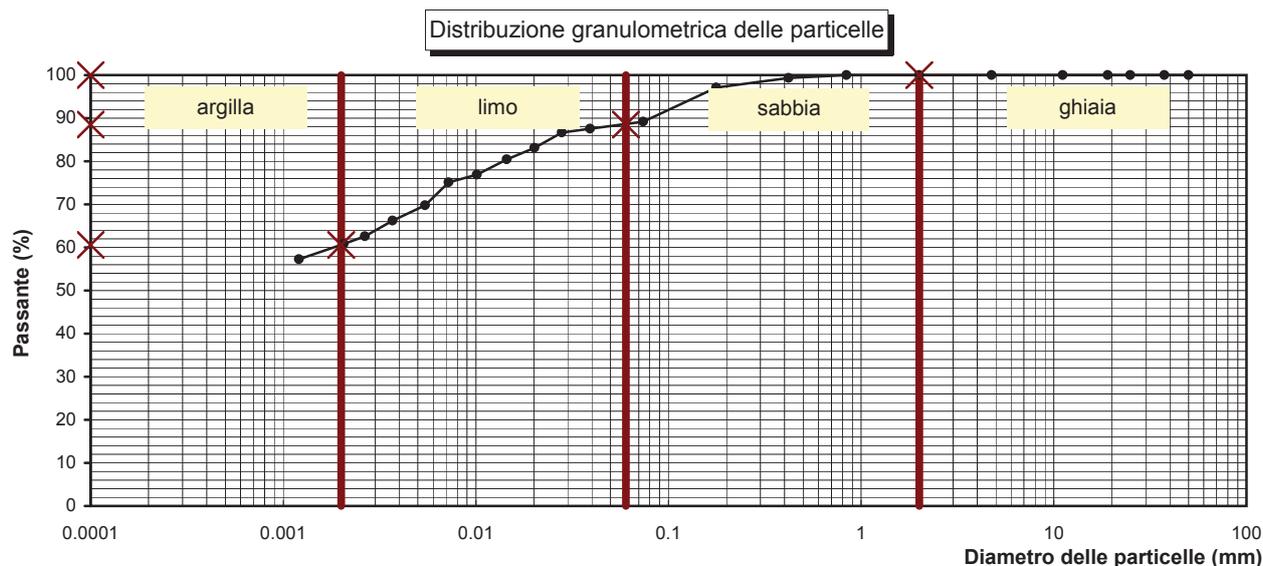
ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

Data	7-gen-09	Massa terreno secco (g)						234.10						Diametro massimo delle particelle (mm)			
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074					
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	5.14	18.49					
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	6.75	25.24					
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	2.20	7.90					
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	2.88	10.78					
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.31	97.12	89.22					

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	12-gen-09	Massa terreno secco (g)					50.12					Gs (Assunto)			
Tempo di lettura (min)	1	2	4	8	17	34	63	142	284	480	1440				
Temperatura (°C)	15	15	15	14.5	14.5	14.5	14	14	14	14	14				
Lettura densimetro	53	52.5	50.5	49	47	46	43	41	39	38	36				
Diametro particelle (mm)	0.03924	0.0279	0.0201	0.014464	0.0101	0.0072	0.0055	0.0037	0.00266	0.0021	0.0012				
Passante (%)	87.55	86.66	83.10	80.43	76.87	75.09	69.75	66.19	62.63	60.85	57.29				



Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM		uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI
Sabbia (0,06-2 mm) %	11.50	N. 10 (2.0 mm) %	100.00		
Limo (0,002-0,06 mm) %	27.90	N. 40 (0.425 mm) %	99.31		
Argilla (< 0,002 mm) %	60.60	N. 200 (0.075 mm) %	89.22		
				Cu	Argilla con limo sabbiosa
				Cc	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





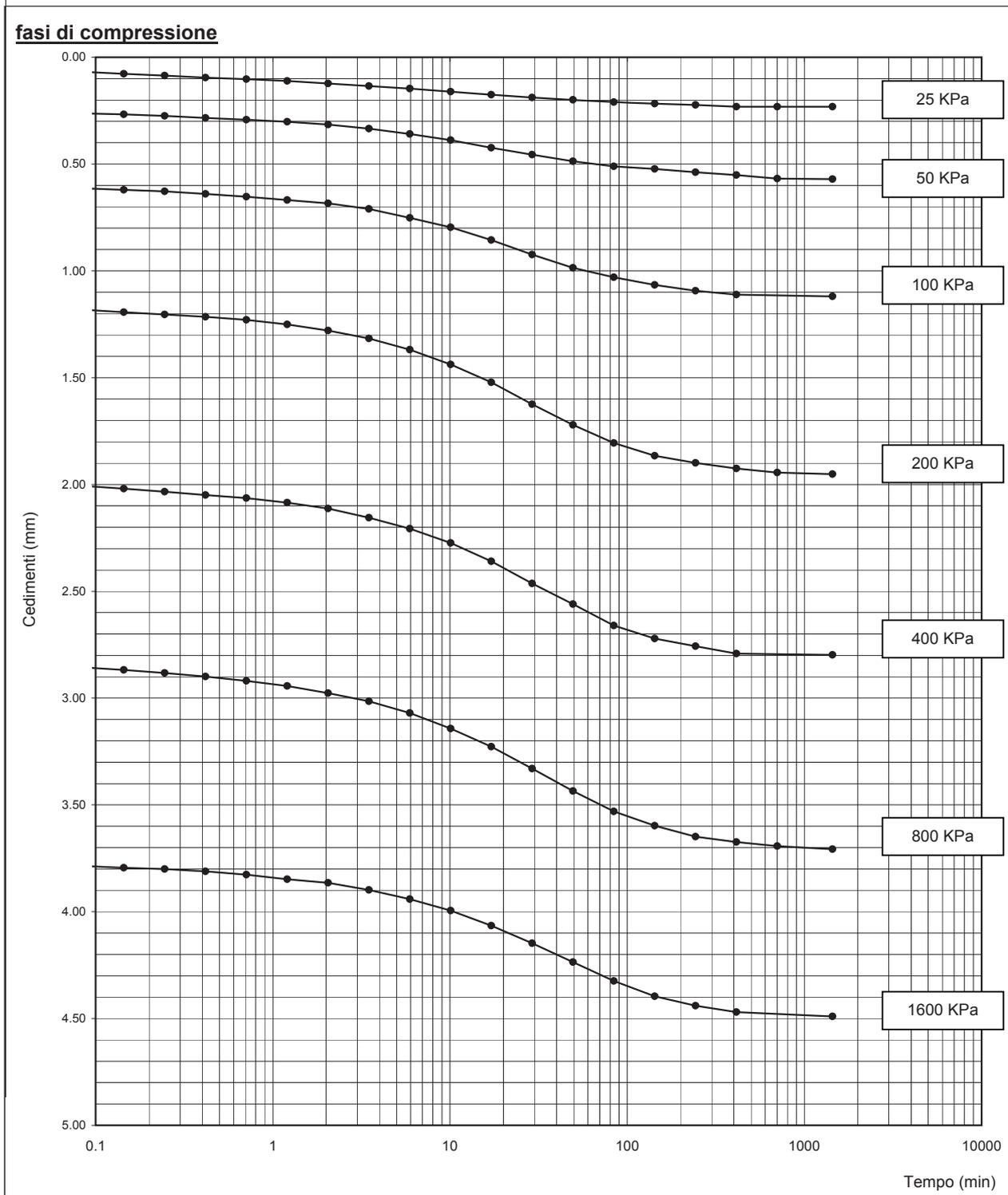
SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2000
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 7810		VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3260-01		COMMESSA
DATA di emissione 12-gen-09		DATA di emissione 15-dic-08		80.08
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE
Sondaggio	S2	da m:	3.00	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Campione	Ci1	a m:	3.40	
COMMITTENTE		ECOTER S.r.l.		
CANTIERE		Loiano - Bologna		
LOCALITA' DI PRELIEVO		Loiano - Bologna		

PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

Norma ASTM 2435-80 | Descrizione del campione 0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish Gra





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2000
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n.	7810	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3260-01	COMMESSA
DATA di emissione	12-gen-09	DATA di emissione	15-dic-08	80.08

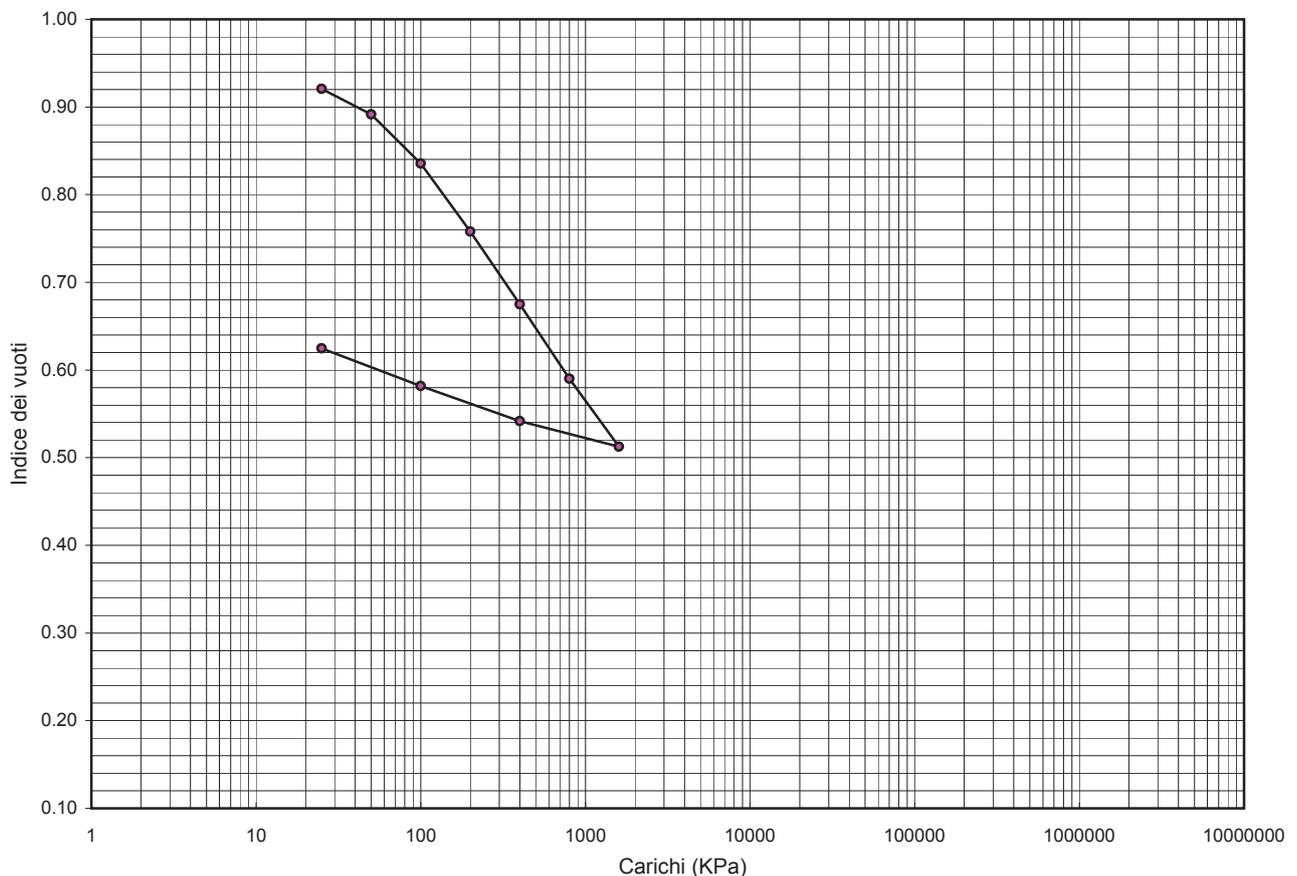
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	3.00		
Campione	Ci1	a m	3.40	0-gen-00	12-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

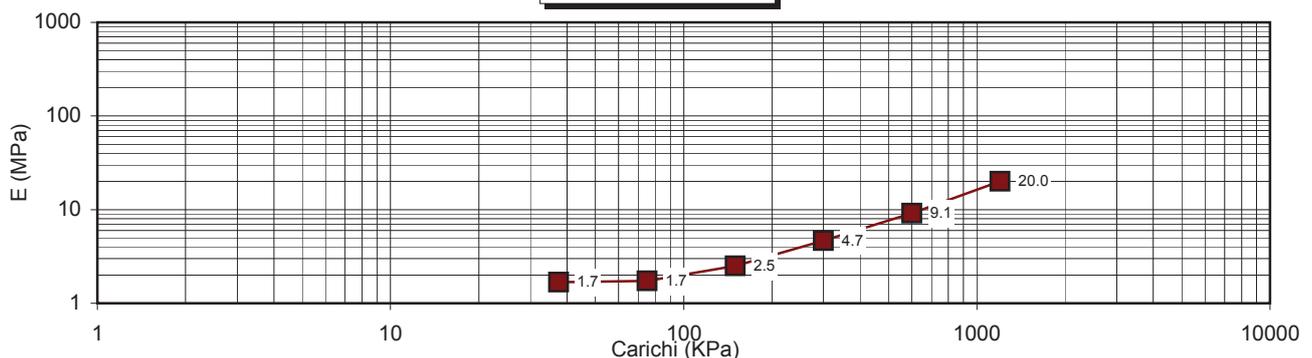
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

Norma ASTM 2435-80 | Descrizione del campione 0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yellowish C

Curva di compressione edometrica



Modulo edometrico



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2000 da SGS S.p.A. n. IT07/0939

CERTIFICATO 7810	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3260-01	COMMESSA
DATA di emissione 12-gen-09	DATA di emissione	15-dic-08	80.08

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S2	da m	3.00		
Campione	Ci1	a m	3.40	0-gen-00	12-dic-08

COMMITTENTE	ECOTER S.r.l.
CANTIERE	Loiano - Bologna
LOCALITA' DI PRELIEVO	Loiano - Bologna

PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA (letture acquisite)

Norma	ASTM 2435-80	Descrizione del campione	0.00 27.00 cm: Argilla limosa da grigia a grigio-giallastra (R.C.C. Yel
-------	--------------	--------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Tempi (min)	Cedimenti in mm al carico 25 KN/m ²	Tempi (min)	Cedimenti in mm al carico 50 KN/m ²	Tempi (min)	Cedimenti in mm al carico 100 KN/m ²	Tempi (min)	Cedimenti in mm al carico 200 KN/m ²	Tempi (min)	Cedimenti in mm al carico 400 KN/m ²	Tempi (min)	Cedimenti in mm al carico 800 KN/m ²	Tempi (min)	Cedimenti in mm al carico 1600 KN/m ²		
0.05	0.00	0.05	0.25	0.05	0.61	0.05	1.17	0.05	1.99	0.05	2.84	0.05	3.79		
0.09	0.07	0.09	0.26	0.09	0.61	0.09	1.18	0.09	2.01	0.09	2.86	0.09	3.79		
0.1	0.08	0.1	0.27	0.1	0.62	0.1	1.19	0.1	2.02	0.1	2.87	0.1	3.79		
0.2	0.09	0.2	0.27	0.2	0.63	0.2	1.20	0.2	2.03	0.2	2.88	0.2	3.80		
0.4	0.10	0.4	0.28	0.4	0.64	0.4	1.22	0.4	2.05	0.4	2.90	0.4	3.81		
0.7	0.10	0.7	0.29	0.7	0.65	0.7	1.23	0.7	2.06	0.7	2.92	0.7	3.83		
1.2	0.11	1.2	0.30	1.2	0.67	1.2	1.25	1.2	2.09	1.2	2.94	1.2	3.85		
2.1	0.12	2.1	0.32	2.1	0.68	2.1	1.28	2.1	2.11	2.1	2.98	2.1	3.86		
3.5	0.14	3.5	0.33	3.5	0.71	3.5	1.32	3.5	2.16	3.5	3.02	3.5	3.90		
5.9	0.15	5.9	0.36	5.9	0.75	5.9	1.37	5.9	2.21	5.9	3.07	5.9	3.94		
10	0.16	10	0.39	10	0.80	10	1.44	10	2.27	10	3.14	10	3.99		
17	0.18	17	0.42	17	0.86	17	1.52	17	2.36	17	3.23	17	4.07		
29	0.19	29	0.46	29	0.92	29	1.62	29	2.46	29	3.33	29	4.15		
50	0.20	50	0.49	50	0.99	50	1.72	50	2.56	50	3.44	50	4.24		
84	0.21	84	0.51	84	1.03	84	1.81	84	2.66	84	3.53	84	4.32		
143	0.22	143	0.52	143	1.07	143	1.87	143	2.72	143	3.60	143	4.40		
243	0.22	243	0.54	243	1.09	243	1.90	243	2.76	243	3.65	243	4.44		
414	0.23	414	0.55	414	1.11	414	1.93	414	2.79	414	3.67	414	4.47		
703	0.23	703	0.57	1440	1.12	703	1.94	1440	2.80	703	3.69	1440	4.49		
1440	0.23	1440	0.57			1440	1.95			1440	3.71				

ALLEGATO 5 – DOC ME TA IO E FOTOGRAFICA

FOTO 1



POSTAZIONE SONDAGGIO S1

FOTO 2



POSTAZIONE SONDAGGIO S2

FOTO 3



PROFILO SISMICO

FOTO 4



POSTAZIONE CPT 1

FOTO 5



POSTAZIONE CPT 2

FOTO 6



POSTAZIONE CPT 3

FOTO 7



POSTAZIONE PROVA CPT 4

FOTO 8



POSTAZIONE PROVA CPT 5

FOTO 9



POSTAZIONE PROVA CPT 7

FOTO 10



POSTAZIONE CPT 8

FOTO 11



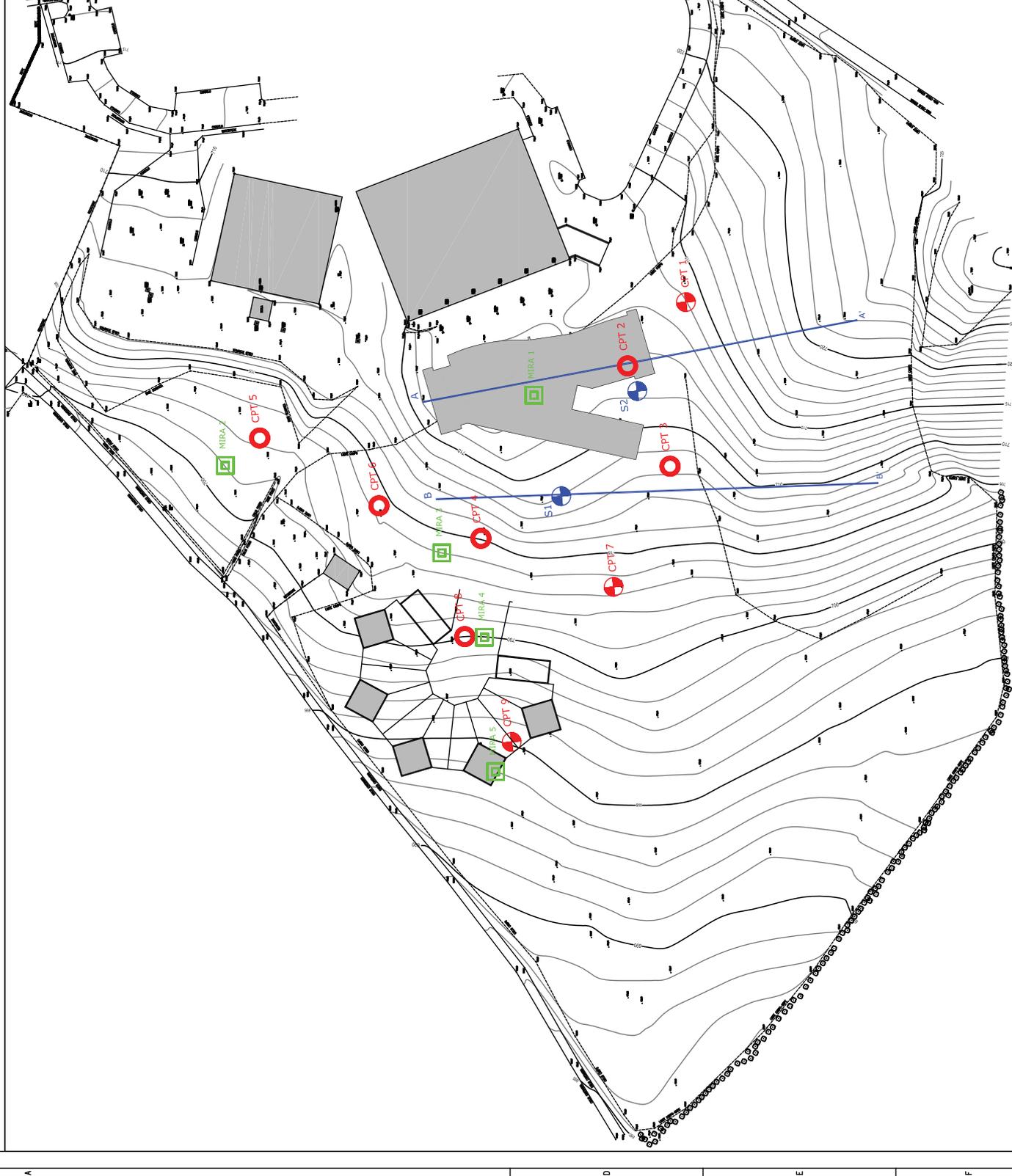
POSTAZIONE CPT 9

FOTO 12



FORO CPT STRUMENTATO A PIEZOMETRO

ALLEGATO 6 - UBICAZIONE INDAGINI IN SITO



PROVA PENETROMETRICA STATICA

PROVA PENETROMETRICA STATICA STRUMENTATA A PIEZOMETRO

SONDAGGIO GEOTECNICO STRUMENTATO CON INCLINOMETRO

TRIVELLAZIONE

STAZIONE DI MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO

PROFLO SISMICO A RIFRAZIONE

SCALA 1:1.000