

Relazione Geologica

Tecnica

www.lorenzodaini.it

Titolo

Progetto di realizzazione di un capannone industriale e di una serra per l'Impresa Checchi & Magli a Budrio (Bo)

Ai sensi del D.M. 11/3/88, Circ. LL.PP. 24/9/88, D.M. 14.09.2005 D.G.R. n° 1677/2005, DM del 17/01/2018 del 22.03.2018

Committente

Checchi & Magli srl
Via Guizzardi, 38,
40054 Cento BO

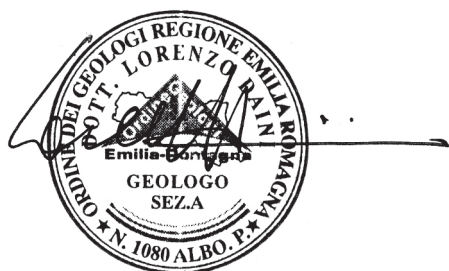
Provincia - Comune

Provincia di Bologna

Comune di Budrio

Albo Geologi Emilia Romagna N° 1080

Dott. Geol. Lorenzo Daini
via V. San Francesco d'Assisi n°5
43015 Noceto Parma
tel. 0521 620200
cell. 392 9867918
lorenzo@lorenzodaini.it



Premessa

La presente relazione è redatta ai sensi del D.M. 11/3/88 e Circ. LL.PP. 24/9/88 e del nuovo DM del 17/01/2018 del 22.03.2018 e della normativa antisismica 3274/2003 e relative varianti su commissione dell'impresa Checchi & Magli S.r.l. su richiesta stessa del Dott. Checchi.

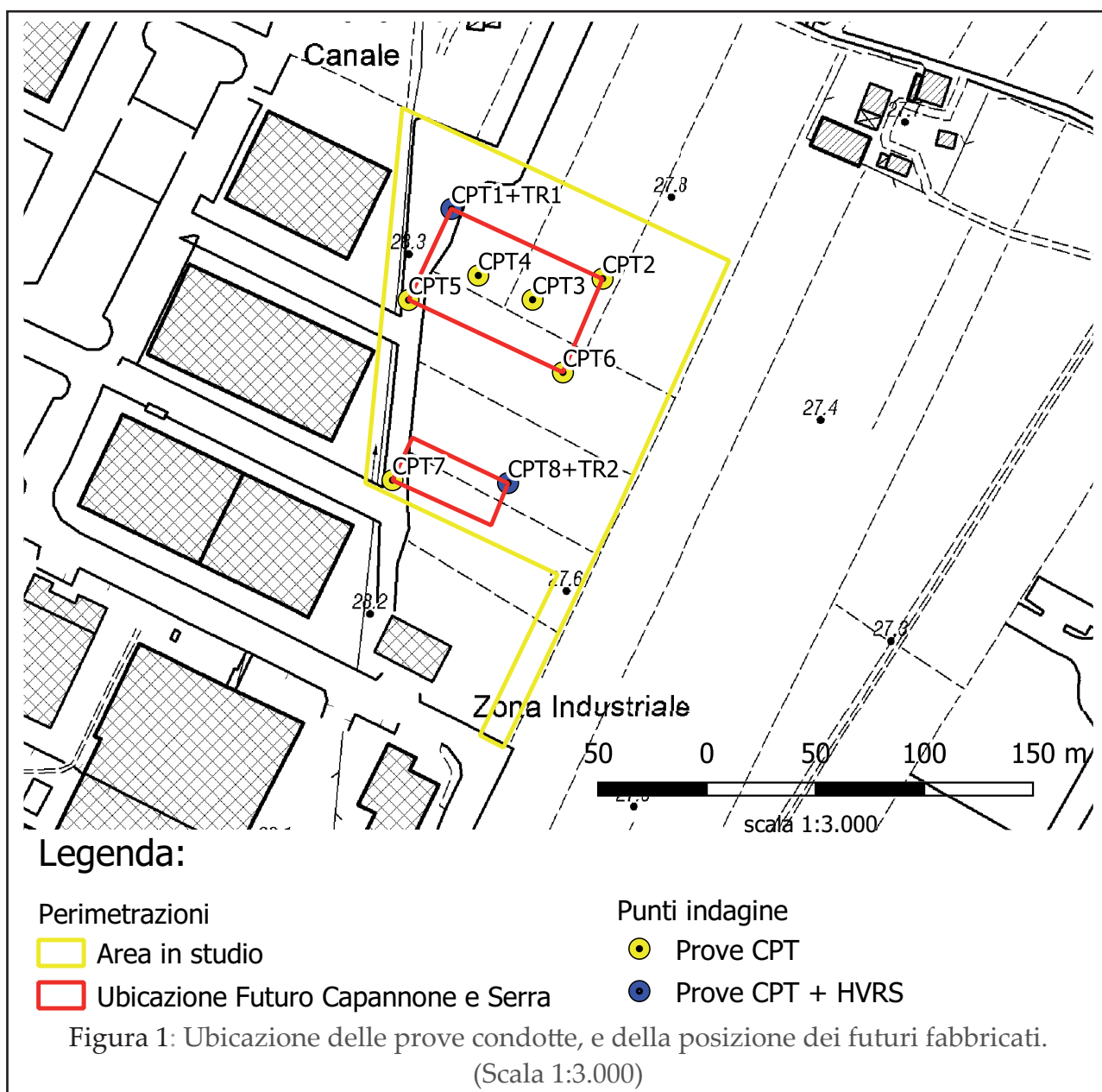
L'elaborato tecnico ha per oggetto la realizzazione di un capannone industriale e di una serra presso un terreno di proprietà dell'impresa Checchi & Magli S.r.l.; il capannone avrà una dimensione in pianta di circa 3600 m², mentre la serra coprirà una

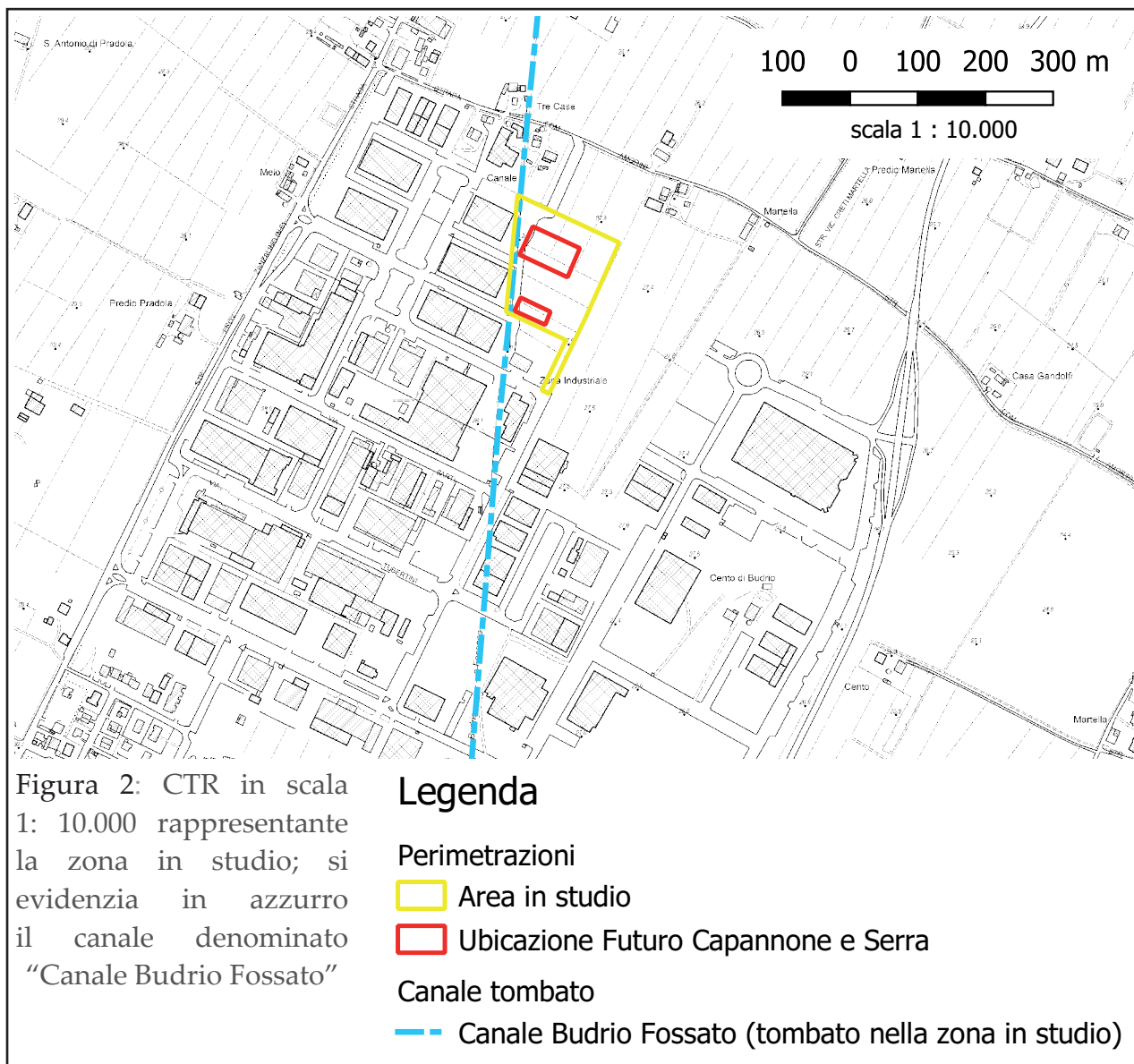
superficie approssimativa di 1000 m².

La relazione descrive preliminarmente le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito d'intervento e del suo intorno significativo e rappresentativo. Definisce poi, in linea di massima, le caratteristiche litologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni interessati dallo studio.

Allo scopo di redigere la presente, si è eseguito un rilevamento di superficie, una campagna di indagini geognostiche ed indagini sismiche. Per quanto concerne le prove geotecniche sono state eseguite in totale di numero otto prove CPT.

In ottemperanza alla normativa antisismica 3274/03 si sono condotte in situ due prove





sisimche (n°2) mediante il metodo dei microtremori al fine di determinare la velocità delle onde sismiche nei primi 30 m di profondità (V_{s30}), e di rilevare la frequenza di risonanza del terreno.

Nella figura 1 è possibile vedere: l'area indagata colorata di giallo, le posizioni dei futuri fabbricati (colorati di rosso) ed infine la relativa ubicazione delle prove condotte per lo studio.

A.1 Geologia

A.1.1. Inquadramento geografico

Il terreno oggetto di studio è ubicato presso via Guzzardi a Budrio (Bo); il futuro capannone, così come la futura serra, sorgeranno su di un terreno posto nella zona industriale a Sud dell'abitato cittadino di Budrio.

Per quanto concerne il catastale depositato presso il Comune, l'area in studio è posta nel Foglio 135 mappali 544. Le coordinate geografiche del centro dei luighi su cui sorgeranno gli edifici sono

rispettivamente: per il capannone 44.523130° di latitudine e 11.528908° di longitudine. Per quanto concerne la serra il centro della costruzione avrà coordinate: 44.525341° di latitudine e 11.528579° di longitudine. Tutte e due le costruzioni saranno poste ad una quota di 28 metri sul livello del mare.

In figura 2 è possibile vedere uno stralcio in scala 1:10.000 della CTR 221070 (pubblicata dalla Regione Emilia Romagna) nel quale è evidenziata l'area in esame.

A.1.2. Geomorfologia e idrografia

I terreni compresi nell'area di studio, ed anche quelli su cui è insediato l'abitato di Budrio, sono costituiti da depositi alluvionali terrazzati costituiti prevalentemente da limi sabbiosi e argille limose.

La conformazione del territorio è stata determinata dai processi fluviotorrentizi che hanno agito in un quadro morfologico evolutivo caratterizzato dal migrare dei corsi d'acqua quali il Torrente Idice (distante circa 1700 m in direzione ovest rispetto al punto in studio).

La morfologia è quella tipica della Pianura Alluvionale con presenza di piccoli terrazzi fluviali. Geomorfologicamente parlando, l'attuale configurazione del territorio è il risultato della complessa iterazione di processi fluviali, marini costieri e tidali che hanno caratterizzato la dinamica deposizionale tardo-olocenica.

Solo in tempi storici, ed anche in funzione degli interventi antropici, l'evoluzione è stata limitata ed è stata fissata l'orografia del territorio. L'idrografia principale della zona è quindi rappresentata dal Torrente Idice, esso è, ed è stato, l'agente trasportatore principale dei sedimenti alluvionali fin presenti nei terreni, vista la bassa energia il torrente segue un andamento meandriforme evidenziato anche dai numerosi paleoalvei presenti in zona. (Vedi anche allegato 6)

Sono numerosi anche i canali di scolo e di irrigazione presenti nell'area di interesse, questi utilizzati soprattutto a fini agricoli, hanno una forte connotazione antropica, tanto che molti sono tombati. E' il caso del canale Budrio Fossato che proprio nel lotto di terreno dove sorgeranno i fabbricati risulta tombato. In figura 2 a pagina 3 è stato evidenziato il percorso del canale Budrio Fossato mediante un tratteggio di colore Blu.

Si identificano le condizioni topografiche, queste sono riconducibili ad una configurazione superficiale semplice che si può quindi definire come T1, secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 06/03/2008). *T1= Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.*

A.1.3. Caratteri Geologici

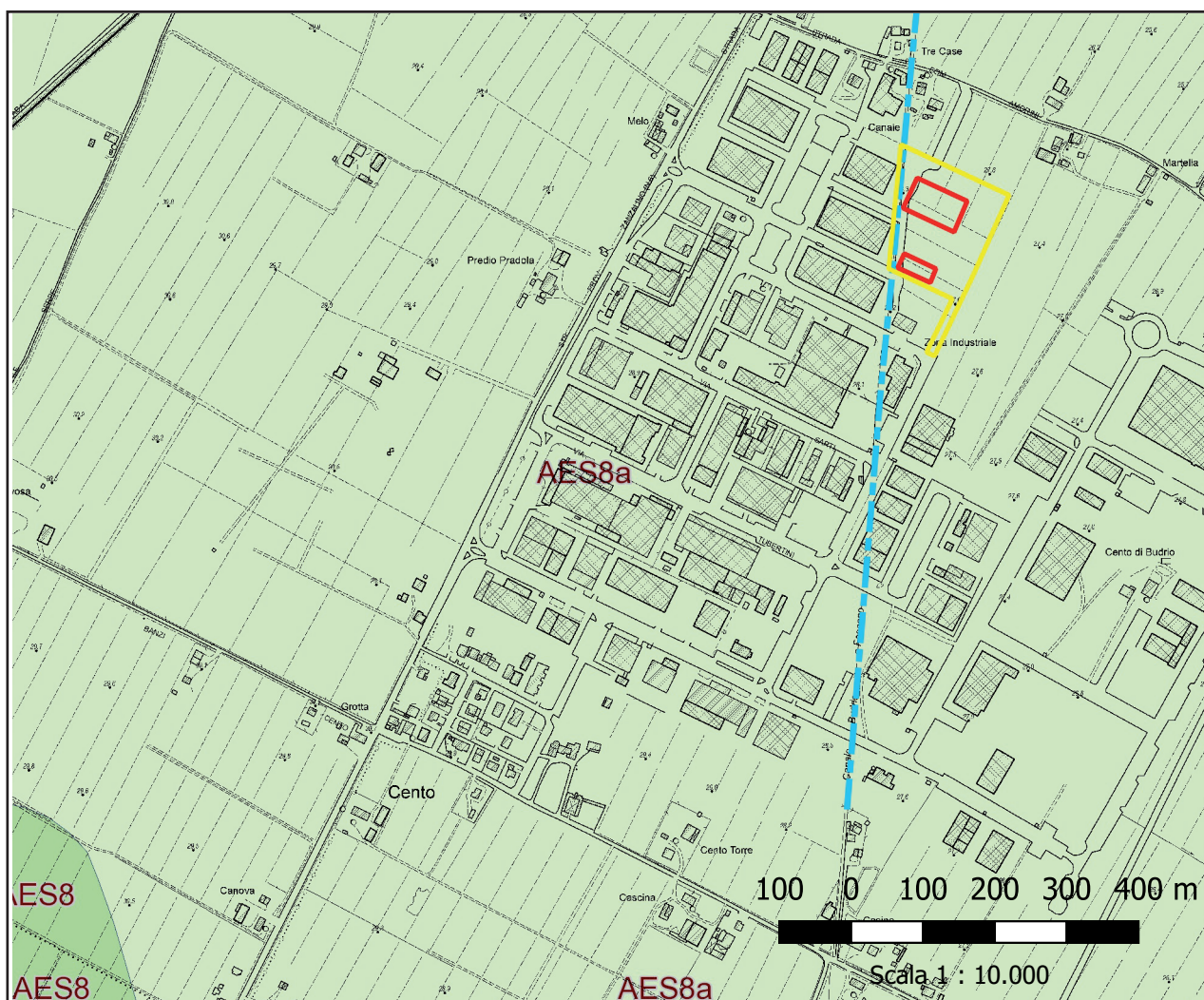
Il rilevamento geolitologico di superficie di cui si allega stralcio in scala 1:10.000 (Figura 3) ha permesso di accertare che tutta l'area è caratterizzata alluvioni continentali depositatesi nel periodo Pleistocenico questo è costituito da limi sabbiosi.

In figura 3 a pagina 5 è possibile trovare una carta geologica (stralcio alla CTR 221070) nella quale sono riportate le litologie descritte e dove è visibile l'ubicazione della zona in studio.

B.1 Geotecnica

B.1.1 Metodologia adottata

Come menzionato precedentemente per la determinazione dei parametri geotecnici, è stata condotta una indagine geognostica mediante prove penetrometriche CPT spinte alla profondità massima di 18,60 m da piano campagna (CPT1); si evidenzia che non è stato possibile spingere più in profondità



Perimetrazioni

 Area in studio

 Ubicazione Futuro Capannone e Serra

Canale tombato

--- Canale Budrio Fossato (tombato nella zona in studio)

AES8 - Subsistema di Ravenna

Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore erosivo sui depositi marini e alluvionali sottostanti. Subsistema contenente una unità a limiti inconformi di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura di 25 metri circa.
(Pleistocene sup. - Olocene (14 ka - attuale; datazione 14C).)

AES8a - Unità di Modena

Nei settori intravallivi ghiaie prevalenti organizzate in 2 ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore sempre affiorante dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intra Spessore massimo in pianura 7 metri, nel sottosuolo circa 10m.
(Età post-romana (IV-VI sec. d.C. - Attuale; datazione archeologica).)

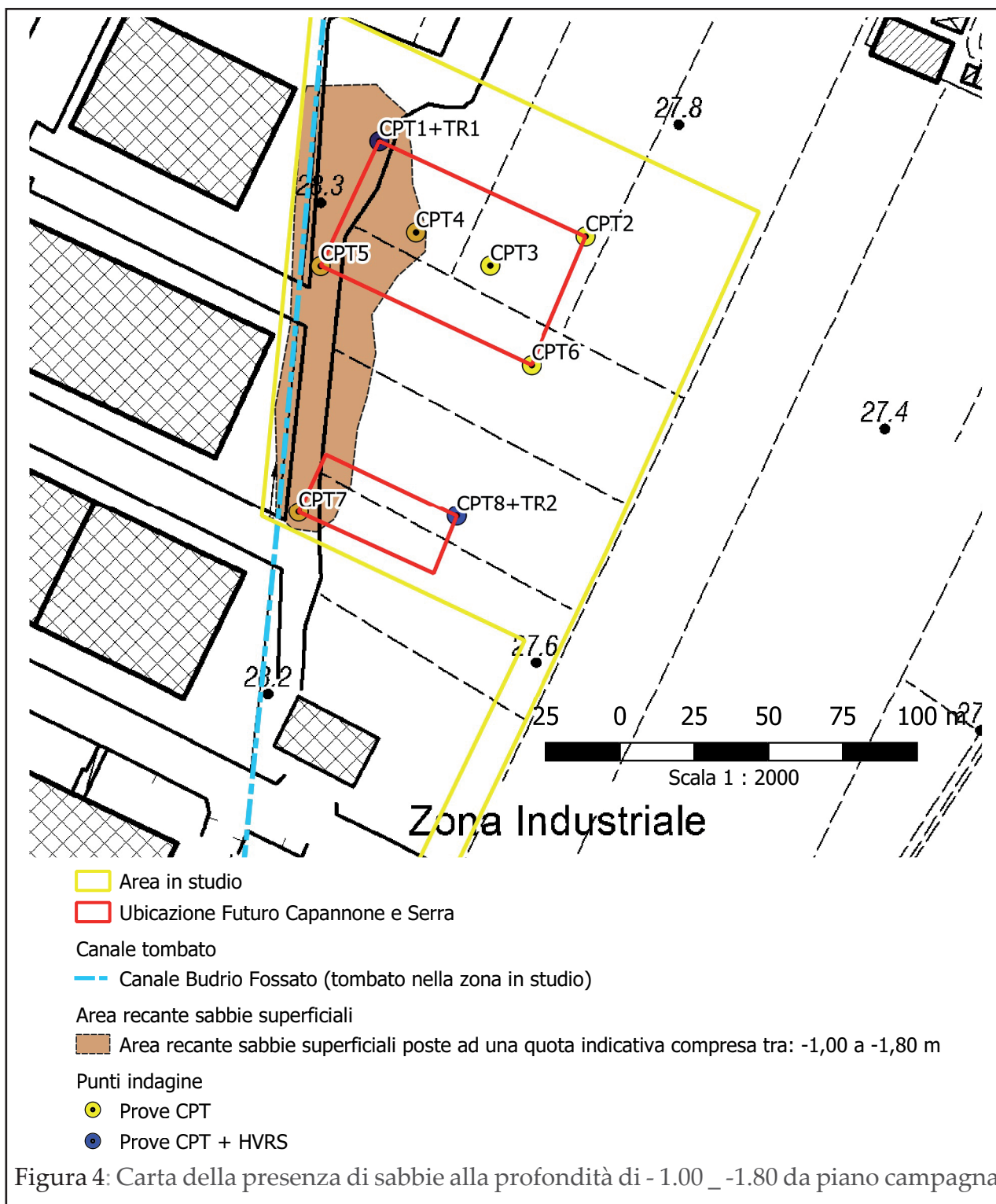
Figura 3: Carta geologica
in scala 1:10.000

(stralcio dalla CTR221070)

l'indagine per la presenza di un orizzonte recante un attrito laterale molto elevato che non permetteva l'infissione della punta meccanica (rifiuto alla penetrazione statica). Le altre prove CPT, cioè dalla CPT2 alla

CPT8 sono state spinte alla profondità di 12 metri da piano campagna.

Essi hanno identificato e verificato una litologia conforme a quella descritta nel paragrafo §A.1.3. Cartatteri Geologici.



In figura 1 troviamo l'ubicazione delle prove in funzione degli edifici in progetto). In particolare nella figura è importante far notare che la scelta dei punti di prova è avvenuta considerando la posizione dei due futuri manufatti.

B.1.2 Stratigrafia e modello geologico

Di seguito viene espressa una stratigrafia tipo riscontrata in loco. Si fa presente che essa rappresenta solamente un modello che riassume le caratteristiche dell'area indagata in funzione della stratigrafia effettivamente riscontrata mediante l'indagine condotta; la litologia preponderante limoso sabbiosa

argillosa. Da questa premessa si parte per la definizione della stratigrafia rilevata:

La litologia preponderante è costituita da una argilla limosa recante lenti sabbioso limose di spessore decimetrico. Le caratteristiche geomeccaniche dei primi metri di terreno appaiono buone, per poi assistere al passaggio a litologie dalle proprietà geomeccaniche mediocri se non in alcuni punti scarse.

Con l'aumento della profondità, e comunque oltre ai 10 metri da piano campagna si registrano aumenti delle proprietà geotecniche dei terreni attraversati.

Per quanto concerne i livelli sabbiosi limosi si evidenzia un carattere lenticolare tipico delle zone alluvionali, infatti i livelli sabbioso limosi si riscontrano a quote differenti.

Dallo studio di tutte le prove condotte si è notato che per alcuni punti di prova è presente un livello limoso argilloso superficiale che si attesta a profondità variabile dai -1.00 m ai -1.80 metri di profondità.

A titolo illustrativo si è provveduto a graficare tale livello nella carta n° 4, in particolare si nota un allineamento di dette litologie. Tale andamento dovrà essere considerato in sede di progettazione strutturale con particolare riguardo ai cedimenti strutturali differenziali da punto a punto.

La cartina a pagina 6 presenta limiti che sono da considerare puramente indicativi, l'effettiva delimitazione di tale livello sarà visibile al momento dello scavo fondazionale.

Alla fine di ogni prova CPT si è calata una sonda la fine di verificare la profondità della falda acquifera la quale, oltre essere presente in ogni punto di prova, si attesta ad una profondità variabile tra i 0.7 e 1.00 m da piano campagna.

B.2. Condizioni di fattibilità

Dalle indagini effettuate e dallo studio eseguito ne emerge quanto segue:

I terreni compresi nell'area in esame rivelano caratteristiche geomeccaniche adatte alla messa in opera di fondazioni sia dirette che con pali.

Dalle prove CPT emerge che l'edificio, potrebbe poggiare su litologie diverse; da una parte più limose argillose e dall'altra più limoso sabbiose. In figura 4 a pagina 6 si è riportata una carta dove sono state perimetrate le aree dove presumibilmente si hanno litologie limoso sabbiose (perimetro indicativo e non esaustivo e riferito alla estrapolazione delle prove penetrometriche condotte in sito). In fase di progettazione strutturale, tale evidenza dovrà essere assolutamente considerata, eventualmente sarà necessario poggiarsi al di sotto dello strato sabbioso argilloso in modo da scongiurare eventuali cedimenti differenziali dovuti a terreni a diverso comportamento geomeccanico.

Sempre analizzando le prove è visibile una variazione laterale degli orizzonti argillosi, questo è tipico delle pianure alluvionali.

In allegato 1 si riportano i parametri geotecnici ricavati dalla indagine condotta e divisi in strati uniformi.

La litologia in loco da frequentemente fenomeni di rigonfiamento e ritiro in funzione dell'umidità della stagione, tale effetto può essere mitigato o evitato approfondendo le fondazioni per almeno un minimo di 1.50 - 1.80 m da piano campagna.

Non essendo a conoscenza del piano di posa delle fondazioni per l'edificio in progetto, e considerati i valori geotecnici del terreno; si consiglia la presenza dello scrivente a momento dello scavo per la valutazione dei terreni effettivamente presenti al di sotto delle nuove costruzioni. I valori riportati nell'allegato 1 dovranno comunque essere trattati con metodi semiprobabilistici, come prescrive il nuovo Testo Unico sulle Costruzioni.

In particolare si parla di verifiche agli stati limite ultimi (SLU), che considera nelle

verifiche di sicurezza tutti i meccanismi di stato limite ultimo sia a breve che a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le verifiche potranno essere condotte tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I del D.M. 14 gennaio 2008 cap. 6.4.

B.2.1 Considerazioni in tema di alluvioni (PGRA).

Come riportato sulla cartografia relativa al P.G.R.A. (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) della Regione Emilia Romagna - Direttiva Europea 2007/60/CE e Art. 6 del D.Lgs. 49/2010) il Comune di Budrio di Bologna (codice ISTAT 037008) si è potuto notare che l'area in esame si trova in una zona in cui si riscontrano alluvioni classificate come : Alluvioni Rare L -P1 (ITI021FHMLRPRER) torrente Idice e Torrente Quaderna; Alluvioni M - P2 (ITI021FHMMRPRER)

Per le alluvioni L (rare) nella zona si ha dunque una probabilità definita come: *Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (P1, probabilità bassa)*

Per le alluvioni M si ha un probabilità definita come: *Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno di riferimento fra 100 e 200 anni (P2, media probabilità).*

Considerando le mappe del rischio la tavola 221SE (Medicina) l'area è considerata a rischio medio, questo perchè sull'area non è presente alcun fabbricato, mentre per i fabbricati adiacenti riporta un rischio alto. Pertanto, alla luce di quanto esposto precedentemente si consiglia di porre la base del futuro capannone ad una altezza superiore di almeno 0.5 metri il piano

campagna attuale in modo da scongiurare rischio alluvione stesso.

In allegato 6 a pagina 58 è visibile la carta del PGRA indicate il livello di rischio del terreno in oggetto di studio.

C. 1 Sismica

C.1.1 Introduzione

In conformità alle direttive del D.M. 14.09.2005 al D.M. 14.01.2008 ed alle leggi regionali 31/25.11.2002 e della D.G.R. n° 1677/2005 del 24.10.2005 vengono determinate come sopra detto le caratteristiche sismiche generali dell'area in esame con l'adeguamento alla normativa antisismica del DM del 17/01/2018 del 22.03.2018.

Al fine di valutare gli aspetti sismici del sito di interesse si sono eseguiti due rilievi sismici; si sono infatti misurate le velocità di propagazione delle onde sismiche in due punti di indagine che coincidono con le prove CPT1 e CPT8 e denominate rispettivamente TR1 e TR2. (vedere fig.1 pag. 2)

Si è considerato l'utilizzo della sismica passiva in quanto permette il rilevamento diretto della frequenza di risonanza del terreno e quindi una migliore definizione dei parametri di microzonazione sismici; con la determinazione della Vs30.

Tale metodologia ci ha permesso di verificare la stratigrafia del terreno mediante interpolazione con i dati ricavabili dalla prova penetrometrica ampliandone così la prospezione.

C.2. Prove sismiche

C.2.1. Modalità di indagine.

Nel sito in oggetto sono state eseguite due (2) misure del microtremore ambientale

della durata di 20 minuti con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (TROMINO©, 10 x 7 x 14 cm per 1 kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

C.2.2. Sorgente del rumore

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto piccole (10^{-15} [m/s²]² in termini di accelerazione), molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino.

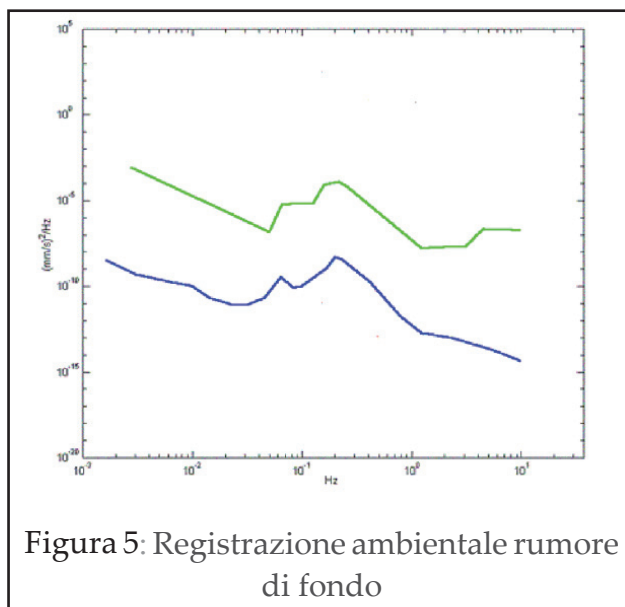


Figura 5: Registrazione ambientale rumore di fondo

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale, in assenza

di vento e nel caso in cui il terreno sia roccioso e pianeggiante, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in figura 5, dove la curva bassa rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento secondo il servizio geologico statunitense (USGS) mentre la curva superiore rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche. Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

C.2.3 Effetti di percorso

Nel tragitto dalla sorgente *s* al sito *x* le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che, se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica di "ray tracing", è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione. Questa informazione è però 'sepolta'

all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste è la tecnica dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR.

C.2.4 Definizioni

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

C.2.5 Tecnica impiegata

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che l'HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde

elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico. Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Considerando il sistema in figura 6, in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1}/(4h) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = V_{S1}/(4h) \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati. Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, la risposta strumentale e l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. La normalizzazione, che rende

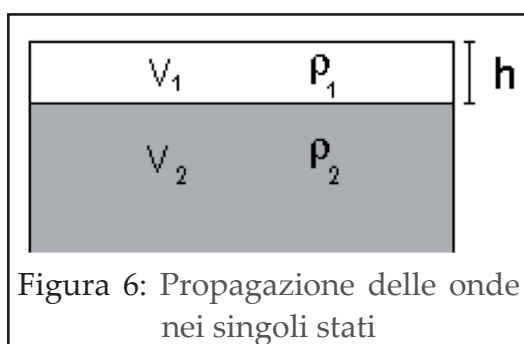


Figura 6: Propagazione delle onde nei singoli strati

più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo. Rileviamo inoltre come i microtremori siano solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994). Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S. L'applicabilità pratica della semplice formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (Gallipoli et al., 2000; Mucciarelli e Gallipoli, 2001; Castellaro et al., 2005). Poiché la situazione illustrata è tipica delle coltri sedimentarie sovrastanti basamenti rocciosi, il metodo HVSR è parso immediatamente applicabile alla determinazione dello spessore delle coltri sedimentarie (si veda Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

In questo lavoro i segnali saranno analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali HVSR ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, come in Mulargia e Castellaro (2006).

C.2.6 Procedura di analisi dati

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1) le curve HVSR, ottenute col software Grilla in dotazione a TROMINO®, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), con parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s.
 - lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
- 1- rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore ad 2.
- 2- rimozione manuale di eventuali "rumori" ancora presenti.

2) le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo

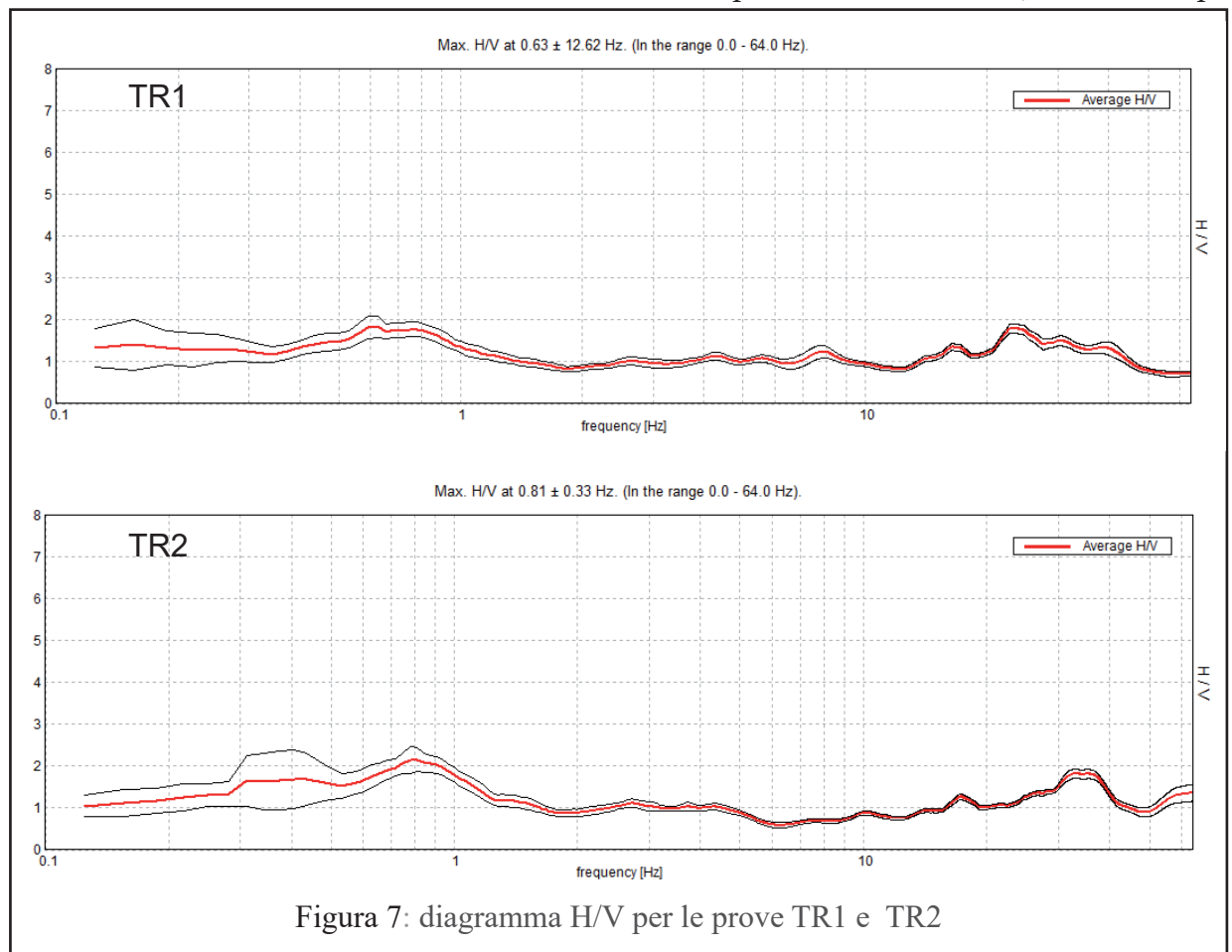


Figura 7: diagramma H/V per le prove TR1 e TR2

analisi con gli stessi parametri del punto 1.

$$h = \left[\frac{V_0(1-a)}{4v_1} + 1 \right]^{1/(1-a)} - 1 \dots [3]$$

Le profondità h delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula [3] in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, a un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e v la frequenza fondamentale di risonanza (Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

C.2.7 Indagine sismica

Nel terreno in esame, come detto precedentemente, si sono eseguite n° 2 stazioni di misura, per un tempo di acquisizione di 20'. Lo strumento, in acquisizione, è stato orientato a N. Dopo le operazioni di elaborazione dati sono stati descritti in precedenza, per le singole prove, si è ottenuto il diagramma

H/V riportato in figura 7 a pagina 11. La ricerca dei picchi da interpretare è stata effettuata, congiuntamente, nel grafico H/V e in quello dello spettro presente in figura 8 (qui sotto esposta). In Figura 9 a pagina 13 si vede il confronto tra la curva teorica e quella sperimentale, la linea blu rappresenta la vera e propria elaborazione dei dati in campagna. In particolare, i picchi H/V di origine stratigrafica sono quelli generati da un minimo nelle componenti verticali del moto – curve magenta negli spettri che significa minimo delle onde di Rayleigh alla frequenza di risonanza. Oltre a questo può esistere un massimo nelle componenti orizzontali del modo. L'esame di tutti i grafici porta a verificare quanto segue:

- il picco di **risonanza** principale si trova al livello delle ghiaie a **0,63Hz** attribuibile al livello molto profondo e

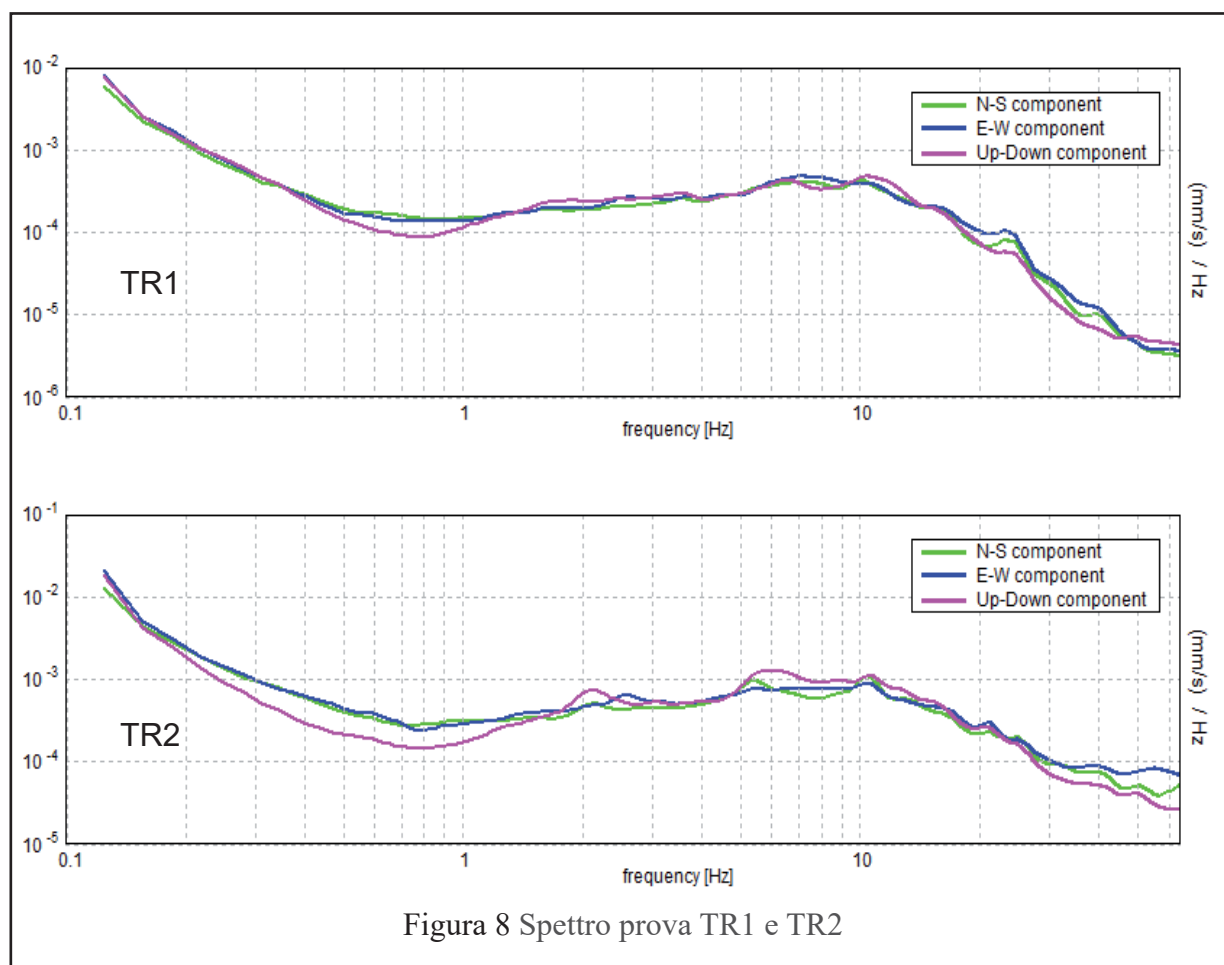


Figura 8 Spettro prova TR1 e TR2

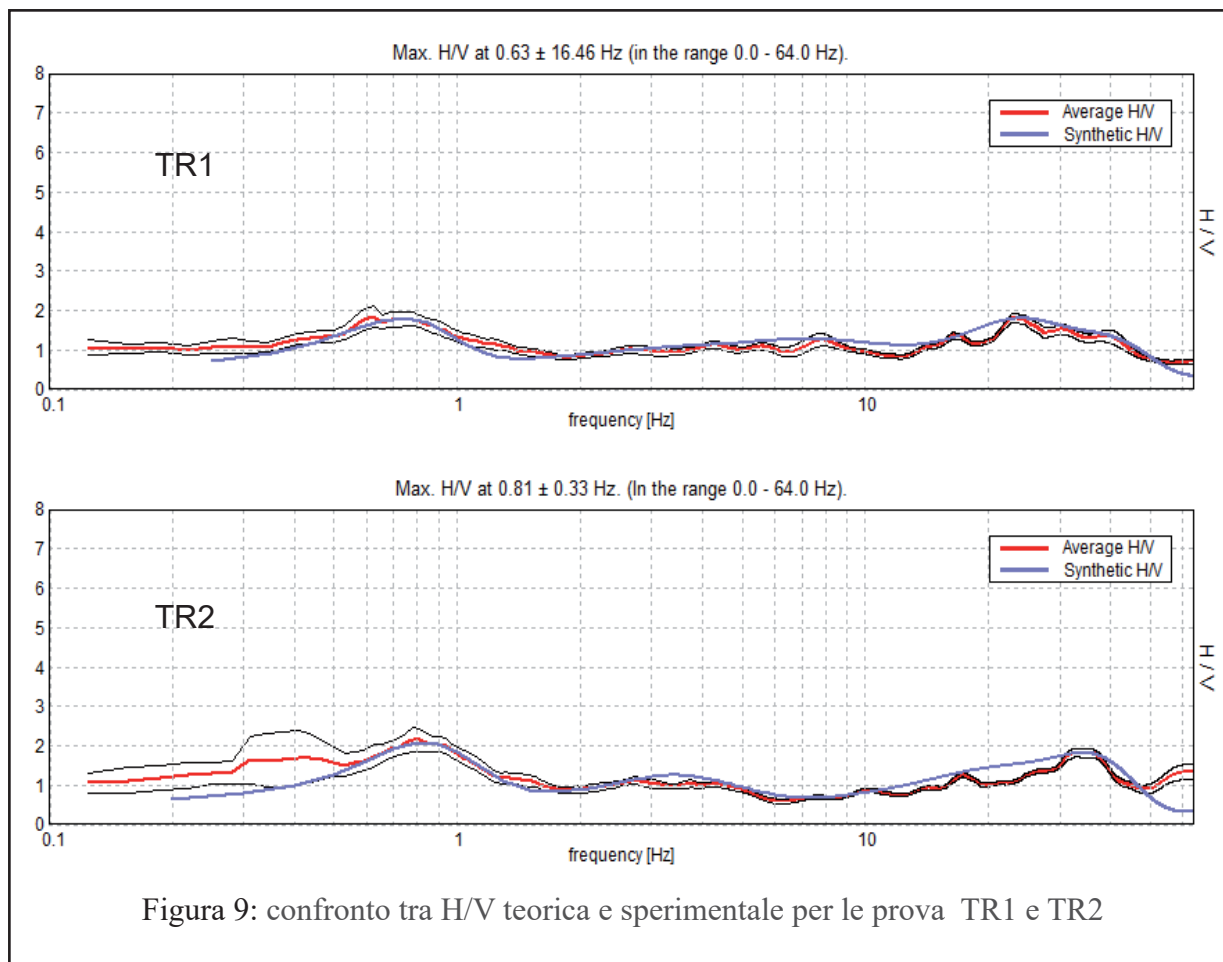


Figura 9: confronto tra H/V teorica e sperimentale per le prova TR1 e TR2

riferibile direttamente al bedrock sismico presumibilmente ubicato ad una profondità superiore ai 150 -165 m.

- Non sono visibili inversioni di velocità importanti, il valore delle Vs aumenta in funzione della profondità.
- il picco H/V visibile dai 62 ai 15 Hz non è stato considerato nel fittaggio della curva in quanto non rappresenta un vero e proprio livello stratigrafico (Vedasi grafici in figura 8 e 9)
- **Analizzando i risultati della indagine sismica e quelli delle prove penetrometriche condotte in sito, si può affermare che le indagini hanno dato esito concordante evidenziando gli strati effettivamente attraversati nella conduzione delle CPT.** Si ricorda che in Allegato 2 sono presenti i grafici e tutti i report di prova delle sismometria condotte.

C.2.8 Modello sismico del sottosuolo

Allo scopo di creare un modello sismico del sito è stata eseguita l'inversione, nell'intervallo di frequenza 0 – 20 Hz delle curve H/V, mirando a far corrispondere le frequenze dei picchi principali e la forma generale della curva (tecnica del "best fit"). Nell'inversione sono state seguite le procedure descritte in Arai e Tokimatsu (2004), usando il solo modo fondamentale delle onde di Rayleigh e Love.

C.2.9 Calcolo delle Vs30

Applicando il procedimento di calcolo indicato dalla normativa (NTC 2018) secondo la formula:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{Vs_i}}$$

si ricavano così i valori della V_{s30} :

$$TR1 \ V_{s30} = 282 \text{ m/sec } (\pm 15\%)$$

$$TR2 \ V_{s30} = 232 \text{ m/sec } (\pm 15\%)$$

Il valori così ricavati **si riferiscono alla quota dal piano campagna nel punto di prova stesso**. (Vedere figura 1 pagina 2). Tuttavia il valore di V_s deve essere riferito alla quota delle fondazioni. La categoria del suolo per il sito indagato riferito alla quota campagna è classificabile come terreno di tipo "C". Ai sensi della OPCM 3274, si possono quindi indicare, per i terreni che costituiscono il sottosuolo, i seguenti parametri:

- area sismica 3a categoria*
- profilo stratigrafico "B"

In allegato 2 sono riportati i rapporti di prova relativi alle misure eseguite, nei quali vi sono anche i diagrammi relativi alla persistenza del segnale nel dominio del tempo (H/V TIME HISTORY), i diagrammi relativi alla persistenza direzionale del segnale (DIRECTIONAL H/V) che consentono di rilevare se vi siano state sorgenti "orientate" e vi sono le tabelle di conformità della misura al protocollo europeo SESAME che sanciscono l'idoneità della misura ed essere utilizzata per studi di microzonazione sismica.

Terreni tipo C : - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

**Area sismica cat. 3: Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.*

C.2.10 Calcolo della risposta sismica locale

Ai sensi della L.R. 20/2000 si calcolano gli spettri di risposta sismica locale, sulla base dei segnali di riferimento assegnati ad ogni Comune.

Tali segnali sono rappresentativi dello scuotimento atteso su un suolo di riferimento quest'ultimo inteso come la superficie al di sotto della quale si può assumere una velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) superiore o uguale a 800 m/s.

In particolare di seguito (allegato 3) vengono dati gli spettri di risposta normalizzati rappresentativi del moto sismico atteso per un periodo di ritorno di 475 anni (con probabilità di superamento pari a 10%) per il Comune di Budrio ed in particolare per il sito indagato. Per la determinazione dell'esatto valore di a_g si localizza la posizione secondo latitudine e longitudine; in questo caso si fa riferimento alle coordinate espresse nel paragrafo § A.1.1 e cioè: 44.523130° di latitudine e 11.528908° di longitudine. In allegato 3 si riportano i valori sismici da utilizzare nella fase di adeguamento sismico in funzione dello stato limite che si intenderà utilizzare.

C.4. Liquefazione

In condizioni sismiche, il termine "liquefazione" comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una riduzione della tensione media efficace presente nel terreno e quindi, una riduzione della resistenza al taglio. La riduzione della resistenza può rappresentare solo una condizione

temporanea, seguita da un successivo recupero, o può indurre nel terreno una condizione di collasso generalizzato e definitivo.

Durante l'evento sismico, se la superficie del piano campagna è orizzontale questo può subire oscillazioni di grande ampiezza. Al termine della sollecitazione, la dissipazione delle sovrappressioni interstiziali e il conseguente riassetto dei grani possono dar luogo a fenomeni di subsidenza. Allo scopo di verificare la tendenza alla liquefazione dei terreni in loco si è considerata la prova CPT1, cioè la prova che si è spinta ad una quota maggiore (18 m) quale la prova utile per la determinazione del potenziale di liquefazione.

In allegato 4 è possibile trovare tutti i calcoli utili alla determinazione del potenziale di liquefazione e il grafico relativo in funzione al fattore di sicurezza che per normativa è pari a 1.25; sempre in allegato 4 è presente la tabella che racchiude tutti i dati geotecnici utili al calcolo riferito anche ai valori di resistenza alla punta e laterale estrapolati dalla CPT1 stessa.

IL metodo di calcolo a cui ci si è riferiti è quello di Robertson Wride modificato & Idriss Boulanger. Questo perché oltre ad essere richiesto dalla attuale normativa è anche quello che permette di verificare la liquefazione in terreni sia argillosi che sabbiosi.

Per quanto concerne i valori inseriti per il calcolo sono: Profondità falda acquifera 1 metro, Accelerazione al Bedrock 0.175, Fattore amplificazione 2.431, Magnitudo momento 6.14 e PGA calcolato pari a 0.252. Dal calcolo, visibile in allegato, si è potuto notare che l'orizzonte potenzialmente liquefacibile è quello posto tra i 1.6 e 2.8 m di profondità da piano campagna attuale, con un valore di F_s pari a 0.5. Sono presenti anche altri due strati di spessore molto ridotto alla profondità di -7.2 e -10.2 m.

Dovendo fare una considerazione in merito possiamo dire che, durante il terremoto

del 2012 l'adiacente capannone, ancora di proprietà dell'impresa Checchi e Magli, non ha subito alcun fenomeno liquefattivo, pertanto, in fase di progettazione strutturale, si dovrà considerare in maniera molto oculata questo aspetto.

C.5. Analisi di risposta sismica locale.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 delle norme tecniche per le costruzioni. Essa consente, mediante metodi numerici di quantificare le modifiche esercitate sul moto sismico dalle condizioni locali permettendo una stima più accurata delle sollecitazioni sismiche sulle strutture e quindi una più accurata progettazione antisismica.

Per la verifica dello spettro di risposta di progetto si è eseguita una analisi monodimensionale si è utilizzato il software EERA (Equivalent linear Earthquake Response Analysis) sviluppato nel 1998 utilizzando i concetti base di Shake (Berbet et al, 2000). Sono stati inseriti sette accelerogrammi dei terremoti registrati nell'area del Comune di Budrio partendo dagli accelerogrammi forniti dal sito EUCENTRE.

Si sono poi considerati i profili stratigrafici con le relative V_s ricavati dalle indagini sismiche HVRS (Presente nella relazione geologica par. § C.2.7 - C.2.8 - C.2.9 e Allegato 2), nel quale si è rilevato un terreno di tipo "C".

Con gli opportuni calcoli sui sette terremoti in funzione della ricerca geofisica condotta, è stato possibile ricavare gli spettri attesi in superficie, questi sono stati poi confrontati con gli spettri di norma ottenuti con il calcolo degli spettri forniti dal foglio di calcolo "Spettri-NTC ver 1.0.3" (fonte Min.

Infrastrutture e Trasporti).

In figura 1 allegato 5 della presente relazione è possibile vedere lo spettro di risposta (Periodo/Accellerazione) con i 7 terremoti ed il relativo spettro in funzione del tipo di suolo (C) nel punto di prova (considerato come latitudine e longitudine).

In particolare si vedono le curve relative allo Spettro Inelastico SLV per il terreno C, e lo spettro elastico SLV sepre per il terreno C.

In figura 2 invece è presente il grafico dell'amplificazione attesa (Rapporto amplificazione / frequenza) sempre nel punto in cui sorgeranno i fabbricati sempre in funzione dei sette terremoti attesi per il sito di interesse.

Si riporta infine l'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) questo è visibile in figura 3; per il calcolo si sono considerati i singoli valori di Housner dei sette terremoti ed infine si è eseguito un semplice calcolo di media sui valori riscontrati.

Tali calcoli sono a supporto e di aiuto alle verifiche strutturali ed ingegneristiche riguardanti dell'edificio industriale e della serra in progetto.

Non è essendo a conoscenza dei carichi applicati dalla struttura al terreno non è stato possibile calcolare il cedimento post sismico così come prescritto dalla carta *Aree suscettibili di effetti locali* (riportata in Allegato 6 a pagina 59). Per tale calcolo si rimanda alla relazione dell'Ingegnere progettista strutturale.

Noceto 11/07/2019

Il Tecnico

Dott. Geol. Lorenzo Daini



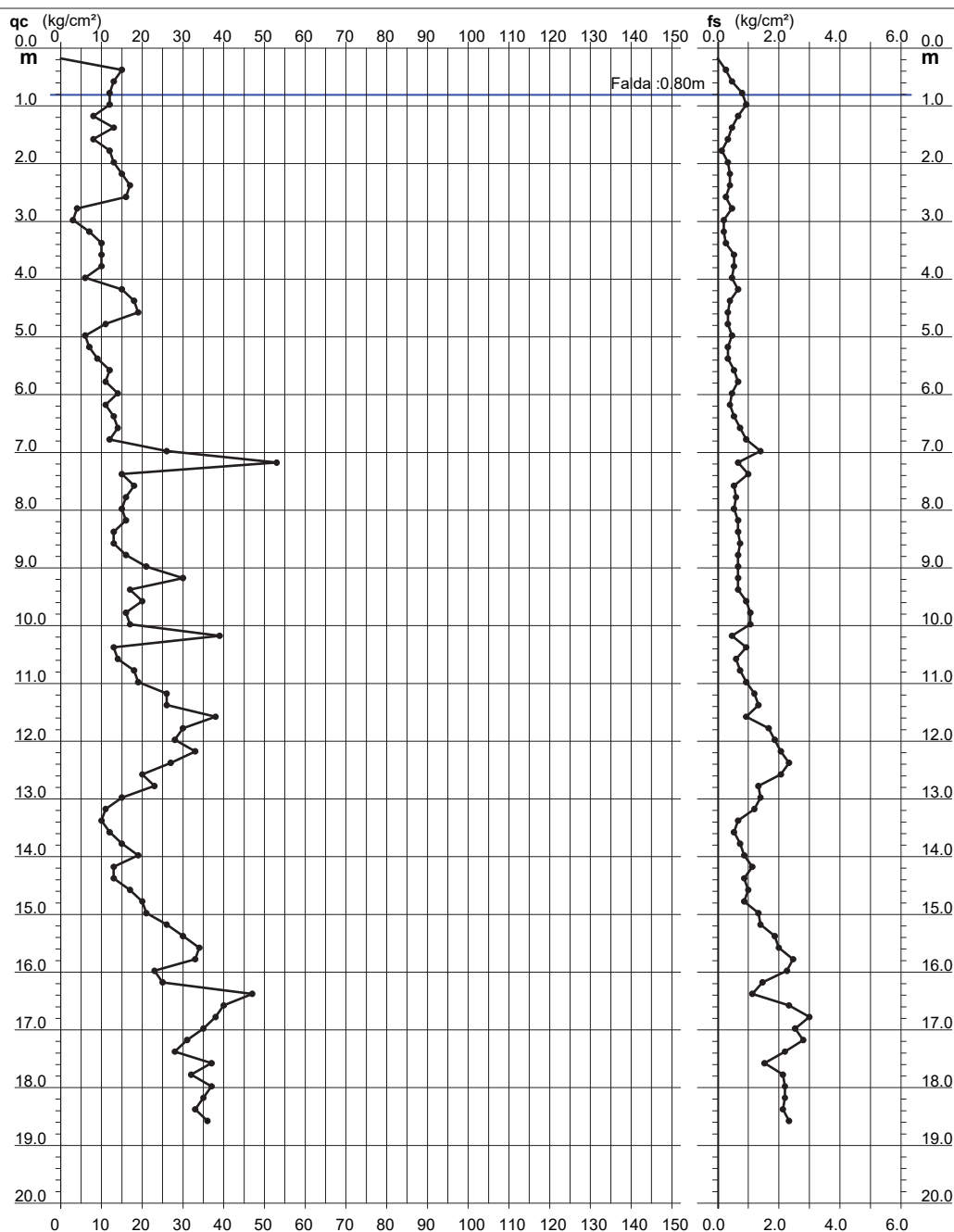
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

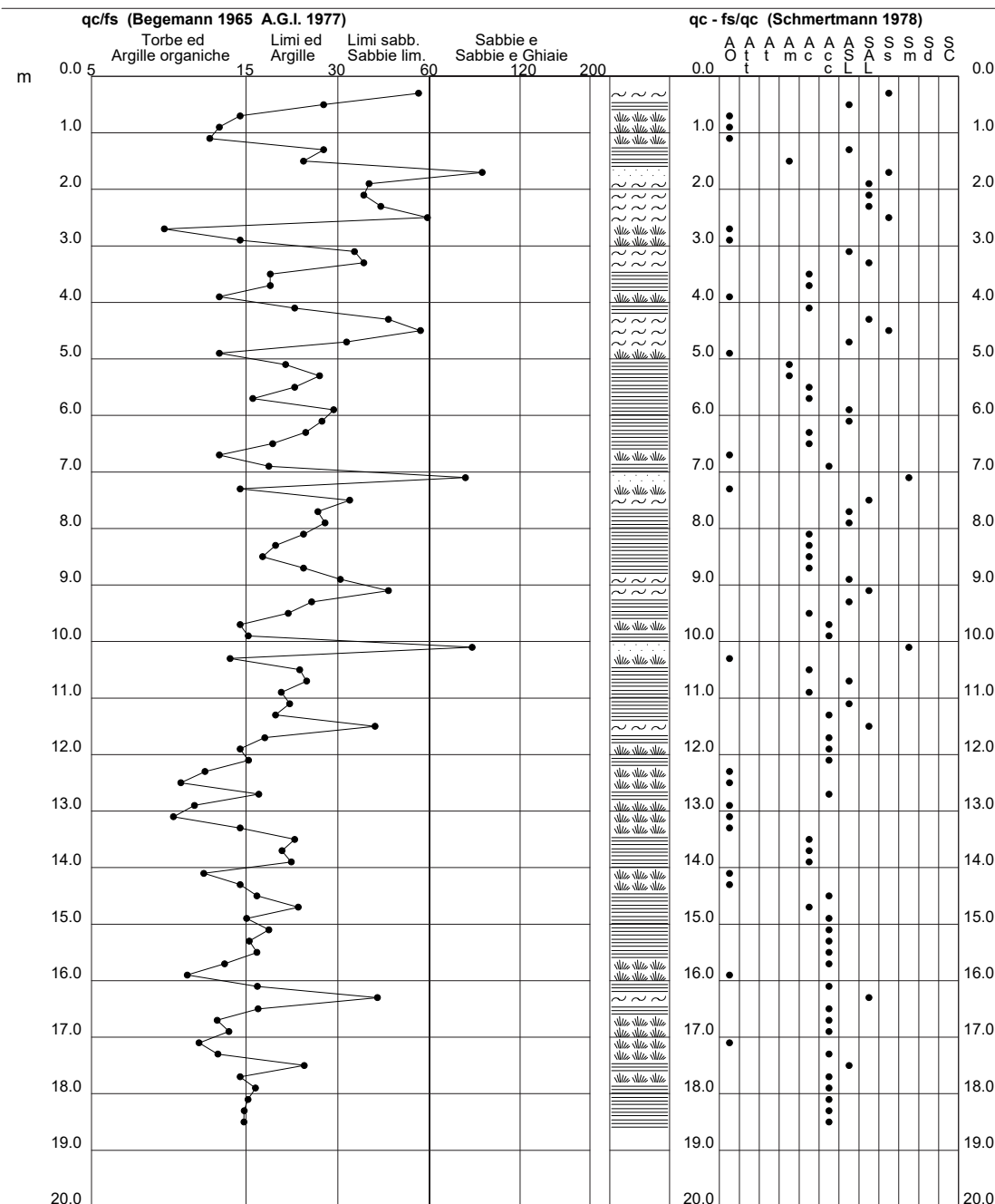
- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.80 da quota inizio
- data di emissione : 27/06/2019



CPT 1

2.0105-148

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.80 da quota inizio
- data di emissione : 27/06/2019



GEOServizi s.a.s.

di Pescatori Dott. Fabio & C.

Via Amendola, 2 - 43036 Fidenza (PR)

Riferimento: CHECMAGL

PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.80 da quota inizio
- data di emissione : 27/06/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	----	----	--	-----	----	9.60	20.0	34.0	20.0	0.93	21.0
0.40	15.0	19.0	15.0	0.27	56.0	9.80	16.0	32.0	16.0	1.07	15.0
0.60	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0	10.00	17.0	33.0	17.0	1.07	16.0
0.80	12.0	24.0	12.0	0.80	15.0	10.20	39.0	46.0	39.0	0.47	84.0
1.00	12.0	26.0	12.0	0.93	13.0	10.40	13.0	27.0	13.0	0.93	14.0
1.20	8.0	18.0	8.0	0.67	12.0	10.60	14.0	23.0	14.0	0.60	23.0
1.40	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0	10.80	18.0	29.0	18.0	0.73	25.0
1.60	8.0	13.0	8.0	0.33	24.0	11.00	19.0	33.0	19.0	0.93	20.0
1.80	12.0	14.0	12.0	0.13	90.0	11.20	26.0	44.0	26.0	1.20	22.0
2.00	13.0	18.0	13.0	0.33	39.0	11.40	26.0	46.0	26.0	1.33	19.0
2.20	15.0	21.0	15.0	0.40	37.0	11.60	38.0	52.0	38.0	0.93	41.0
2.40	17.0	23.0	17.0	0.40	42.0	11.80	30.0	55.0	30.0	1.67	18.0
2.60	16.0	20.0	16.0	0.27	60.0	12.00	28.0	56.0	28.0	1.87	15.0
2.80	4.0	11.0	4.0	0.47	9.0	12.20	33.0	64.0	33.0	2.07	16.0
3.00	3.0	6.0	3.0	0.20	15.0	12.40	27.0	62.0	27.0	2.33	12.0
3.20	7.0	10.0	7.0	0.20	35.0	12.60	20.0	51.0	20.0	2.07	10.0
3.40	10.0	14.0	10.0	0.27	37.0	12.80	23.0	43.0	23.0	1.33	17.0
3.60	10.0	18.0	10.0	0.53	19.0	13.00	15.0	36.0	15.0	1.40	11.0
3.80	10.0	18.0	10.0	0.53	19.0	13.20	11.0	29.0	11.0	1.20	9.0
4.00	6.0	13.0	6.0	0.47	13.0	13.40	10.0	20.0	10.0	0.67	15.0
4.20	15.0	25.0	15.0	0.67	22.0	13.60	12.0	20.0	12.0	0.53	22.0
4.40	18.0	24.0	18.0	0.40	45.0	13.80	15.0	26.0	15.0	0.73	20.0
4.60	19.0	24.0	19.0	0.33	57.0	14.00	19.0	32.0	19.0	0.87	22.0
4.80	11.0	16.0	11.0	0.33	33.0	14.20	13.0	30.0	13.0	1.13	11.0
5.00	6.0	13.0	6.0	0.47	13.0	14.40	13.0	26.0	13.0	0.87	15.0
5.20	7.0	12.0	7.0	0.33	21.0	14.60	17.0	32.0	17.0	1.00	17.0
5.40	9.0	14.0	9.0	0.33	27.0	14.80	20.0	33.0	20.0	0.87	23.0
5.60	12.0	20.0	12.0	0.53	22.0	15.00	21.0	41.0	21.0	1.33	16.0
5.80	11.0	21.0	11.0	0.67	16.0	15.20	26.0	47.0	26.0	1.40	19.0
6.00	14.0	21.0	14.0	0.47	30.0	15.40	30.0	58.0	30.0	1.87	16.0
6.20	11.0	17.0	11.0	0.40	27.0	15.60	34.0	64.0	34.0	2.00	17.0
6.40	13.0	21.0	13.0	0.53	24.0	15.80	33.0	70.0	33.0	2.47	13.0
6.60	14.0	25.0	14.0	0.73	19.0	16.00	23.0	57.0	23.0	2.27	10.0
6.80	12.0	26.0	12.0	0.93	13.0	16.20	25.0	47.0	25.0	1.47	17.0
7.00	26.0	47.0	26.0	1.40	19.0	16.40	47.0	64.0	47.0	1.13	41.0
7.20	53.0	63.0	53.0	0.67	79.0	16.60	40.0	75.0	40.0	2.33	17.0
7.40	15.0	30.0	15.0	1.00	15.0	16.80	38.0	83.0	38.0	3.00	13.0
7.60	18.0	26.0	18.0	0.53	34.0	17.00	35.0	73.0	35.0	2.53	14.0
7.80	16.0	25.0	16.0	0.60	27.0	17.20	31.0	73.0	31.0	2.80	11.0
8.00	15.0	23.0	15.0	0.53	28.0	17.40	28.0	61.0	28.0	2.20	13.0
8.20	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0	17.60	37.0	60.0	37.0	1.53	24.0
8.40	13.0	23.0	13.0	0.67	19.0	17.80	32.0	64.0	32.0	2.13	15.0
8.60	13.0	24.0	13.0	0.73	18.0	18.00	37.0	70.0	37.0	2.20	17.0
8.80	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0	18.20	35.0	68.0	35.0	2.20	16.0
9.00	21.0	31.0	21.0	0.67	31.0	18.40	33.0	65.0	33.0	2.13	15.0
9.20	30.0	40.0	30.0	0.67	45.0	18.60	36.0	71.0	36.0	2.33	15.0
9.40	17.0	27.0	17.0	0.67	25.0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: **DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; ϕ' : Angolo di attrito drenato; **Ed:** Modulo Edometrico; **cu:** Coesione non drenata; c' : coesione drenata; **E:** modulo elastico; **v:** coeff. Poisson.

Prova Cpt1 falda: livello statico m 0,80 da p.c.

Prof. m da p.c.	DH	Gam	Gams	ϕ'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	m	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,40	0,40	1800,0	2050,0						Terreno vegetale
0,40	1,00	0,60	1850,0	2150,0	15,0	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
1,00	1,20	0,20	1800,0	2100,0	13,0	0,04	30,0	40,0	0,50	Argilla limosa molle
1,20	1,40	0,20	1850,0	2150,0	17,0	0,05	45,0	60,0	0,40	limo argilloso sabbioso
1,40	1,60	0,20	1800,0	2100,0	13,0	0,04	30,0	40,0	0,50	Limo argilloso
1,60	2,60	1,00	1900,0	2200,0	21,0	0,04	42,0	60,0	0,40	Sabbia limosa
2,60	3,20	0,60	1800,0	2100,0	12,0	0,03	30,0	40,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,20	3,80	0,60	1800,0	2100,0	14,0	0,05	40,0	52,0	0,50	Argilla limosa molle
3,80	4,00	0,20	1800,0	2100,0	12,0	0,03	30,0	40,0	0,50	Argilla limosa molle
4,00	4,60	0,60	1850,0	2150,0	17,0	0,06	55,0	70,0	0,50	Argilla limosa
4,60	4,80	0,20	1850,0	2150,0	15,0	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
4,80	5,40	0,60	1800,0	2150,0	12,0	0,04	30,0	40,0	0,50	Argilla limosa molle
5,40	6,80	1,40	1850,0	2150,0	15,0	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
6,80	7,00	0,20	1850,0	2150,0	19,0	0,07	65,0	90,0	0,50	Argilla limosa
7,00	7,20	0,20	2000,0	2250,0	26,0	0,03	120,0	200,0	0,35	Sabbia limosa
7,20	8,80	1,60	1850,0	2150,0	16,0	0,06	50,0	65,0	0,50	Argilla limosa
8,80	9,20	0,40	1950,0	2200,0	25,0	0,04	60,0	100,0	0,40	Sabbia limosa - limo sabbioso
9,20	10,00	0,80	1850,0	2150,0	17,0	0,06	55,0	70,0	0,50	Argilla limosa
10,00	10,20	0,20	1950,0	2200,0	26,0	0,04	90,0	150,0	0,35	Sabbia limosa - limo sabbioso
10,20	11,00	0,80	1850,0	2150,0	16,0	0,06	50,0	70,0	0,50	Argilla limosa
11,00	12,40	1,40	1900,0	2200,0	20,0	0,08	70,0	95,0	0,50	Limo argilloso
12,40	12,80	0,40	1850,0	2150,0	18,0	0,07	60,0	80,0	0,50	Argilla limosa
12,80	14,60	1,80	1850,0	2150,0	15,0	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
14,60	15,00	0,40	1850,0	2150,0	18,0	0,07	60,0	80,0	0,50	Argilla limosa limo argilloso
15,00	16,20	1,20	1900,0	2200,0	20,0	0,08	70,0	95,0	0,50	Argilla limosa compatta
16,20	18,60	2,40	1900,0	2200,0	21,0	0,10	90,0	140,0	0,50	Argilla limosa molto compatta

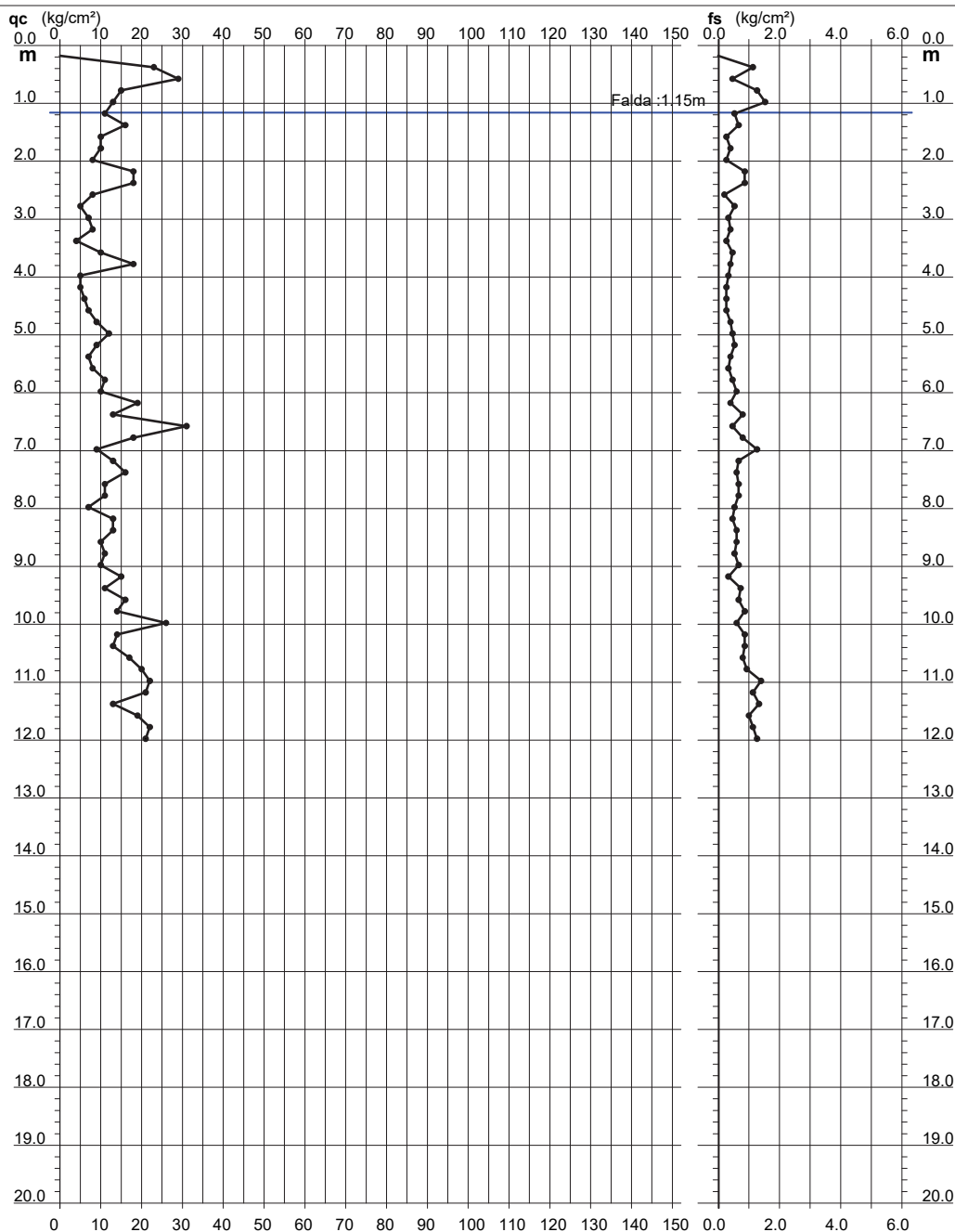
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.15 da quota inizio
- data di emissione : 27/06/2019



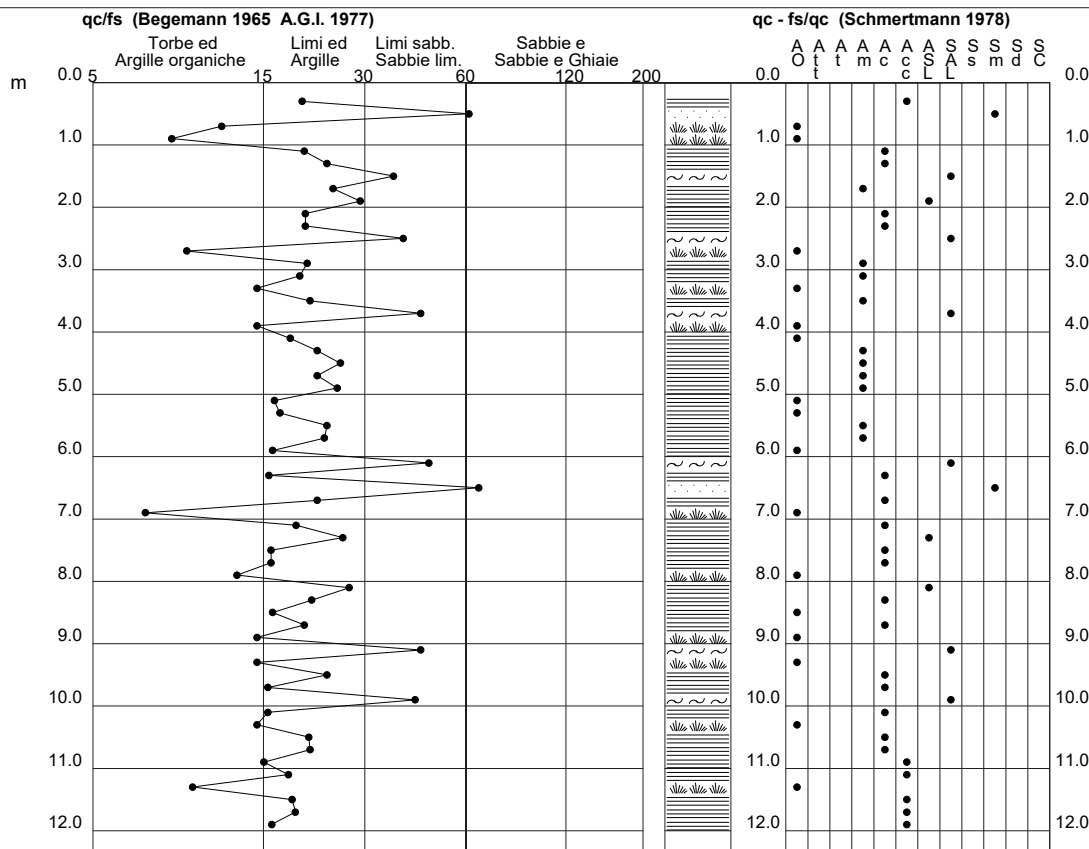
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.15 da quota inizio
- data di emissione : 27/06/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.15 da quota inizio
- data di emissione : 27/06/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	----	----	---	-----	----	6.20	19.0	25.0	19.0	0.40	47.0
0.40	23.0	40.0	23.0	1.13	20.0	6.40	13.0	25.0	13.0	0.80	16.0
0.60	29.0	36.0	29.0	0.47	62.0	6.60	31.0	38.0	31.0	0.47	66.0
0.80	15.0	34.0	15.0	1.27	12.0	6.80	18.0	30.0	18.0	0.80	22.0
1.00	13.0	36.0	13.0	1.53	8.0	7.00	9.0	28.0	9.0	1.27	7.0
1.20	11.0	19.0	11.0	0.53	21.0	7.20	13.0	23.0	13.0	0.67	19.0
1.40	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0	7.40	16.0	25.0	16.0	0.60	27.0
1.60	10.0	14.0	10.0	0.27	37.0	7.60	11.0	21.0	11.0	0.67	16.0
1.80	10.0	16.0	10.0	0.40	25.0	7.80	11.0	21.0	11.0	0.67	16.0
2.00	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	8.00	7.0	15.0	7.0	0.53	13.0
2.20	18.0	31.0	18.0	0.87	21.0	8.20	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0
2.40	18.0	31.0	18.0	0.87	21.0	8.40	13.0	22.0	13.0	0.60	22.0
2.60	8.0	11.0	8.0	0.20	40.0	8.60	10.0	19.0	10.0	0.60	17.0
2.80	5.0	13.0	5.0	0.53	9.0	8.80	11.0	19.0	11.0	0.53	21.0
3.00	7.0	12.0	7.0	0.33	21.0	9.00	10.0	20.0	10.0	0.67	15.0
3.20	8.0	14.0	8.0	0.40	20.0	9.20	15.0	20.0	15.0	0.33	45.0
3.40	4.0	8.0	4.0	0.27	15.0	9.40	11.0	22.0	11.0	0.73	15.0
3.60	10.0	17.0	10.0	0.47	21.0	9.60	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0
3.80	18.0	24.0	18.0	0.40	45.0	9.80	14.0	27.0	14.0	0.87	16.0
4.00	5.0	10.0	5.0	0.33	15.0	10.00	26.0	35.0	26.0	0.60	43.0
4.20	5.0	9.0	5.0	0.27	19.0	10.20	14.0	27.0	14.0	0.87	16.0
4.40	6.0	10.0	6.0	0.27	22.0	10.40	13.0	26.0	13.0	0.87	15.0
4.60	7.0	11.0	7.0	0.27	26.0	10.60	17.0	29.0	17.0	0.80	21.0
4.80	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0	10.80	20.0	34.0	20.0	0.93	21.0
5.00	12.0	19.0	12.0	0.47	26.0	11.00	22.0	43.0	22.0	1.40	16.0
5.20	9.0	17.0	9.0	0.53	17.0	11.20	21.0	38.0	21.0	1.13	19.0
5.40	7.0	13.0	7.0	0.40	17.0	11.40	13.0	33.0	13.0	1.33	10.0
5.60	8.0	13.0	8.0	0.33	24.0	11.60	19.0	34.0	19.0	1.00	19.0
5.80	11.0	18.0	11.0	0.47	24.0	11.80	22.0	39.0	22.0	1.13	19.0
6.00	10.0	19.0	10.0	0.60	17.0	12.00	21.0	40.0	21.0	1.27	17.0

Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: **DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; ϕ' : Angolo di attrito drenato; **Ed:** Modulo Edometrico; **cu:** Coesione non drenata; **c':** coesione drenata; **E:** modulo elastico; **v:** coeff. Poisson.

Prova Cpt2 falda: 1,15 m da p.c.

Prof. m da p.c.	DH	Gam	Gams	ϕ'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	Kg/m ³	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,40	0,40	1800,0	2050,0						Terreno vegetale
0,40	0,60	0,20	1850,0	2150,0	0,70	0,07	65,0	90,0	0,50	Argilla limosa
0,60	1,40	0,80	1850,0	2150,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
1,40	2,00	0,60	1800,0	2100,0	0,40	0,04	35,0	50,0	0,50	Limo argilloso
2,00	2,40	0,40	1850,0	2150,0	0,60	0,06	55,0	72,0	0,50	Argilla limosa molle
2,40	3,40	1,00	1800,0	2100,0	0,30	0,03	30,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,40	3,80	0,40	1800,0	2100,0	0,20	0,02	10,0	35,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,80	4,20	0,40	1850,0	2150,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
4,20	6,40	2,20	1850,0	2150,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
6,40	6,60	0,20	2000,0	2250,0	0,35	0,03	80,0	130,0	0,35	Sabbia limosa
6,60	8,40	1,80	1850,0	2150,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
8,40	9,00	0,60	1800,0	2150,0	0,45	0,05	40,0	55,0	0,50	Argilla limosa molle
9,00	9,80	0,80	1850,0	2150,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
9,80	10,00	0,20	2000,0	2150,0	0,35	0,03	70,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
10,00	10,60	0,60	1850,0	2150,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
10,60	12,00	1,40	1850,0	2150,0	0,65	0,07	60,0	80,0	0,50	Argilla limosa

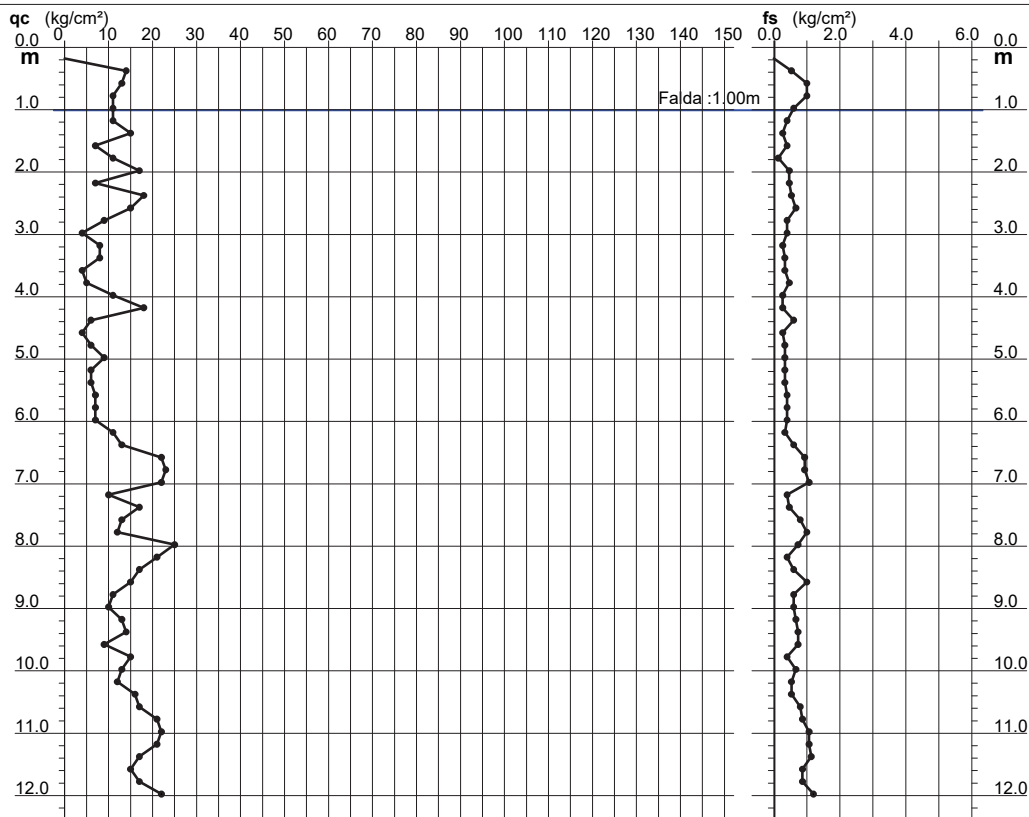
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-	m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-
0.20	----	----	--	-----	----	6.20	11.0	16.0	11.0	0.33	33.0
0.40	14.0	22.0	14.0	0.53	26.0	6.40	13.0	22.0	13.0	0.60	22.0
0.60	13.0	28.0	13.0	1.00	13.0	6.60	22.0	36.0	22.0	0.93	24.0
0.80	11.0	26.0	11.0	1.00	11.0	6.80	23.0	37.0	23.0	0.93	25.0
1.00	11.0	20.0	11.0	0.60	18.0	7.00	22.0	38.0	22.0	1.07	21.0
1.20	11.0	17.0	11.0	0.40	27.0	7.20	10.0	16.0	10.0	0.40	25.0
1.40	15.0	19.0	15.0	0.27	56.0	7.40	17.0	24.0	17.0	0.47	36.0
1.60	7.0	13.0	7.0	0.40	17.0	7.60	13.0	25.0	13.0	0.80	16.0
1.80	11.0	13.0	11.0	0.13	82.0	7.80	12.0	27.0	12.0	1.00	12.0
2.00	17.0	24.0	17.0	0.47	36.0	8.00	25.0	36.0	25.0	0.73	34.0
2.20	7.0	14.0	7.0	0.47	15.0	8.20	21.0	27.0	21.0	0.40	52.0
2.40	18.0	26.0	18.0	0.53	34.0	8.40	17.0	26.0	17.0	0.60	28.0
2.60	15.0	25.0	15.0	0.67	22.0	8.60	15.0	30.0	15.0	1.00	15.0
2.80	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0	8.80	11.0	20.0	11.0	0.60	18.0
3.00	4.0	10.0	4.0	0.40	10.0	9.00	10.0	19.0	10.0	0.60	17.0
3.20	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	9.20	13.0	23.0	13.0	0.67	19.0
3.40	8.0	13.0	8.0	0.33	24.0	9.40	14.0	25.0	14.0	0.73	19.0
3.60	4.0	9.0	4.0	0.33	12.0	9.60	9.0	20.0	9.0	0.73	12.0
3.80	5.0	12.0	5.0	0.47	11.0	9.80	15.0	21.0	15.0	0.40	37.0
4.00	11.0	15.0	11.0	0.27	41.0	10.00	13.0	23.0	13.0	0.67	19.0
4.20	18.0	22.0	18.0	0.27	67.0	10.20	12.0	20.0	12.0	0.53	22.0
4.40	6.0	15.0	6.0	0.60	10.0	10.40	16.0	24.0	16.0	0.53	30.0
4.60	4.0	8.0	4.0	0.27	15.0	10.60	17.0	29.0	17.0	0.80	21.0
4.80	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0	10.80	21.0	34.0	21.0	0.87	24.0
5.00	9.0	14.0	9.0	0.33	27.0	11.00	22.0	38.0	22.0	1.07	21.0
5.20	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0	11.20	21.0	37.0	21.0	1.07	20.0
5.40	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0	11.40	17.0	34.0	17.0	1.13	15.0
5.60	7.0	13.0	7.0	0.40	17.0	11.60	15.0	28.0	15.0	0.87	17.0
5.80	7.0	13.0	7.0	0.40	17.0	11.80	17.0	30.0	17.0	0.87	20.0
6.00	7.0	13.0	7.0	0.40	17.0	12.00	22.0	40.0	22.0	1.20	18.0

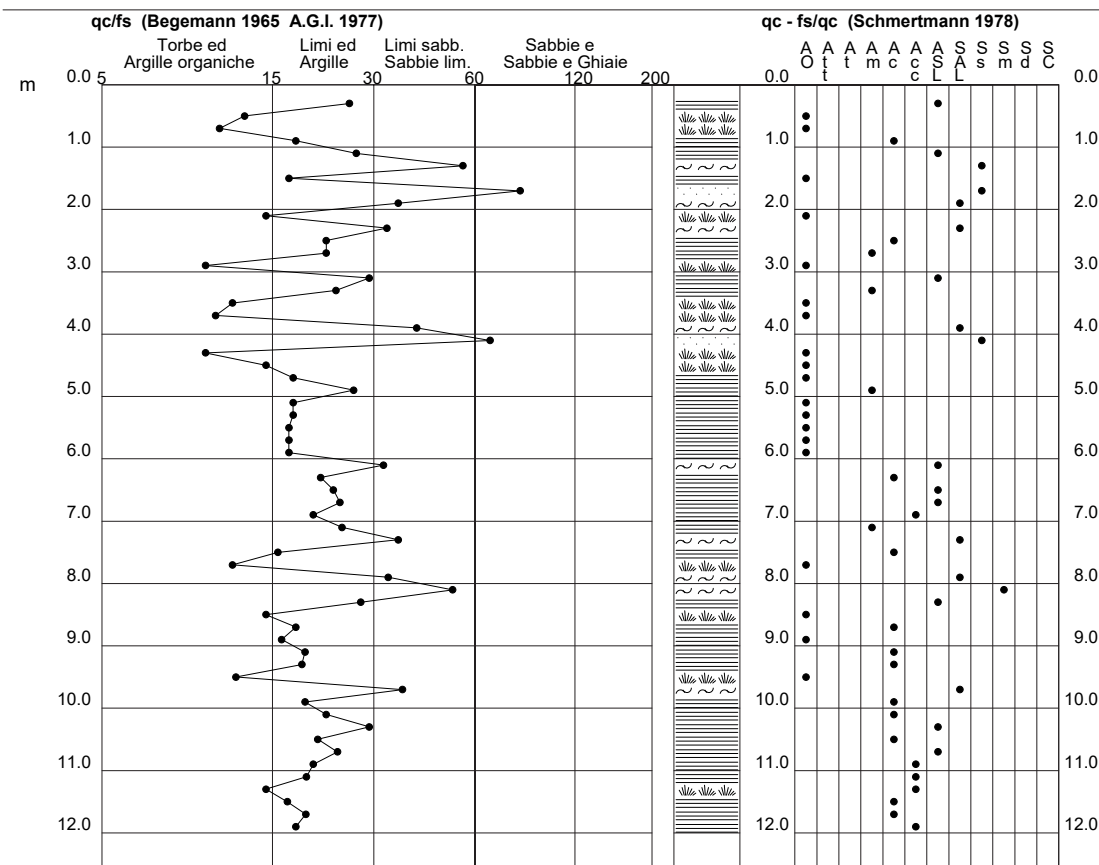
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: **DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; ϕ' : Angolo di attrito drenato; **Ed:** Modulo Edometrico; **cu:** Coesione non drenata; **c':** coesione drenata; **E:** modulo elastico; **v:** coeff. Poisson.

Prova Cpt3 falda: 1,00 m da p.c.

Prof. m da p.c.	DH	Gam	Gams	ϕ'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	Kg/m ³	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,40	1800,0	2050,0							Terreno vegetale
0,40	0,60	0,20	1850,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
0,60	1,20	0,60	1800,0	12,0	0,35	0,04	30,0	42,0	0,50	Argilla limosa molto molle
1,20	1,40	0,20	1850,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
1,40	2,20	0,80	1800,0	12,0	0,35	0,04	33,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
2,20	2,60	0,40	1850,0	15,0	0,50	0,05	51,0	60,0	0,50	Argilla limosa
2,60	3,40	0,80	1800,0	14,0	0,40	0,04	35,0	50,0	0,50	Limo argilloso
3,40	3,60	0,20	1800,0	11,0	0,25	0,03	15,0	35,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,60	4,20	0,60	1850,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
4,20	6,00	1,80	1800,0	12,0	0,30	0,03	30,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
6,00	6,40	0,40	1850,0	15,0	0,50	0,05	42,0	60,0	0,50	Argilla limosa
6,40	7,00	0,60	1850,0	18,0	0,65	0,07	68,0	80,0	0,50	Argilla limosa
7,00	7,80	0,80	1850,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
7,80	8,20	0,40	2000,0	26,0	0,35	0,03	70,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
8,20	8,60	0,40	1850,0	15,0	0,50	0,05	51,0	60,0	0,50	Argilla limosa
8,60	10,20	1,60	1850,0	15,0	0,50	0,05	47,0	60,0	0,50	Argilla limosa
10,20	10,60	0,40	1850,0	15,0	0,50	0,05	54,0	60,0	0,50	Argilla limosa
10,60	12,00	1,40	1850,0	18,0	0,65	0,07	61,0	80,0	0,50	Argilla limosa

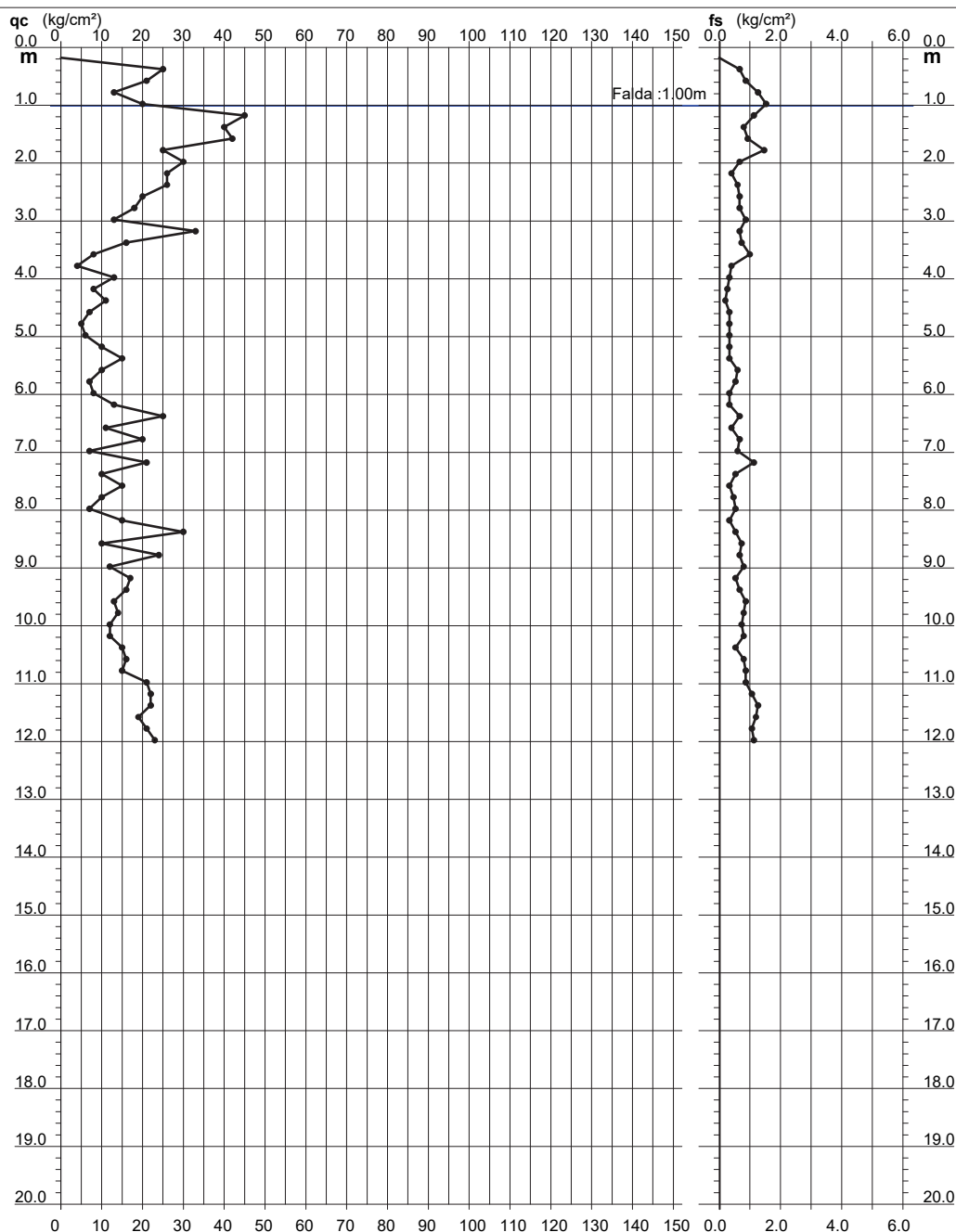
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



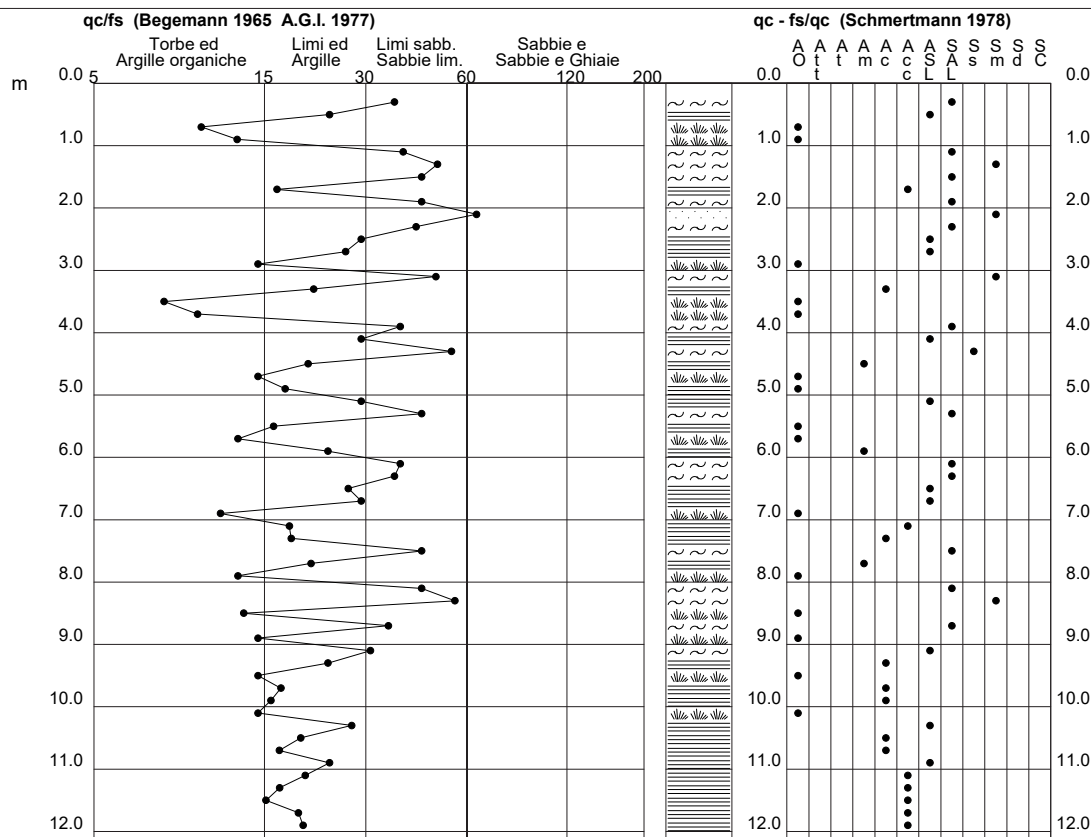
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	----	----	---	-----	----	6.20	13.0	18.0	13.0	0.33	39.0
0.40	25.0	35.0	25.0	0.67	37.0	6.40	25.0	35.0	25.0	0.67	37.0
0.60	21.0	34.0	21.0	0.87	24.0	6.60	11.0	17.0	11.0	0.40	27.0
0.80	13.0	32.0	13.0	1.27	10.0	6.80	20.0	30.0	20.0	0.67	30.0
1.00	20.0	43.0	20.0	1.53	13.0	7.00	7.0	16.0	7.0	0.60	12.0
1.20	45.0	62.0	45.0	1.13	40.0	7.20	21.0	38.0	21.0	1.13	19.0
1.40	40.0	52.0	40.0	0.80	50.0	7.40	10.0	18.0	10.0	0.53	19.0
1.60	42.0	56.0	42.0	0.93	45.0	7.60	15.0	20.0	15.0	0.33	45.0
1.80	25.0	47.0	25.0	1.47	17.0	7.80	10.0	17.0	10.0	0.47	21.0
2.00	30.0	40.0	30.0	0.67	45.0	8.00	7.0	15.0	7.0	0.53	13.0
2.20	26.0	32.0	26.0	0.40	65.0	8.20	15.0	20.0	15.0	0.33	45.0
2.40	26.0	35.0	26.0	0.60	43.0	8.40	30.0	38.0	30.0	0.53	56.0
2.60	20.0	30.0	20.0	0.67	30.0	8.60	10.0	21.0	10.0	0.73	14.0
2.80	18.0	28.0	18.0	0.67	27.0	8.80	24.0	34.0	24.0	0.67	36.0
3.00	13.0	26.0	13.0	0.87	15.0	9.00	12.0	24.0	12.0	0.80	15.0
3.20	33.0	43.0	33.0	0.67	49.0	9.20	17.0	25.0	17.0	0.53	32.0
3.40	16.0	27.0	16.0	0.73	22.0	9.40	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0
3.60	8.0	23.0	8.0	1.00	8.0	9.60	13.0	26.0	13.0	0.87	15.0
3.80	4.0	10.0	4.0	0.40	10.0	9.80	14.0	26.0	14.0	0.80	17.0
4.00	13.0	18.0	13.0	0.33	39.0	10.00	12.0	23.0	12.0	0.73	16.0
4.20	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	10.20	12.0	24.0	12.0	0.80	15.0
4.40	11.0	14.0	11.0	0.20	55.0	10.40	15.0	23.0	15.0	0.53	28.0
4.60	7.0	12.0	7.0	0.33	21.0	10.60	16.0	28.0	16.0	0.80	20.0
4.80	5.0	10.0	5.0	0.33	15.0	10.80	15.0	28.0	15.0	0.87	17.0
5.00	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0	11.00	21.0	34.0	21.0	0.87	24.0
5.20	10.0	15.0	10.0	0.33	30.0	11.20	22.0	38.0	22.0	1.07	21.0
5.40	15.0	20.0	15.0	0.33	45.0	11.40	22.0	41.0	22.0	1.27	17.0
5.60	10.0	19.0	10.0	0.60	17.0	11.60	19.0	37.0	19.0	1.20	16.0
5.80	7.0	15.0	7.0	0.53	13.0	11.80	21.0	37.0	21.0	1.07	20.0
6.00	8.0	13.0	8.0	0.33	24.0	12.00	23.0	40.0	23.0	1.13	20.0

Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: **DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; **ø'**: Angolo di attrito drenato; **Ed:** Modulo Edometrico; **cu:** Coesione non drenata; **c'**: coesione drenata; **E:** modulo elastico; **v:** coeff. Poisson.

Prova Cpt4 falda: 1,00 m da p.c.

Prof. m da p.c.		DH	Gam	Gams	ø'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	m	Kg/m ³	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,20	0,20	1800,0	2050,0							Terreno vegetale
0,20	0,40	0,20	2000,0	2150,0	26,0	0,35	0,03	70,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
0,40	1,00	0,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
1,00	1,60	0,60	2000,0	2250,0	26,0	0,35	0,03	122,0	200,0	0,35	Sabbia limosa
1,60	1,80	0,20	1900,0	2200,0	20,0	0,75	0,08	75,0	95,0	0,50	Argilla limosa compatta
1,80	2,40	0,60	2000,0	2150,0	26,0	0,35	0,03	75,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
2,40	3,00	0,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	54,0	60,0	0,50	Argilla limosa
3,00	3,20	0,20	1950,0	2200,0	25,0	0,35	0,04	60,0	100,0	0,40	Sabbia limosa - limo sabbioso
3,20	3,40	0,20	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	52,0	60,0	0,50	Argilla limosa
3,40	3,80	0,40	1800,0	2100,0	12,0	0,30	0,03	30,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,80	4,60	0,80	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	35,0	50,0	0,50	Limo argilloso
4,60	5,00	0,40	1800,0	2100,0	11,0	0,25	0,03	15,0	35,0	0,50	Argilla limosa molto molle
5,00	5,60	0,60	1800,0	2100,0	14,0	0,45	0,05	40,0	52,0	0,50	Argilla limosa molle
5,60	6,20	0,60	1800,0	2100,0	12,0	0,30	0,03	30,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
6,20	6,40	0,20	2000,0	2150,0	26,0	0,35	0,03	70,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
6,40	7,20	0,80	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	51,0	60,0	0,50	Argilla limosa
7,20	8,20	1,00	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	40,0	50,0	0,50	Limo argilloso
8,20	8,40	0,20	1950,0	2200,0	25,0	0,35	0,04	60,0	90,0	0,40	Sabbia limosa - limo sabbioso
8,40	8,80	0,40	1800,0	2100,0	14,0	0,45	0,05	40,0	52,0	0,50	Argilla limosa molle
8,80	9,00	0,20	2000,0	2150,0	26,0	0,35	0,03	72,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
9,00	10,80	1,80	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	50,0	60,0	0,50	Argilla limosa
10,80	12,00	1,20	1850,0	2150,0	18,0	0,65	0,07	63,0	80,0	0,50	Argilla limosa

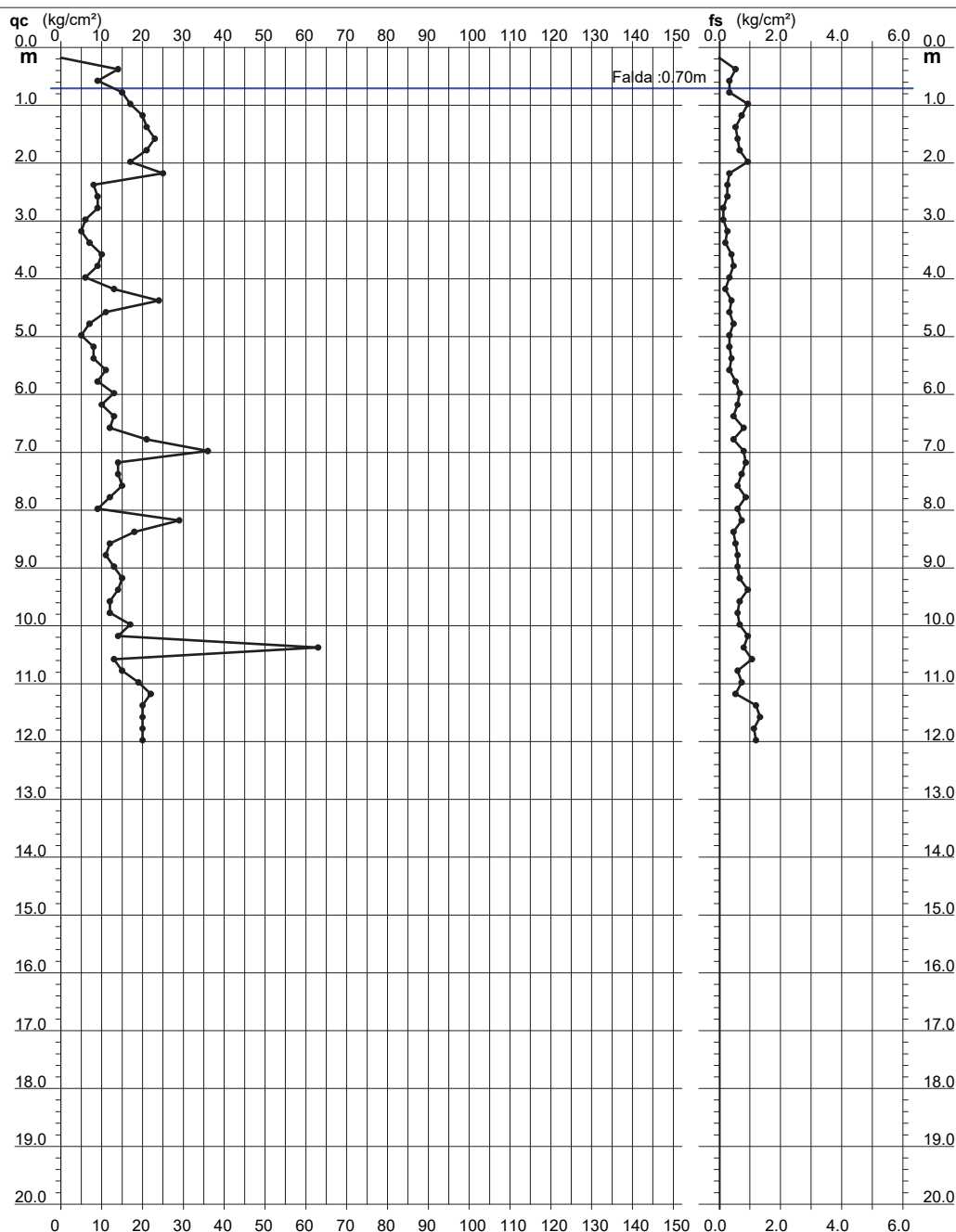
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.70 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



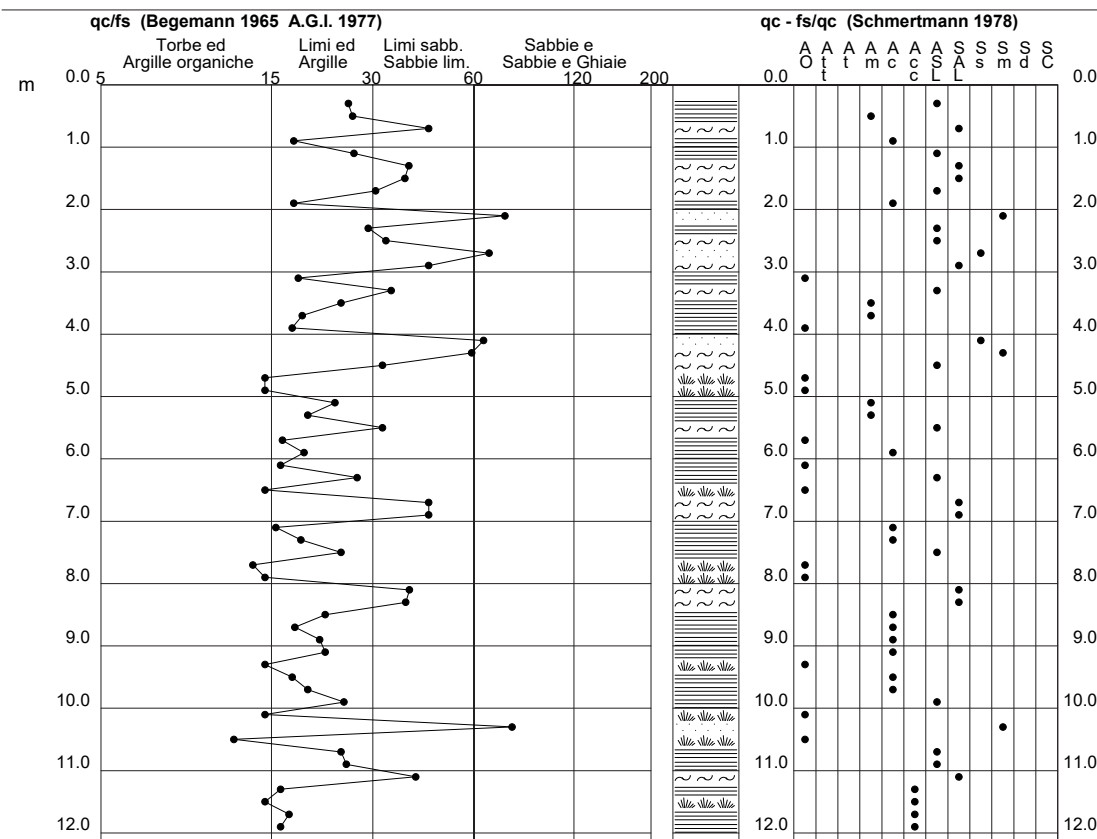
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.70 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 5

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.70 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-	m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-
0.20	----	----	---	-----	----	6.20	10.0	19.0	10.0	0.60	17.0
0.40	14.0	22.0	14.0	0.53	26.0	6.40	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0
0.60	9.0	14.0	9.0	0.33	27.0	6.60	12.0	24.0	12.0	0.80	15.0
0.80	15.0	20.0	15.0	0.33	45.0	6.80	21.0	28.0	21.0	0.47	45.0
1.00	17.0	31.0	17.0	0.93	18.0	7.00	36.0	48.0	36.0	0.80	45.0
1.20	20.0	31.0	20.0	0.73	27.0	7.20	14.0	27.0	14.0	0.87	16.0
1.40	21.0	29.0	21.0	0.53	39.0	7.40	14.0	25.0	14.0	0.73	19.0
1.60	23.0	32.0	23.0	0.60	38.0	7.60	15.0	24.0	15.0	0.60	25.0
1.80	21.0	31.0	21.0	0.67	31.0	7.80	12.0	25.0	12.0	0.87	14.0
2.00	17.0	31.0	17.0	0.93	18.0	8.00	9.0	18.0	9.0	0.60	15.0
2.20	25.0	30.0	25.0	0.33	75.0	8.20	29.0	40.0	29.0	0.73	40.0
2.40	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	8.40	18.0	25.0	18.0	0.47	39.0
2.60	9.0	13.0	9.0	0.27	34.0	8.60	12.0	20.0	12.0	0.53	22.0
2.80	9.0	11.0	9.0	0.13	67.0	8.80	11.0	20.0	11.0	0.60	18.0
3.00	6.0	8.0	6.0	0.13	45.0	9.00	13.0	22.0	13.0	0.60	22.0
3.20	5.0	9.0	5.0	0.27	19.0	9.20	15.0	25.0	15.0	0.67	22.0
3.40	7.0	10.0	7.0	0.20	35.0	9.40	14.0	28.0	14.0	0.93	15.0
3.60	10.0	16.0	10.0	0.40	25.0	9.60	12.0	22.0	12.0	0.67	18.0
3.80	9.0	16.0	9.0	0.47	19.0	9.80	12.0	21.0	12.0	0.60	20.0
4.00	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0	10.00	17.0	27.0	17.0	0.67	25.0
4.20	13.0	16.0	13.0	0.20	65.0	10.20	14.0	28.0	14.0	0.93	15.0
4.40	24.0	30.0	24.0	0.40	60.0	10.40	63.0	75.0	63.0	0.80	79.0
4.60	11.0	16.0	11.0	0.33	33.0	10.60	13.0	29.0	13.0	1.07	12.0
4.80	7.0	14.0	7.0	0.47	15.0	10.80	15.0	24.0	15.0	0.60	25.0
5.00	5.0	10.0	5.0	0.33	15.0	11.00	19.0	30.0	19.0	0.73	26.0
5.20	8.0	13.0	8.0	0.33	24.0	11.20	22.0	30.0	22.0	0.53	41.0
5.40	8.0	14.0	8.0	0.40	20.0	11.40	20.0	38.0	20.0	1.20	17.0
5.60	11.0	16.0	11.0	0.33	33.0	11.60	20.0	40.0	20.0	1.33	15.0
5.80	9.0	17.0	9.0	0.53	17.0	11.80	20.0	37.0	20.0	1.13	18.0
6.00	13.0	23.0	13.0	0.67	19.0	12.00	20.0	38.0	20.0	1.20	17.0

Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; ϕ' : Angolo di attrito drenato; Ed: Modulo Edometrico; cu: Coesione non drenata; c' : coesione drenata; E: modulo elastico; v: coeff. Poisson.

Prova Cpt5 falda: 0,7 m da p.c.

Prof. m da p.c.		DH	Gam	Gams	ϕ'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	m	Kg/m ³	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,20	0,20	1800,0	2050,0							Terreno vegetale
0,20	0,40	0,20	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	48,0	60,0	0,50	Argilla limosa
0,40	0,60	0,20	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	35,0	50,0	0,50	Limo argilloso
0,60	1,20	0,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	54,0	60,0	0,50	Argilla limosa
1,20	1,80	0,60	1950,0	2200,0	25,0	0,35	0,04	63,0	90,0	0,40	Sabbia limosa -limo sabbioso
1,80	2,00	0,20	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	50,0	60,0	0,50	Argilla limosa
2,00	2,20	0,20	2000,0	2150,0	26,0	0,35	0,03	75,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
2,20	2,80	0,60	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	35,0	50,0	0,50	Limo argilloso
2,80	3,20	0,40	1800,0	2100,0	11,0	0,25	0,03	15,0	35,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,20	4,20	1,00	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	38,0	50,0	0,50	Limo argilloso
4,20	4,60	0,40	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	42,0	50,0	0,50	Limo argilloso
4,60	5,00	0,40	1800,0	2100,0	11,0	0,20	0,02	10,0	40,0	0,50	Argilla limosa molto molle
5,00	5,80	0,80	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	37,0	50,0	0,50	Limo argilloso
5,80	6,60	0,80	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	47,0	60,0	0,50	Limo argilloso
6,60	7,00	0,40	1950,0	2200,0	25,0	0,35	0,04	65,0	90,0	0,40	Sabbia limosa -limo sabbioso
7,00	8,00	1,00	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Limo argilloso
8,00	8,20	0,20	2000,0	2250,0	26,0	0,35	0,03	80,0	130,0	0,35	Sabbia limosa
8,20	10,20	2,00	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	49,0	60,0	0,50	Argilla limosa
10,20	10,40	0,20	2000,0	2250,0	26,0	0,35	0,03	120,0	200,0	0,35	Sabbia limosa
10,40	11,00	0,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	51,0	60,0	0,50	Argilla limosa
11,00	11,20	0,20	1950,0	2200,0	25,0	0,35	0,04	65,0	90,0	0,40	Sabbia limosa -limo sabbioso
11,20	12,00	0,80	1850,0	2150,0	17,0	0,60	0,06	55,0	70,0	0,50	Argilla limosa

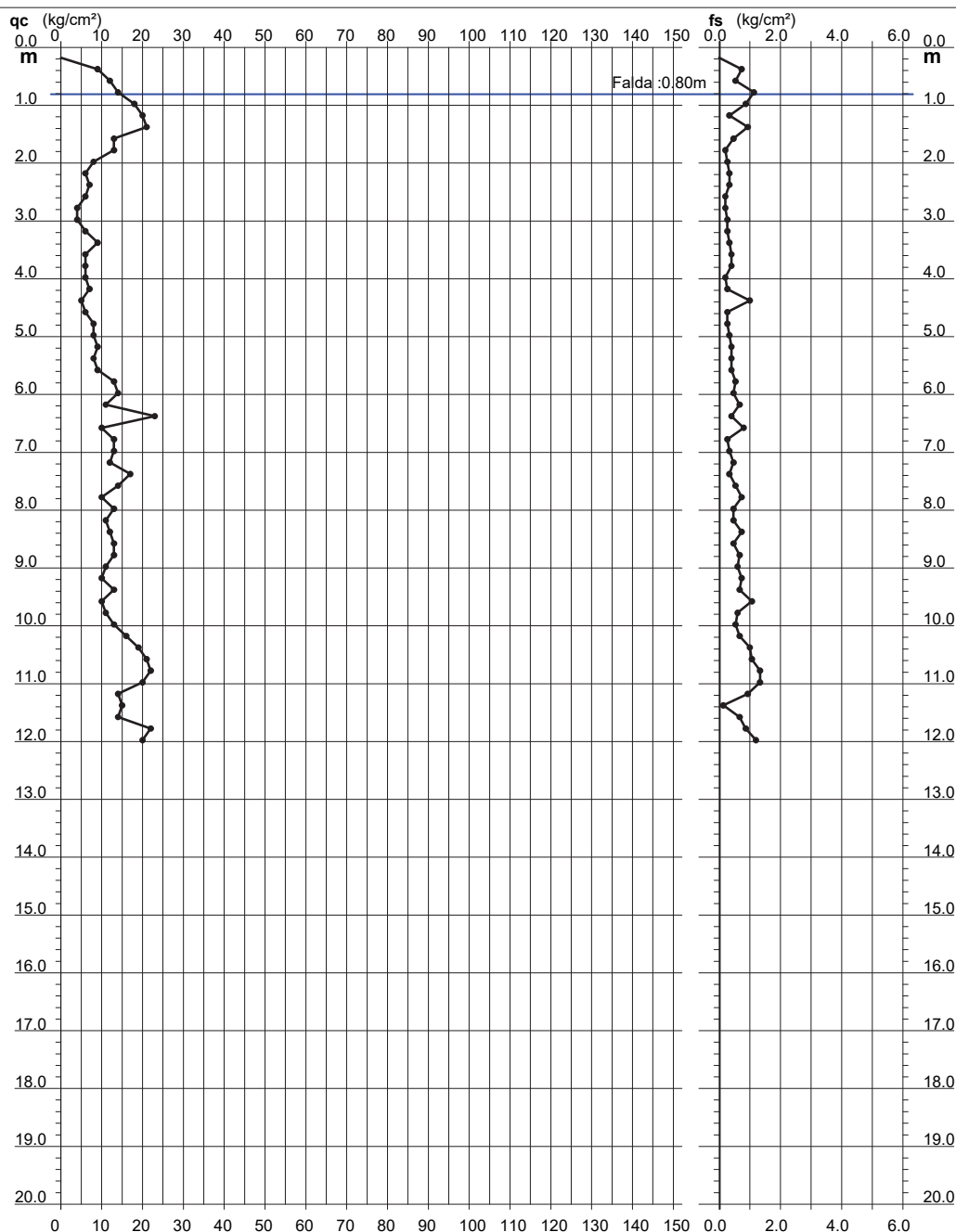
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.80 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



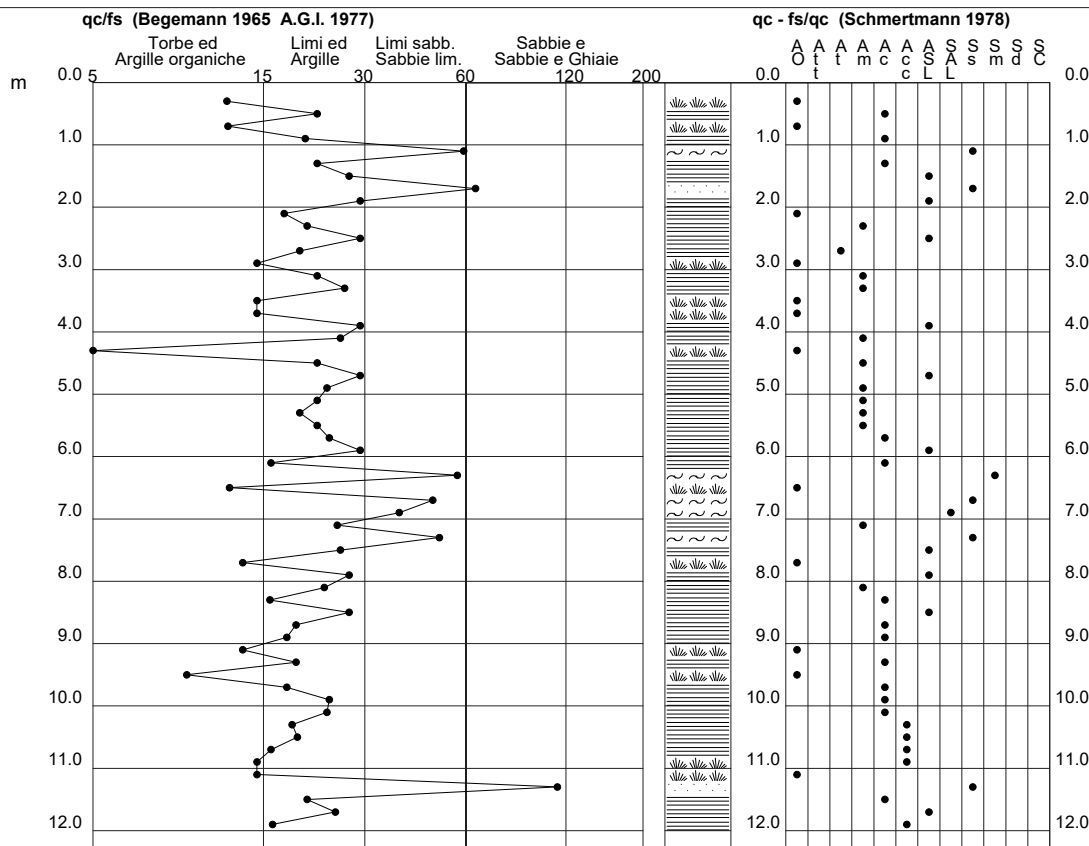
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 6

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.80 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 6

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuovo capannone
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 0.80 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	---	---	---	---	---	6.20	11.0	21.0	11.0	0.67	16.0
0.40	9.0	20.0	9.0	0.73	12.0	6.40	23.0	29.0	23.0	0.40	57.0
0.60	12.0	20.0	12.0	0.53	22.0	6.60	10.0	22.0	10.0	0.80	12.0
0.80	14.0	31.0	14.0	1.13	12.0	6.80	13.0	17.0	13.0	0.27	49.0
1.00	18.0	31.0	18.0	0.87	21.0	7.00	13.0	18.0	13.0	0.33	39.0
1.20	20.0	25.0	20.0	0.33	60.0	7.20	12.0	19.0	12.0	0.47	26.0
1.40	21.0	35.0	21.0	0.93	22.0	7.40	17.0	22.0	17.0	0.33	51.0
1.60	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0	7.60	14.0	22.0	14.0	0.53	26.0
1.80	13.0	16.0	13.0	0.20	65.0	7.80	10.0	21.0	10.0	0.73	14.0
2.00	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	8.00	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0
2.20	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0	8.20	11.0	18.0	11.0	0.47	24.0
2.40	7.0	12.0	7.0	0.33	21.0	8.40	12.0	23.0	12.0	0.73	16.0
2.60	6.0	9.0	6.0	0.20	30.0	8.60	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0
2.80	4.0	7.0	4.0	0.20	20.0	8.80	13.0	23.0	13.0	0.67	19.0
3.00	4.0	8.0	4.0	0.27	15.0	9.00	11.0	20.0	11.0	0.60	18.0
3.20	6.0	10.0	6.0	0.27	22.0	9.20	10.0	21.0	10.0	0.73	14.0
3.40	9.0	14.0	9.0	0.33	27.0	9.40	13.0	23.0	13.0	0.67	19.0
3.60	6.0	12.0	6.0	0.40	15.0	9.60	10.0	26.0	10.0	1.07	9.0
3.80	6.0	12.0	6.0	0.40	15.0	9.80	11.0	20.0	11.0	0.60	18.0
4.00	6.0	9.0	6.0	0.20	30.0	10.00	13.0	21.0	13.0	0.53	24.0
4.20	7.0	11.0	7.0	0.27	26.0	10.20	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0
4.40	5.0	20.0	5.0	1.00	5.0	10.40	19.0	34.0	19.0	1.00	19.0
4.60	6.0	10.0	6.0	0.27	22.0	10.60	21.0	37.0	21.0	1.07	20.0
4.80	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	10.80	22.0	42.0	22.0	1.33	16.0
5.00	8.0	13.0	8.0	0.33	24.0	11.00	20.0	40.0	20.0	1.33	15.0
5.20	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0	11.20	14.0	28.0	14.0	0.93	15.0
5.40	8.0	14.0	8.0	0.40	20.0	11.40	15.0	17.0	15.0	0.13	112.0
5.60	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0	11.60	14.0	24.0	14.0	0.67	21.0
5.80	13.0	21.0	13.0	0.53	24.0	11.80	22.0	35.0	22.0	0.87	25.0
6.00	14.0	21.0	14.0	0.47	30.0	12.00	20.0	38.0	20.0	1.20	17.0

Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: **DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; **ø':** Angolo di attrito drenato; **Ed:** Modulo Edometrico; **cu:** Coesione non drenata; **c':** Coesione drenata; **E:** modulo elastico; **v:** coeff. Poisson.

Prova Cpt6 falda: 0,80 m da p.c.

Prof. m da p.c.		DH	Gam	Gams	ø'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	m	Kg/m ³	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,20	0,20	1800,0	2050,0							Terreno vegetale
0,20	0,60	0,40	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	48,0	60,0	0,50	Argilla limosa
0,60	1,20	0,60	1850,0	2150,0	18,0	0,65	0,07	61,0	80,0	0,50	Argilla limosa
1,20	2,00	0,80	1800,0	2100,0	14,0	0,40	0,04	42,0	50,0	0,50	Limo argilloso
2,00	3,40	1,40	1800,0	2100,0	12,0	0,30	0,03	30,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,40	3,80	0,40	1800,0	2100,0	11,0	0,20	0,02	10,0	40,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,80	3,80	0,00	1800,0	2100,0	12,0	0,30	0,03	30,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
3,80	4,60	0,80	1800,0	2100,0	12,0	0,40	0,04	35,0	45,0	0,50	Argilla limosa molto molle
4,60	5,60	1,00	1800,0	2150,0	12,0	0,35	0,04	30,0	40,0	0,50	Argilla limosa molle
5,60	6,20	0,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
6,20	6,40	0,20	1950,0	2200,0	25,0	0,35	0,04	69,0	90,0	0,40	Sabbia limosa -limo sabbioso
6,40	10,00	3,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
10,00	10,40	0,40	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	51,0	60,0	0,50	Argilla limosa
10,40	12,00	1,60	1850,0	2150,0	17,0	0,60	0,06	55,0	70,0	0,50	Argilla limosa

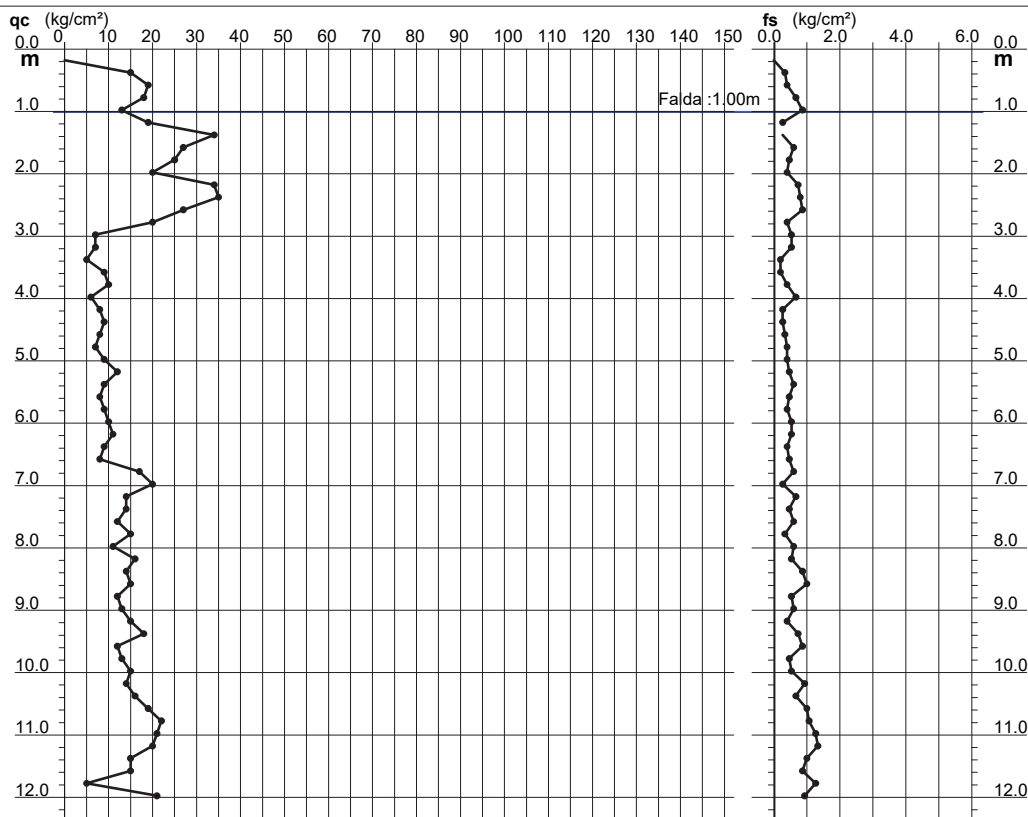
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 7

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuova serra
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 7

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuova serra
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-	m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-
0.20	---	---	---	---	---	6.20	11.0	19.0	11.0	0.53	21.0
0.40	15.0	20.0	15.0	0.33	45.0	6.40	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0
0.60	19.0	25.0	19.0	0.40	47.0	6.60	8.0	15.0	8.0	0.47	17.0
0.80	18.0	28.0	18.0	0.67	27.0	6.80	17.0	26.0	17.0	0.60	28.0
1.00	13.0	26.0	13.0	0.87	15.0	7.00	20.0	24.0	20.0	0.27	75.0
1.20	19.0	23.0	19.0	0.27	71.0	7.20	14.0	24.0	14.0	0.67	21.0
1.40	34.0	33.0	34.0	---	---	7.40	14.0	21.0	14.0	0.47	30.0
1.60	27.0	36.0	27.0	0.60	45.0	7.60	12.0	21.0	12.0	0.60	20.0
1.80	25.0	32.0	25.0	0.47	54.0	7.80	15.0	20.0	15.0	0.33	45.0
2.00	20.0	26.0	20.0	0.40	50.0	8.00	11.0	20.0	11.0	0.60	18.0
2.20	34.0	45.0	34.0	0.73	46.0	8.20	16.0	24.0	16.0	0.53	30.0
2.40	35.0	47.0	35.0	0.80	44.0	8.40	14.0	27.0	14.0	0.87	16.0
2.60	27.0	40.0	27.0	0.87	31.0	8.60	15.0	30.0	15.0	1.00	15.0
2.80	20.0	26.0	20.0	0.40	50.0	8.80	12.0	20.0	12.0	0.53	22.0
3.00	7.0	15.0	7.0	0.53	13.0	9.00	13.0	22.0	13.0	0.60	22.0
3.20	7.0	15.0	7.0	0.53	13.0	9.20	15.0	21.0	15.0	0.40	37.0
3.40	5.0	8.0	5.0	0.20	25.0	9.40	18.0	29.0	18.0	0.73	25.0
3.60	9.0	12.0	9.0	0.20	45.0	9.60	12.0	25.0	12.0	0.87	14.0
3.80	10.0	16.0	10.0	0.40	25.0	9.80	13.0	20.0	13.0	0.47	28.0
4.00	6.0	16.0	6.0	0.67	9.0	10.00	15.0	23.0	15.0	0.53	28.0
4.20	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	10.20	14.0	28.0	14.0	0.93	15.0
4.40	9.0	13.0	9.0	0.27	34.0	10.40	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0
4.60	8.0	13.0	8.0	0.33	24.0	10.60	19.0	34.0	19.0	1.00	19.0
4.80	7.0	13.0	7.0	0.40	17.0	10.80	22.0	38.0	22.0	1.07	21.0
5.00	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0	11.00	21.0	40.0	21.0	1.27	17.0
5.20	12.0	19.0	12.0	0.47	26.0	11.20	20.0	40.0	20.0	1.33	15.0
5.40	9.0	18.0	9.0	0.60	15.0	11.40	15.0	30.0	15.0	1.00	15.0
5.60	8.0	15.0	8.0	0.47	17.0	11.60	15.0	28.0	15.0	0.87	17.0
5.80	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0	11.80	5.0	24.0	5.0	1.27	4.0
6.00	10.0	18.0	10.0	0.53	19.0	12.00	21.0	35.0	21.0	0.93	22.0

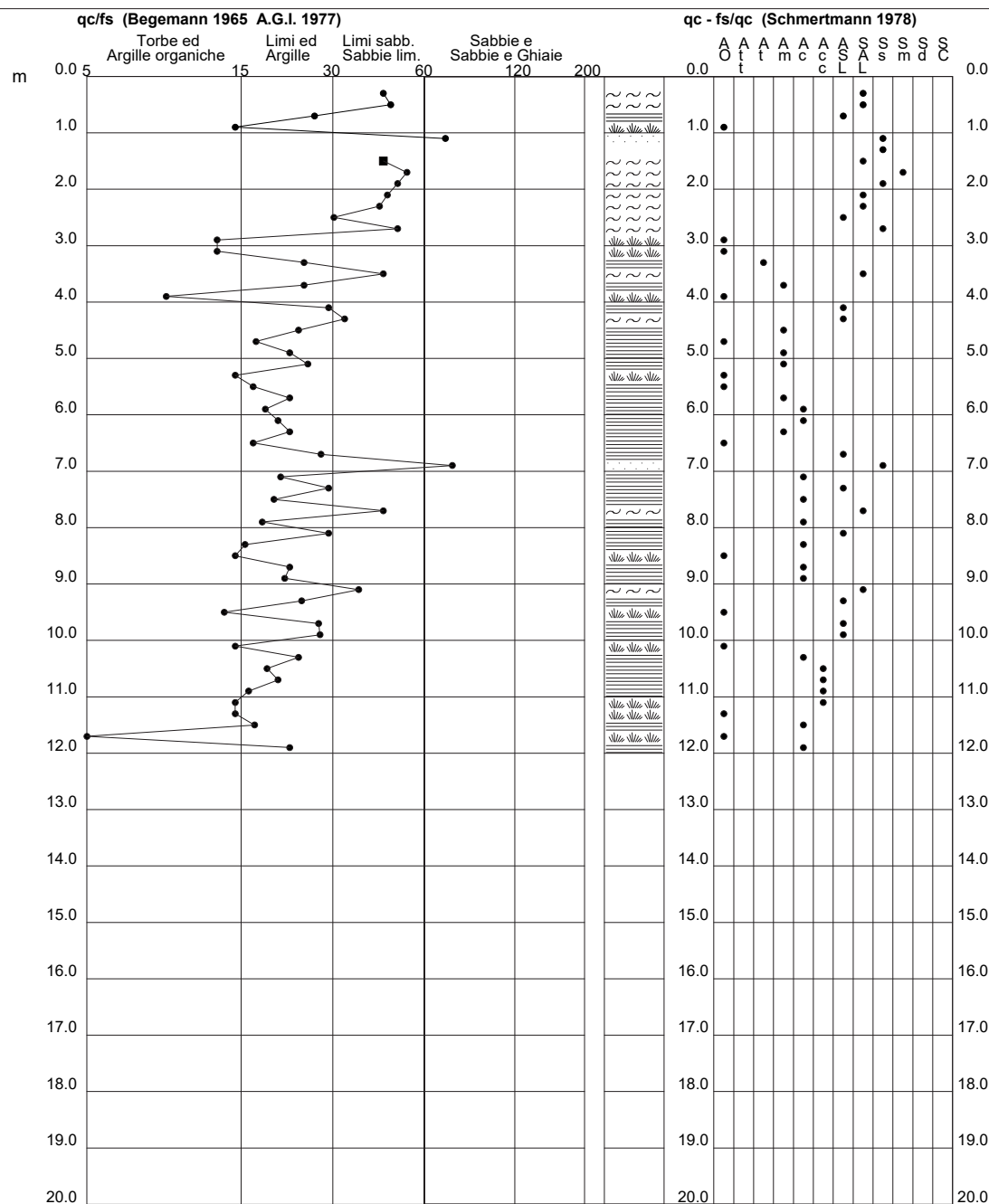
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 7

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuova serra
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: **DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; ϕ' : Angolo di attrito drenato; **Ed:** Modulo Edometrico; **cu:** Coesione non drenata; **c':** coesione drenata; **E:** modulo elastico; **v:** coeff. Poisson.

Prova Cpt7 falda: 1,00 m da p.c.

Prof. m da p.c.		DH	Gam	Gams	ϕ'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	m	Kg/m ³	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,40	0,40	1800,0	2050,0							Terreno vegetale
0,40	1,00	0,60	1850,0	2150,0	16,0	0,55	0,06	52,0	70,0	0,50	Argilla limosa
1,00	2,80	1,80	2000,0	2250,0	26,0	0,35	0,03	70,0	120,0	0,35	Sabbia limosa
2,80	3,40	0,60	1800,0	2100,0	12,0	0,30	0,03	25,0	35,0	0,45	Limo argilloso molto molle
3,40	4,40	1,00	1800,0	2100,0	12,0	0,35	0,04	30,0	42,0	0,45	Limo argilloso molto molle
4,40	6,60	2,20	1800,0	2100,0	13,0	0,40	0,04	35,0	47,0	0,50	Argilla limosa molle
6,60	7,00	0,40	1850,0	2150,0	17,0	0,60	0,06	55,0	75,0	0,50	Argilla limosa
7,00	10,20	3,20	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	47,0	65,0	0,50	Argilla limosa -limo argilloso
10,20	11,20	1,00	1850,0	2150,0	17,0	0,60	0,06	55,0	75,0	0,50	Argilla limosa
11,20	12,00	0,80	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa

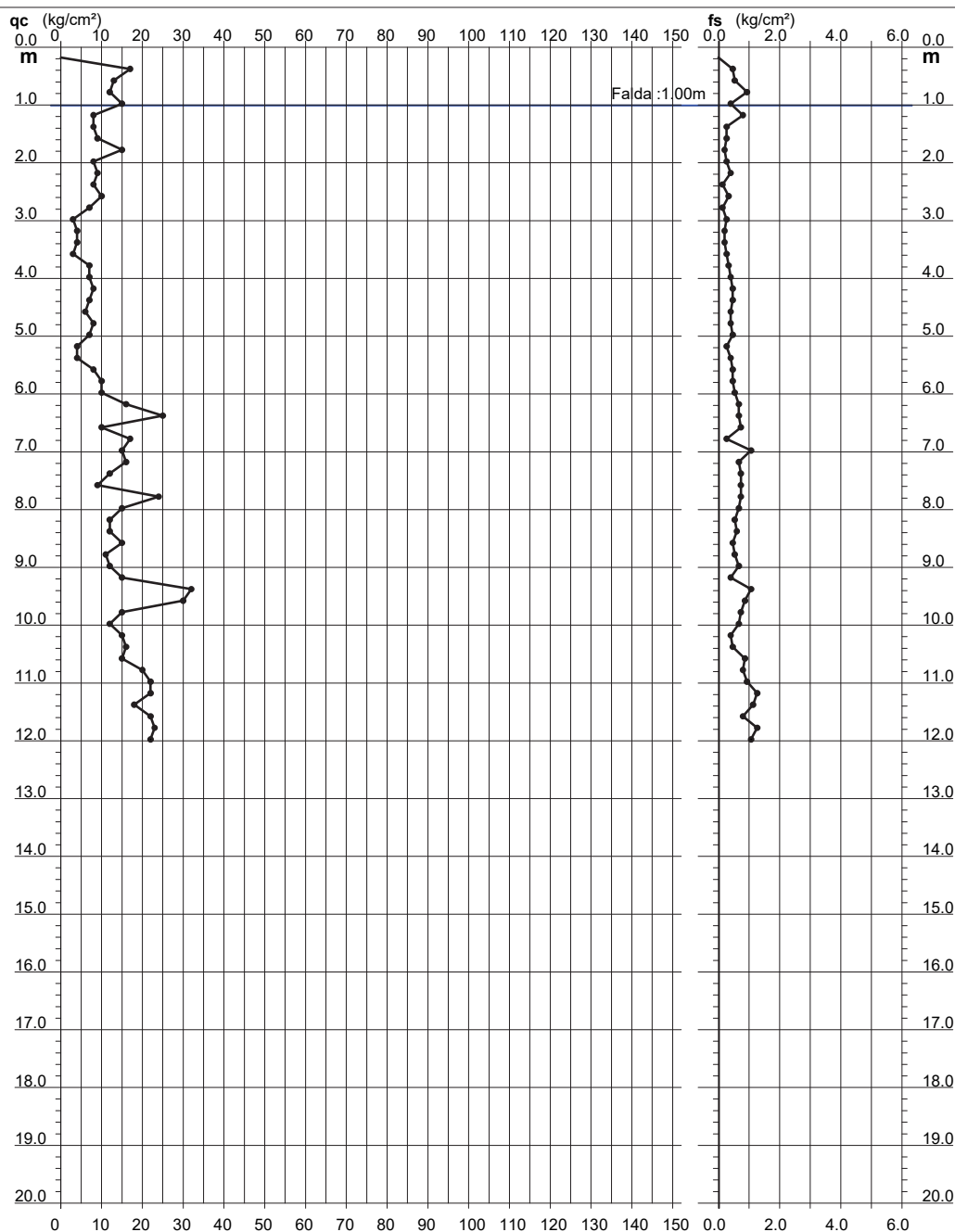
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 8

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuova serra
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



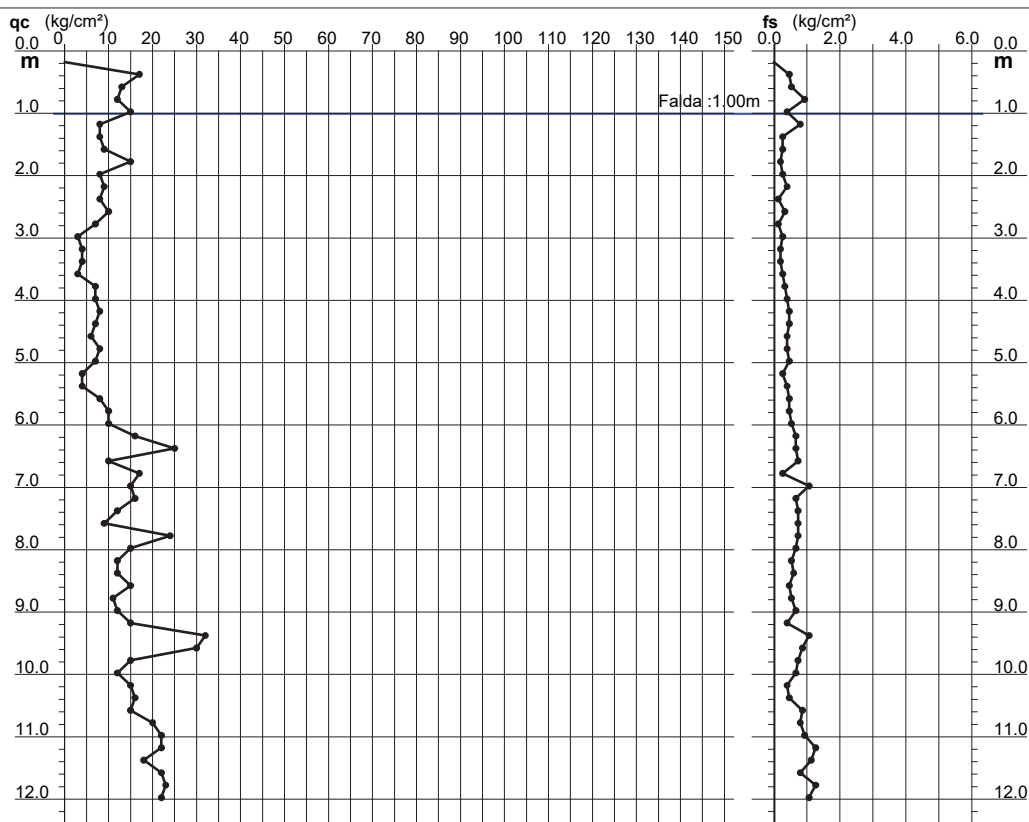
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 8

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuova serra
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 8

2.0105-148

- committente : Checchi & Magli
- lavoro : Nuova serra
- località : Cento di Budrio (BO)
- assist. cantiere :

- data : 26/06/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1.00 da quota inizio
- data di emissione : 02/07/2019

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-	m	-	-	Kg/cm²	Kg/cm²	-
0.20	----	----	---	-----	---	6.20	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0
0.40	17.0	24.0	17.0	0.47	36.0	6.40	25.0	35.0	25.0	0.67	37.0
0.60	13.0	21.0	13.0	0.53	24.0	6.60	10.0	21.0	10.0	0.73	14.0
0.80	12.0	26.0	12.0	0.93	13.0	6.80	17.0	21.0	17.0	0.27	64.0
1.00	15.0	21.0	15.0	0.40	37.0	7.00	15.0	31.0	15.0	1.07	14.0
1.20	8.0	20.0	8.0	0.80	10.0	7.20	16.0	26.0	16.0	0.67	24.0
1.40	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	7.40	12.0	23.0	12.0	0.73	16.0
1.60	9.0	13.0	9.0	0.27	34.0	7.60	9.0	20.0	9.0	0.73	12.0
1.80	15.0	18.0	15.0	0.20	75.0	7.80	24.0	35.0	24.0	0.73	33.0
2.00	8.0	12.0	8.0	0.27	30.0	8.00	15.0	25.0	15.0	0.67	22.0
2.20	9.0	15.0	9.0	0.40	22.0	8.20	12.0	20.0	12.0	0.53	22.0
2.40	8.0	10.0	8.0	0.13	60.0	8.40	12.0	21.0	12.0	0.60	20.0
2.60	10.0	15.0	10.0	0.33	30.0	8.60	15.0	22.0	15.0	0.47	32.0
2.80	7.0	9.0	7.0	0.13	52.0	8.80	11.0	19.0	11.0	0.53	21.0
3.00	3.0	7.0	3.0	0.27	11.0	9.00	12.0	22.0	12.0	0.67	18.0
3.20	4.0	7.0	4.0	0.20	20.0	9.20	15.0	21.0	15.0	0.40	37.0
3.40	4.0	7.0	4.0	0.20	20.0	9.40	32.0	48.0	32.0	1.07	30.0
3.60	3.0	7.0	3.0	0.27	11.0	9.60	30.0	43.0	30.0	0.87	35.0
3.80	7.0	12.0	7.0	0.33	21.0	9.80	15.0	26.0	15.0	0.73	20.0
4.00	7.0	13.0	7.0	0.40	17.0	10.00	12.0	22.0	12.0	0.67	18.0
4.20	8.0	15.0	8.0	0.47	17.0	10.20	15.0	21.0	15.0	0.40	37.0
4.40	7.0	14.0	7.0	0.47	15.0	10.40	16.0	23.0	16.0	0.47	34.0
4.60	6.0	12.0	6.0	0.40	15.0	10.60	15.0	28.0	15.0	0.87	17.0
4.80	8.0	14.0	8.0	0.40	20.0	10.80	20.0	32.0	20.0	0.80	25.0
5.00	7.0	14.0	7.0	0.47	15.0	11.00	22.0	36.0	22.0	0.93	24.0
5.20	4.0	8.0	4.0	0.27	15.0	11.20	22.0	41.0	22.0	1.27	17.0
5.40	4.0	10.0	4.0	0.40	10.0	11.40	18.0	35.0	18.0	1.13	16.0
5.60	8.0	15.0	8.0	0.47	17.0	11.60	22.0	34.0	22.0	0.80	27.0
5.80	10.0	17.0	10.0	0.47	21.0	11.80	23.0	42.0	23.0	1.27	18.0
6.00	10.0	18.0	10.0	0.53	19.0	12.00	22.0	38.0	22.0	1.07	21.0

Allegato 1

Prove Penetrometriche CPT

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI: **DH:** Spessore dello strato; **Gam:** Peso unità di volume; **Gams:** Peso unità di volume saturo; ϕ' : Angolo di attrito drenato; **Ed:** Modulo Edometrico; **cu:** Coesione non drenata; **c':** coesione drenata; **E:** modulo elastico; **v:** coeff. Poisson.

Prova Cpt8 falda: 1,00 m da p.c.

Prof. m da p.c.		DH	Gam	Gams	ϕ'	cu	c'	Ed	E	v	Litologia
da m	a m	m	Kg/m ³	Kg/m ³	gradi	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
0,00	0,40	0,40	1800,0	2050,0							Terreno vegetale
0,40	1,00	0,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
1,00	2,60	1,60	1800,0	2100,0	13,0	0,40	0,04	35,0	50,0	0,45	Limo argilloso sabbioso molle
2,60	5,60	3,00	1800,0	2100,0	12,0	0,30	0,03	25,0	35,0	0,50	Argilla limosa molto molle
5,60	7,40	1,80	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,45	Argilla limosa sabbiosa
7,40	7,60	0,20	1900,0	2200,0	25,0	0,35	0,03	35,0	50,0	0,40	Sabbia limosa
7,60	9,20	1,60	1850,0	2150,0	15,0	0,50	0,05	45,0	60,0	0,50	Argilla limosa
9,20	9,60	0,40	2000,0	2250,0	26,0	0,35	0,03	85,0	140,0	0,35	Sabbia limosa
9,60	10,60	1,00	1850,0	2150,0	16,0	0,55	0,06	50,0	65,0	0,50	Argilla limosa
10,60	12,00	1,40	1850,0	2150,0	18,0	0,65	0,07	60,0	80,0	0,50	Argilla limosa

MAGLI & CHECCHI, BUDRIO (BO) TR1

Instrument: TEN-0027/01-07

Start recording: 26/06/19 12:47:37 End recording: 26/06/19 13:07:38

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 93% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

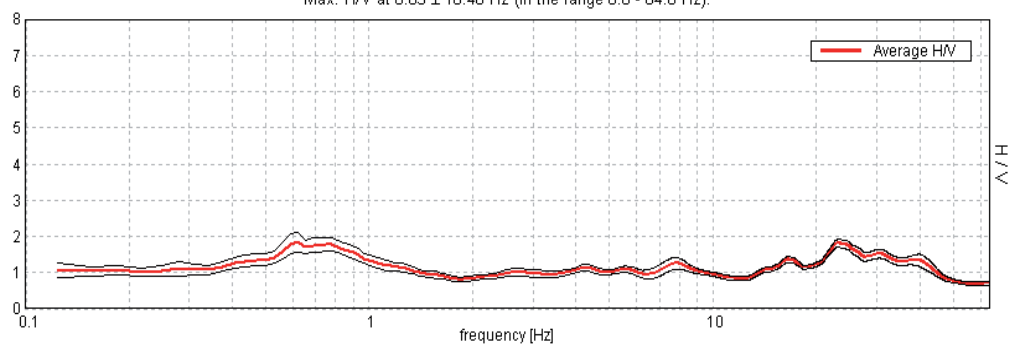
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

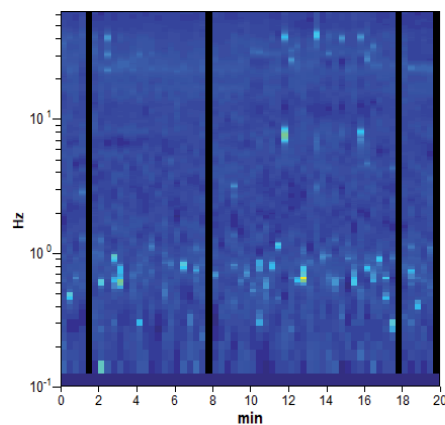
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

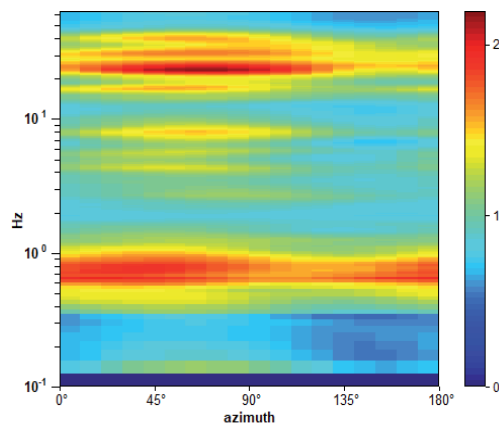
Max. H/V at 0.63 ± 16.46 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



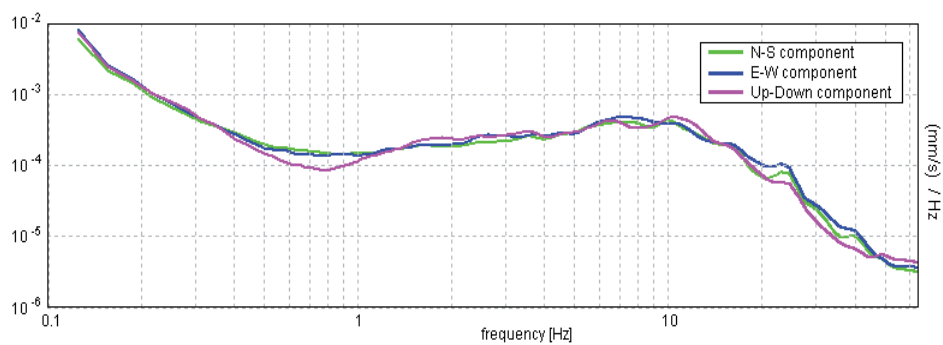
H/V TIME HISTORY



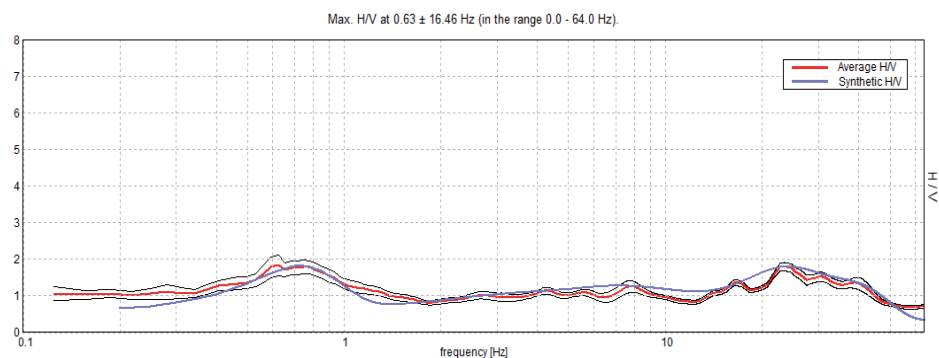
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

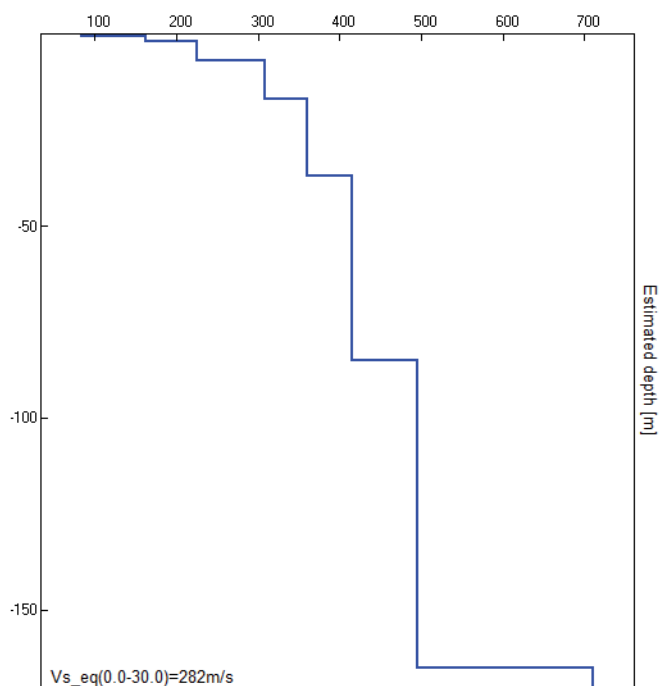


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.55	0.55	84	0.42
2.05	1.50	162	0.42
7.05	5.00	225	0.42
17.05	10.00	309	0.42
37.05	20.00	360	0.42
85.05	48.00	415	0.42
165.05	80.00	495	0.42
inf.	inf.	710	0.42

$V_s(0.0-30.0)=282\text{m/s}$
 Terreno tipo "C"



Max. H/V at 0.63 ± 16.46 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.63 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$700.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 31 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.84 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 26.33685 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$16.46053 < 0.09375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.275 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

BUDRIO, BUDRIO (BO) TR2

Instrument: TEN-0027/01-07

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 26/06/19 14:57:45

End recording: 26/06/19 15:17:46

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS data not available

Trace length: 0h20'00".

Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

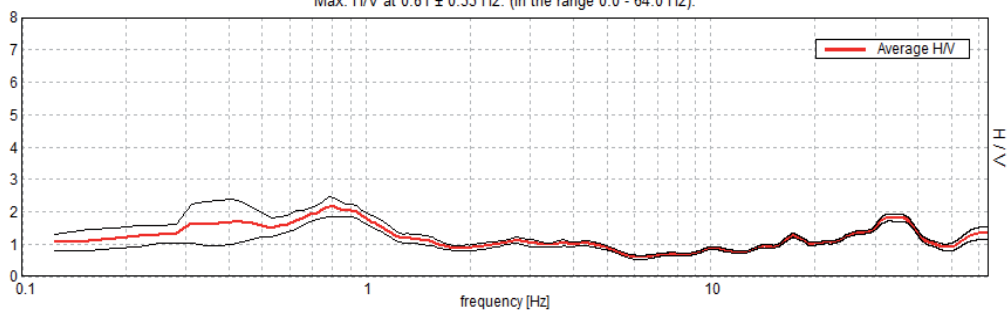
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

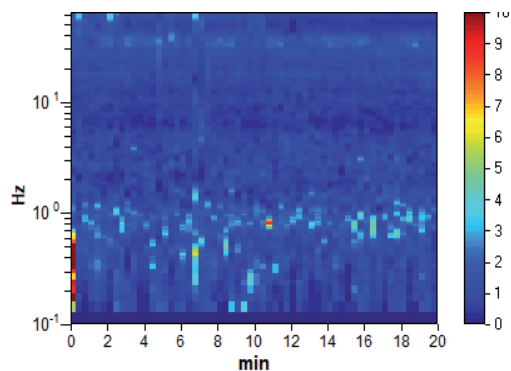
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

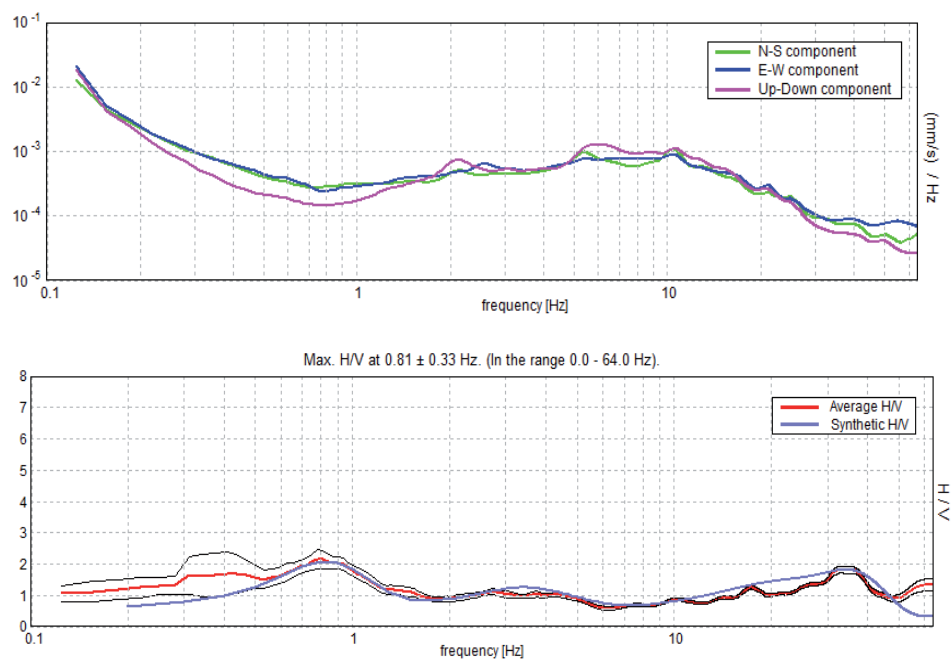
Max. H/V at 0.81 ± 0.33 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

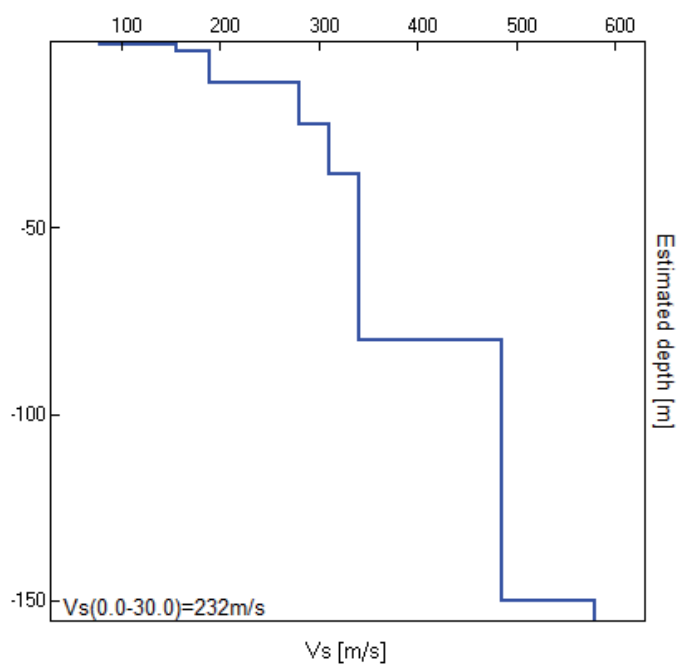


SINGLE COMPONENT SPECTRA



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.55	0.55	78	0.42
2.35	1.80	155	0.42
10.85	8.50	190	0.42
22.35	11.50	280	0.42
35.35	13.00	310	0.42
80.35	45.00	340	0.42
150.35	70.00	485	0.42
inf.	inf.	580	0.42

$V_s(0.0-30.0)=232\text{m/s}$
Terreno tipo "C"



Max. H/V at 0.81 ± 0.33 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$975.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz	Exceeded 0 out of 40 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.15 > 2$	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.40646 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.33025 < 0.12188$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2889 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Parametri sismici

Tipo di elaborazione NTC 2018

Sito in esame.

latitudine: 44,524067
longitudine: 11,529897
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16733	Lat: 44,5187	Lon: 11,5276	Distanza: 628,813
Sito 2	ID: 16734	Lat: 44,5198	Lon: 11,5977	Distanza: 5393,260
Sito 3	ID: 16512	Lat: 44,5698	Lon: 11,5961	Distanza: 7304,679
Sito 4	ID: 16511	Lat: 44,5686	Lon: 11,5260	Distanza: 4964,744

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,054 g
Fo: 2,464
Tc*: 0,259 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,067 g
Fo: 2,460
Tc*: 0,272 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,175 g
Fo: 2,431
Tc*: 0,303 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,229 g
Fo: 2,406
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici NTC 2018

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,790
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,610
St: 1,000
Kh: 0,048
Kv: 0,024
Amax: 0,992
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,440
Cc: 1,560
St: 1,000
Kh: 0,096
Kv: 0,048
Amax: 2,470
Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,370
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 3,076
Beta: 0,000

Coordinate WGS84

latitudine: 44.523130
longitudine: 11.528908

DATI GENERALI

Data 03/07/2019
 Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA
 Profondità falda idrica 1 m

DATI SIMICI
 Accelerazione Bedrock 0.175
 Fattore amplificazione 2.431

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360
 Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.44
 Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
 Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14
 Distanza epicentro 5 Km
 Peak ground acceleration (PGA) 0.252

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unià volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)
1	limo argilloso	0	1	18.5	21.5	1300	62
2	argilla limosa	1	1.6	18.5	21.5	970	49
3	Sabbia limosa	1.6	2.8	20	22.5	1460	31
4	limo sabbioso	2.8	3.2	18.5	21.5	466	36
5	Argilla limosa	3.2	4	18	21	900	45
6	sabbia limosa	4	4.8	20	22.5	1575	44
7	Argilla limosi	4.8	5.4	18	21	733	38
8	limo argilloso	5.4	7	19	22	1388	71
9	sabbia limosa	7	7.2	20	22.5	5300	67
10	Limo argilloso	7.2	10	19	22	1736	75
11	sabbia limosa	10	10.2	20	22.5	3900	47
12	Argilla	10.2	11	18.5	21.5	1600	80

	limosa						
13	Argilla limosa	11	12.4	18.5	21.5	4160	163
14	Argilla limosa	12.4	12.8	18.5	21.5	1150	170
15	Argille limosa	12.8	14.6	18.5	21.5	1389	93
16	Argilla limosa	14.6	15.2	18.5	21.5	2034	120
17	Argille limose	15.2	18.6	19	22	3376	215

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.08

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	22.800	20.839	9.573	5.173	2.783	3.146737	0.000	1.034	0.000	0.000	0.000	NL	37.00	molto basso
1.40	27.100	23.177	9.573	5.197	2.805	2.956961	0.000	1.031	0.000	0.000	0.000	NL	37.00	Molto basso
1.60	31.400	25.516	9.573	5.221	2.826	2.789902	0.000	1.027	0.000	0.000	0.000	NL	37.00	Molto basso
1.80	35.900	28.055	14.409	2.177	2.482	2.455459	72.829	1.023	0.123	0.214	0.573	L	7.34	alto
2.00	40.400	30.593	14.409	2.184	2.501	2.333749	72.138	1.019	0.122	0.220	0.552	L	8.50	Alto
2.20	44.900	33.132	14.409	2.191	2.519	2.22434	71.529	1.015	0.121	0.225	0.536	L	9.64	alto
2.40	49.400	35.671	14.409	2.198	2.537	2.125379	70.988	1.011	0.120	0.229	0.523	L	10.76	Alto
2.60	53.900	38.209	14.409	2.205	2.553	2.038481	70.523	1.007	0.119	0.233	0.512	L	11.85	Alto
2.80	58.400	40.748	14.409	2.212	2.569	1.95567	70.085	1.003	0.119	0.235	0.504	L	12.93	alto
3.00	62.700	43.087	4.599	8.926	3.343	2.127016	70.085	0.998	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
3.20	67.000	45.425	4.599	9.023	3.363	2.039243	70.085	0.994	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
3.40	71.200	47.664	8.882	5.430	3.011	1.850644	70.085	0.990	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
3.60	75.400	49.903	8.882	5.457	3.025	1.7879	70.085	0.985	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
3.80	79.600	52.141	8.882	5.485	3.039	1.730363	70.085	0.981	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
4.00	83.800	54.380	8.882	5.513	3.053	1.676253	70.085	0.976	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
4.20	88.300	56.919	15.544	2.960	2.707	1.550356	70.085	0.971	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
4.40	92.800	59.45	15.54	2.969	2.719	1.503	70.08	0.966	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto

Allegato 4

Liquefazione

	0	7	4			847	5							basso
4.60	97.30	61.99	15.54	2.978	2.731	1.459	70.08	0.962	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	0	6	4			953	5							
4.80	101.8	64.53	15.54	2.987	2.742	1.418	70.08	0.957	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	5	4			031	5							
5.00	106.0	66.77	7.234	6.061	3.219	1.440	70.08	0.952	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	3				643	5							
5.20	110.2	69.01	7.234	6.101	3.232	1.401	70.08	0.947	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	2				546	5							
5.40	114.4	71.25	7.234	6.143	3.245	1.364	70.08	0.942	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	1				189	5							
5.60	118.8	73.68	13.69	5.594	2.997	1.292	70.08	0.937	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	9	8			672	5							
5.80	123.2	76.12	13.69	5.614	3.008	1.260	70.08	0.932	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	8	8			518	5							
6.00	127.6	78.56	13.69	5.633	3.018	1.229	70.08	0.926	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	7	8			74	5							
6.20	132.0	81.00	13.69	5.653	3.028	1.200	70.08	0.921	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	5	8			488	5							
6.40	136.4	83.44	13.69	5.673	3.038	1.172	70.08	0.916	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	4	8			526	5							
6.60	140.8	85.88	13.69	5.693	3.048	1.145	70.08	0.911	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	3	8			73	5							
6.80	145.2	88.32	13.69	5.713	3.057	1.120	70.08	0.905	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	1	8			123	5							
7.00	149.6	90.76	13.69	5.733	3.067	1.095	70.08	0.900	0.119	0.235	0.000	NL	12.93	Molto basso
	00	0	8			574	5							
7.20	154.1	93.29	52.30	1.302	2.194	1.052	78.44	0.895	0.125	0.242	0.518	NL	28.47	Molto basso
	00	9	7			536	6							
7.40	158.5	95.73	17.13	4.754	2.949	1.046	78.44	0.889	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	7	3			687	6							
7.60	162.9	98.17	17.13	4.768	2.958	1.025	78.44	0.884	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	6	3			814	6							
7.80	167.3	100.6	17.13	4.781	2.966	1.005	78.44	0.878	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	15	3			714	6							
8.00	171.7	103.0	17.13	4.794	2.974	0.986	78.44	0.873	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	54	3			3461	6							
8.20	176.1	105.4	17.13	4.808	2.982	0.967	78.44	0.868	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	92	3			6697	6							
8.40	180.5	107.9	17.13	4.822	2.990	0.949	78.44	0.862	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	31	3			6486	6							
8.60	184.9	110.3	17.13	4.835	2.998	0.932	78.44	0.857	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	70	3			2401	6							
8.80	189.3	112.8	17.13	4.849	3.006	0.915	78.44	0.851	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	08	3			4265	6							
9.00	193.7	115.2	17.13	4.863	3.014	0.899	78.44	0.846	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	47	3			1734	6							
9.20	198.1	117.6	17.13	4.877	3.021	0.883	78.44	0.840	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	86	3			4536	6							
9.40	202.5	120.1	17.13	4.891	3.029	0.868	78.44	0.834	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	24	3			2078	6							
9.60	206.9	122.5	17.13	4.905	3.037	0.853	78.44	0.829	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	63	3			4718	6							
9.80	211.3	125.0	17.13	4.919	3.044	0.839	78.44	0.823	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
	00	02	3			1969	6							

Allegato 4

Liquefazione

10.00	215.7 00	127.4 40	17.13 3	4.933	3.051	0.825 3618	78.44 6	0.818	0.125	0.242	0.000	NL	28.47	Molto basso
10.20	220.2 00	129.9 79	38.49 0	1.277	2.389	0.836 7959	69.65 9	0.812	0.115	0.225	0.509	L	37.31	Molto alto
10.40	224.5 00	132.3 18	15.79 1	5.816	3.142	0.796 534	69.65 9	0.807	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
10.60	228.8 00	134.6 56	15.79 1	5.834	3.149	0.784 2964	69.65 9	0.801	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
10.80	233.1 00	136.9 95	15.79 1	5.853	3.156	0.772 4036	69.65 9	0.796	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
11.00	237.4 00	139.3 34	15.79 1	5.871	3.163	0.760 8415	69.65 9	0.790	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
11.20	241.7 00	141.6 72	41.05 6	4.160	2.707	0.786 8887	69.65 9	0.785	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
11.40	246.0 00	144.0 11	41.05 6	4.165	2.712	0.777 2011	69.65 9	0.779	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
11.60	250.3 00	146.3 50	41.05 6	4.169	2.716	0.767 7401	69.65 9	0.774	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
11.80	254.6 00	148.6 88	41.05 6	4.174	2.721	0.758 3162	69.65 9	0.768	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
12.00	258.9 00	151.0 27	41.05 6	4.178	2.726	0.749 2731	69.65 9	0.763	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
12.20	263.2 00	153.3 66	41.05 6	4.183	2.730	0.740 4342	69.65 9	0.758	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
12.40	267.5 00	155.7 04	41.05 6	4.188	2.735	0.731 7927	69.65 9	0.752	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
12.60	271.8 00	158.0 43	11.35 0	19.35 8	3.691	0.666 2407	69.65 9	0.747	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
12.80	276.1 00	160.3 82	11.35 0	19.45 3	3.698	0.656 9037	69.65 9	0.741	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
13.00	280.4 00	162.7 20	13.70 8	8.389	3.381	0.654 7917	69.65 9	0.736	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
13.20	284.7 00	165.0 59	13.70 8	8.422	3.388	0.646 018	69.65 9	0.731	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
13.40	289.0 00	167.3 98	13.70 8	8.455	3.395	0.637 4579	69.65 9	0.726	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
13.60	293.3 00	169.7 36	13.70 8	8.488	3.402	0.629 1036	69.65 9	0.720	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
13.80	297.6 00	172.0 75	13.70 8	8.521	3.409	0.620 7466	69.65 9	0.715	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
14.00	301.9 00	174.4 14	13.70 8	8.555	3.416	0.612 7757	69.65 9	0.710	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
14.20	306.2 00	176.7 52	13.70 8	8.589	3.422	0.604 99	69.65 9	0.705	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
14.40	310.5 00	179.0 91	13.70 8	8.623	3.429	0.597 3834	69.65 9	0.700	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
14.60	314.8 00	181.4 30	13.70 8	8.658	3.436	0.589 95	69.65 9	0.695	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
14.80	319.1 00	183.7 68	20.07 4	6.997	3.214	0.600 073	69.65 9	0.690	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
15.00	323.4 00	186.1 07	20.07 4	7.015	3.220	0.593 1019	69.65 9	0.685	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
15.20	327.7 00	188.4 46	20.07 4	7.033	3.225	0.585 9946	69.65 9	0.680	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
15.40	332.1	190.8	33.31	7.063	3.027	0.607	69.65	0.675	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto

Allegato 4

Liquefazione

	00	84	9			3211	9							basso
15.60	336.5	193.3	33.31	7.074	3.031	0.600	69.65	0.670	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	23	9			7153	9							
15.80	340.9	195.7	33.31	7.084	3.035	0.593	69.65	0.665	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	62	9			8705	9							
16.00	345.3	198.2	33.31	7.094	3.040	0.587	69.65	0.660	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	00	9			5182	9							
16.20	349.7	200.6	33.31	7.104	3.044	0.581	69.65	0.655	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	39	9			2916	9							
16.40	354.1	203.0	33.31	7.115	3.048	0.575	69.65	0.651	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	78	9			1871	9							
16.60	358.5	205.5	33.31	7.125	3.052	0.569	69.65	0.646	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	16	9			201	9							
16.80	362.9	207.9	33.31	7.136	3.057	0.563	69.65	0.641	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	55	9			3301	9							
17.00	367.3	210.3	33.31	7.146	3.061	0.557	69.65	0.637	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	94	9			1485	9							
17.20	371.7	212.8	33.31	7.156	3.065	0.551	69.65	0.632	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	32	9			4902	9							
17.40	376.1	215.2	33.31	7.167	3.069	0.545	69.65	0.628	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	71	9			9379	9							
17.60	380.5	217.7	33.31	7.177	3.074	0.540	69.65	0.623	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	10	9			4885	9							
17.80	384.9	220.1	33.31	7.188	3.078	0.535	69.65	0.619	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	48	9			1394	9							
18.00	389.3	222.5	33.31	7.199	3.082	0.529	69.65	0.615	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	87	9			8878	9							
18.20	393.7	225.0	33.31	7.209	3.086	0.524	69.65	0.610	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	26	9			731	9							
18.40	398.1	227.4	33.31	7.220	3.090	0.519	69.65	0.606	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	64	9			1933	9							
18.60	402.5	229.9	33.31	7.231	3.094	0.514	69.65	0.602	0.115	0.225	0.000	NL	37.31	Molto basso
	00	03	9			2121	9							

IPL (Sonmez)=6.05 Zcrit=0 m Rischio=Alto

Allegato 4

Liquefazione

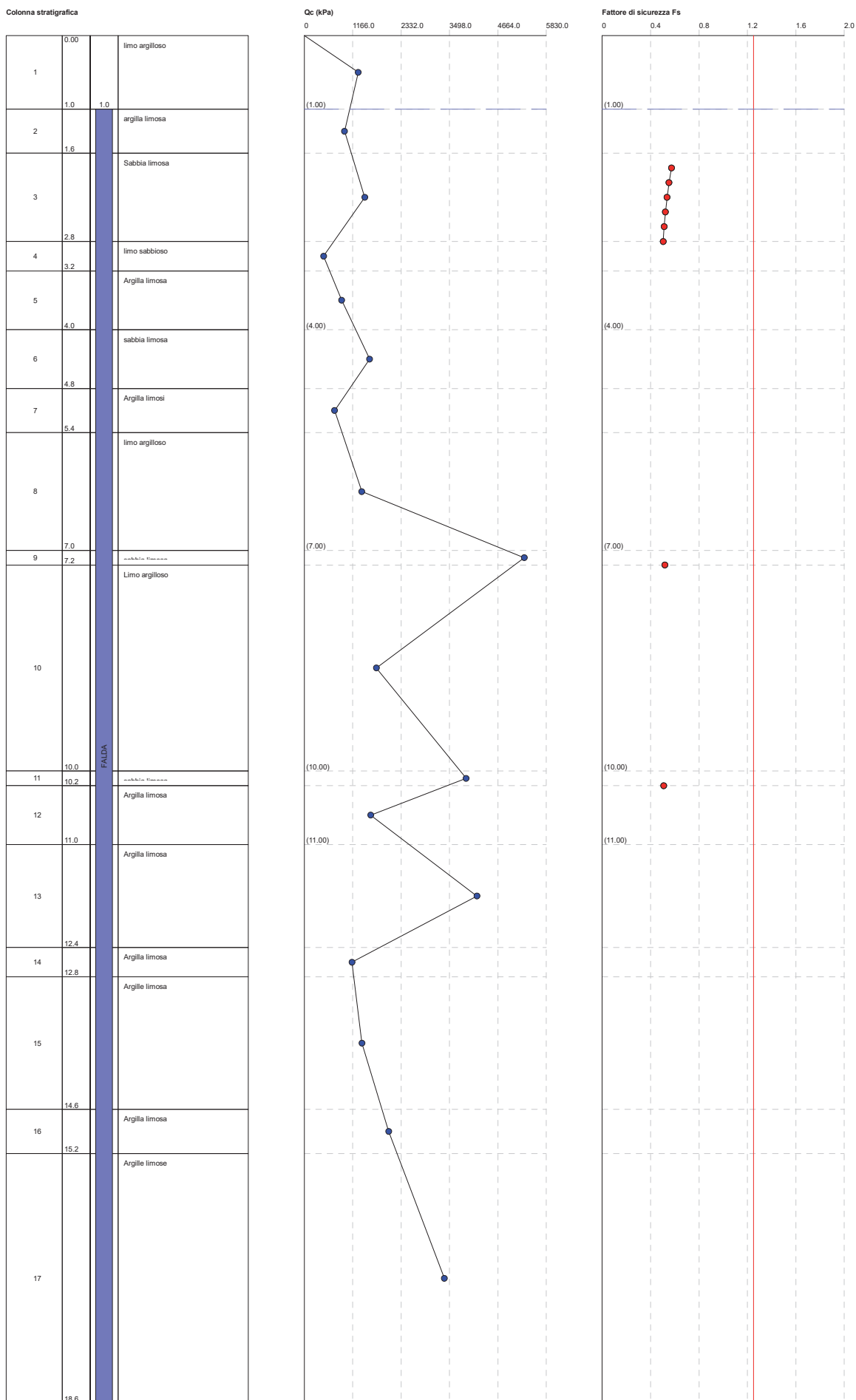
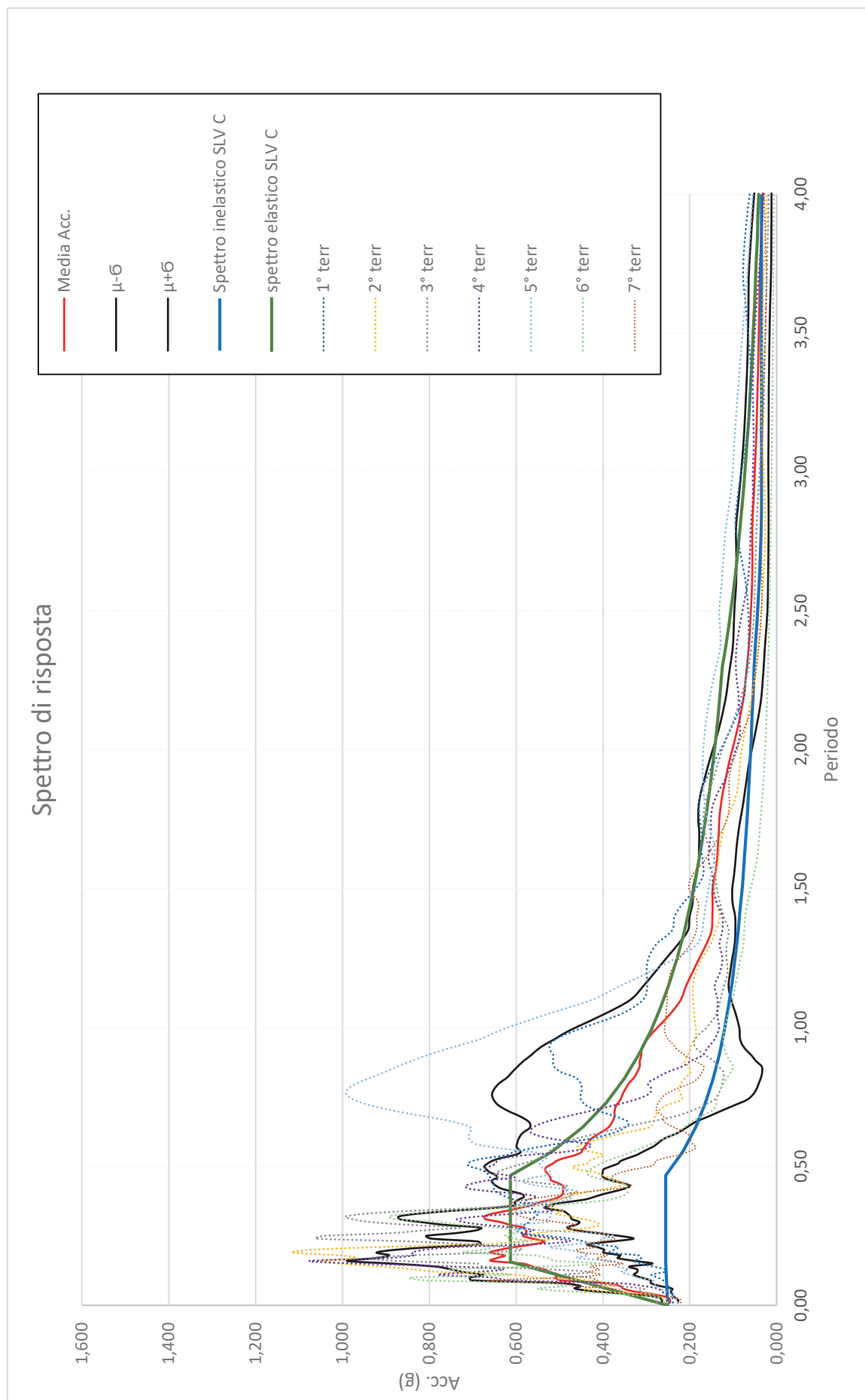


Figura 1



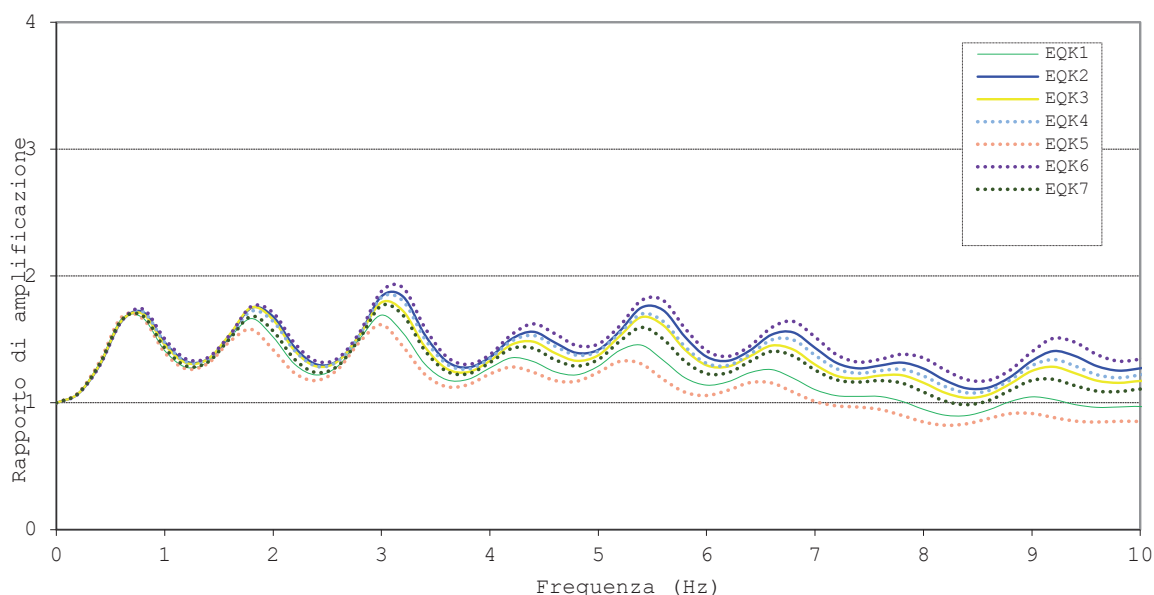


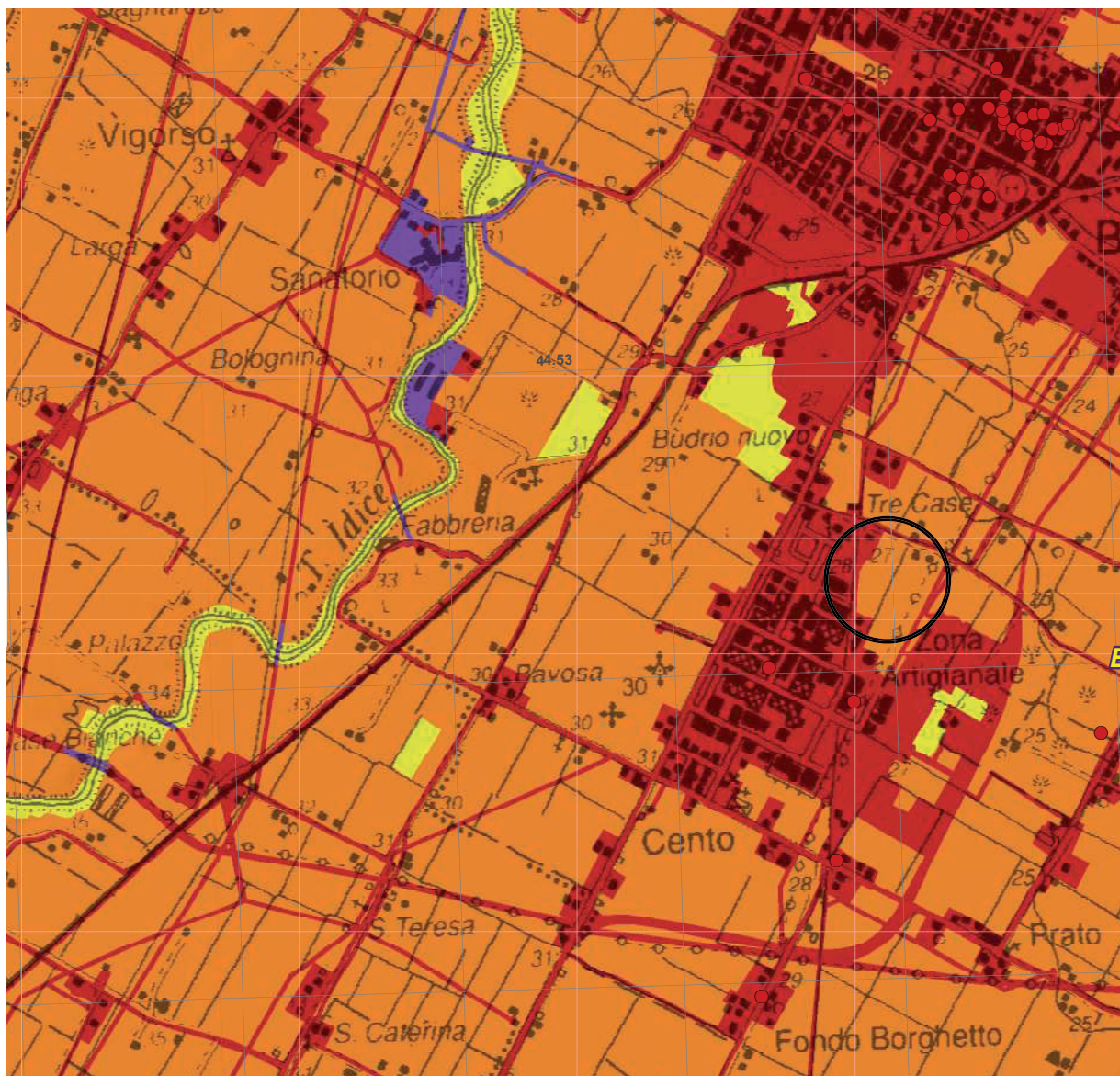
Figura 2: Grafico amplificazioni in funzione dei sette terremoti attesi per il sito di interesse

Terremoto	PGA/PGA0	SI/SI0 0,1 - 0,5	SI/SI0 0,5 - 1,0	SI/SI0 0,2 - 2,0
EQK1	1,37	1,40	1,46	1,45
EQK2	1,44	1,49	1,56	1,52
EQK3	1,58	1,54	1,64	1,56
EQK4	1,40	1,48	1,54	1,21
EQK5	1,31	1,29	1,36	1,34
EQK6	1,50	1,67	1,70	1,66
EQK7	1,23	1,41	1,48	1,49
Media	1,40	1,47	1,53	1,46

Figura 3: Intensità dello spettro di risposta per i sette terremoti attesi nel sito di interesse.

Carta PGRA n° 221SE - RSCM - Rischio Medio

Scala 1: 25.000



Classi di Rischio

R1 (rischio moderato o nullo)

R2 (rischio medio)

R3 (rischio elevato)

R4 (rischio molto elevato)

puntuali

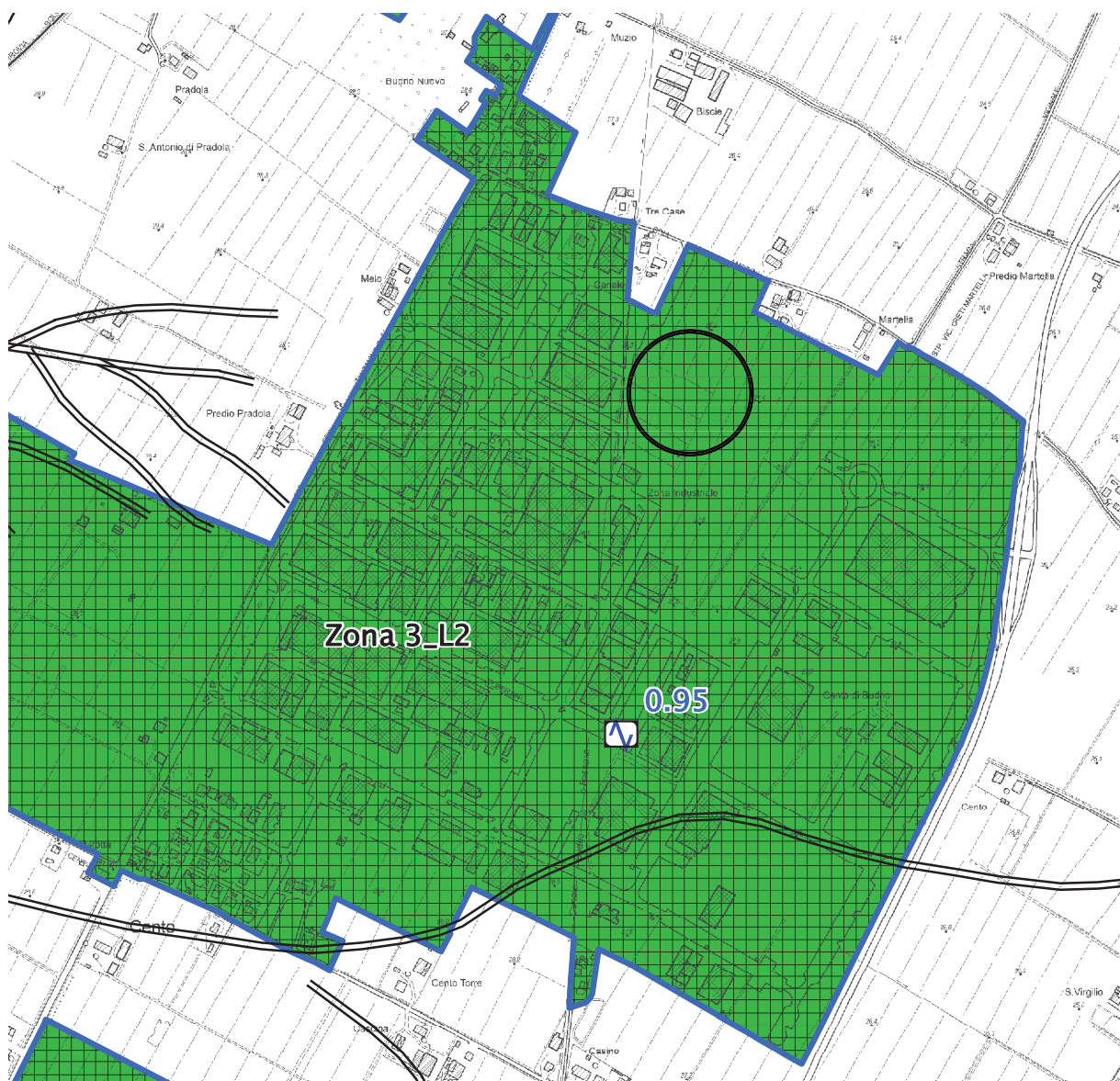
lineari

areali



Allegato 6

Carte Technique



Zona 3_L2

Sono richiesti approfondimenti di livello 3 (verifiche della liquefacibilità e dei cedimenti post-sisma).